



**UNIVERSIDADE DO PORTO**  
**FACULDADE DE ENGENHARIA**  
Departamento de Engenharia Civil

**CARACTERIZAÇÃO ACÚSTICA DE BIBLIOTECAS EM PORTUGAL  
E ANÁLISE DE INFLUÊNCIA NA REABILITAÇÃO ACÚSTICA**

Por:

António Eduardo Batista da Costa

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto  
para obtenção do grau de Mestre em Reabilitação do Património Edificado

Orientador: Professor Doutor António Pedro Oliveira de Carvalho

Porto, Outubro de 2009



Aos meus Pais e Irmãos.



## **AGRADECIMENTOS**

Ao concluir o presente trabalho quero manifestar o meu sincero agradecimento a todos os que contribuíram para a sua concretização, não podendo deixar de salientar as pessoas que tiveram um papel primordial na sua realização:

Ao Professor António Pedro Oliveira de Carvalho gostaria de agradecer a amizade, a disponibilidade, ajuda, interesse sempre manifestados na orientação crítica e científica desta investigação, o que para mim se traduziu num grande privilégio profissional.

Aos Directores e a todos os colaboradores das Bibliotecas que prontamente se disponibilizaram, tornando possível a caracterização dos dados acústicos das salas de leitura.

À Dr.<sup>a</sup> Rute Reimão do Arquivo Municipal do Porto pelo interesse e por todas as informações de relevo sobre a história da Biblioteca Municipal do Porto. À Dr.<sup>a</sup> Vera Oliveira Técnica Superior de Biblioteca e Documentação da Direcção-Geral do Livro e das Bibliotecas, por todos os esclarecimentos prontamente prestados.

Um agradecimento particular ao Dr. Henrique Barreto Nunes, da Biblioteca Pública de Braga, por todo o conhecimento transmitido na contextualização histórica das Bibliotecas em Portugal.

Aos colaboradores e colaboradoras do departamento, em especial a, Lurdes Lopes, Maria Amélia e Alcina Barreira queria agradecer todo o apoio e simpatia e profissionalismo, bem como todos os conselhos e incentivos.

Um agradecimento muito especial, a todos os que me ajudaram nos dias das visitas às Bibliotecas. Gostaria de agradecer à Raquel Carvalho a pronta disponibilidade que sempre demonstrou, o apoio, as ideias e a boa companhia, durante a visita às Bibliotecas: Nacional, Palácio da Ajuda e Palácio Galveias.

À Joana Guadalupe por toda a ajuda, paciência, o bom humor e a simpatia, durante a visita às Bibliotecas: Joanina e Geral da U. Coimbra.

À Irene Moreira por todo o empenho, motivação e o grande esforço, durante a visita à Biblioteca de Vila Nova de Gaia.

À Joana pela determinação, motivação e a grande ajuda.

À Maria Gonçalves pelo apoio dedicação e a ajuda preciosa na organização, bem como na Biblioteca de Gondomar.

Às amigas e colegas Ana Sá, Cláudia Ferreira e em especial à Ana Sofia Guimarães, o meu agradecimento por transformarem dias muito difíceis, em momentos de dedicação e de alegria, por toda a confiança que sempre me deram e sobretudo pelo incentivo e ânimo sem os quais teria sido uma caminhada difícil.

Aos meus Pais não podia deixar de demonstrar o meu mais sincero agradecimento por estarem sempre ao meu lado e por me apoiarem incondicionalmente em todas as etapas da minha vida.



## RESUMO

O objectivo principal desta investigação foi a caracterização acústica das salas de leitura das Bibliotecas em Portugal, recorrendo a parâmetros acústicos objectivos medidos em vinte e oito salas de leitura. Além da análise global e para um estudo mais pormenorizado, a amostra foi dividida em dois grupos, Bibliotecas “Clássicas” e Bibliotecas “Modernas”. Realizaram-se medições dos seguintes parâmetros: RASTI, TR, LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC). Verificou-se um RASTI médio global de 0,62. O Tempo de reverberação médio global obtido para a mesma amostra foi 1,3 s para as bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz. Relativamente ao ruído de fundo no interior das salas de leitura, sem ocupação e com os equipamentos de climatização desligados, foi obtido um valor médio global de 32 dB(A). Relativamente ao ruído de fundo, cerca de 86% das salas de leitura apresentaram valores médios iguais ou inferiores a 34 dB(A), as restantes 14% apresentaram valores médios considerados elevados para espaços desocupados, o que denotam uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído vindo do exterior. No que se refere aos valores do ruído, emitido pelo funcionamento dos equipamentos centrais de climatização das salas de leitura sem ocupação, obteve-se um valor médio global de 43 dB(A) e em 85% das salas, registaram-se valores médios superiores a 35 dB(A). Verificou-se em média um acréscimo de 11 dB(A) face ao ruído de fundo, o que demonstra que existem salas de leitura com equipamentos de climatização bastante ruidosos.

Foram testados modelos em que a variabilidade dos valores de RASTI é explicada em 77% pelo TR[500, 1000, 2000] e pelo LAeq(rf) do ruído de fundo. Da análise efectuada para os parâmetros acústicos e arquitectónicos, observou-se que para a totalidade da amostra, o “Volume” das salas é o parâmetro arquitectónico que melhor se correlaciona com os parâmetros RASTI e TR. Relacionando os parâmetros RASTI e TR[500, 1000], pode concluir-se que o valor de  $R^2$  de 0,83 para essa correlação, se aproxima dos obtidos em estudos anteriores. As bibliotecas “Clássicas” parecem ser mais homogéneas porque apresentaram menos variabilidade nos valores medidos. Estudou-se a influência do mobiliário na sala de leitura, através de ensaios de absorção sonora de estantes com livros, verificando-se que apresentam valores de  $\alpha \approx 0,3$  para as frequências dos 630 Hz aos 5000 Hz.

Conclui-se que 71% das bibliotecas estariam irregulares, relativamente ao RASTI. Verificou-se que 80% não cumpriam os requisitos regulamentares para o funcionamento contínuo dos equipamentos de climatização e que, para o funcionamento intermitente 50% também não cumpriam. Da análise às curvas de incomodidade, verificou-se que 50% das bibliotecas com equipamentos de climatização, apresentavam valores superiores ao que é recomendado.

Desta investigação verificou-se que para as bibliotecas, a actual legislação estabelece parâmetros muito permissivos e desadequados ao conforto dos utilizadores.

Deste estudo, resultou também uma proposta “F.E.U.P.”, mais adequada às bibliotecas, recomendando-se que: o tempo de reverberação médio, TR<sub>[500,1000,2000]</sub> seja inferior ou igual a 1,0 s, o nível de avaliação dos equipamentos de climatização, LAr seja inferior ou igual a 30 dB e o valor de NR “noise rating” ou NC “noise criteria”, inferior ou igual a 35, pretendendo-se com esta proposta, melhorar acusticamente as salas de leitura e as condições de conforto dos utilizadores das Bibliotecas.

PALAVRAS-CHAVE: Acústica, Bibliotecas, Parâmetros Acústicos Objectivos, Qualidade Acústica.



## ABSTRACT

The main purpose of this work is the acoustical characterization of the Libraries' reading rooms in Portugal. Acoustical parameters were measured in twenty-eight rooms. Beyond the global analysis, the sample was divided in two groups: "Classic" Libraries (the old ones) and "Modern" Libraries. Measurements were made for the following parameters: RASTI, reverberation time (RT), LAeq of the background noise and LAeq(HVAC). A global RASTI average of 0.62 was verified. The global RT average was 1.3 s for the frequency bands from 500 Hz to 2000 Hz. Concerning the background noise in the interior of the reading rooms without occupation and with the acclimatization equipment disconnected, global LAeq average value of 32 dB(A) was found. About 86% of the reading rooms presented a global average value equal or inferior to 34 dB(A), and the remain 14% possess medium values of background noise superiors, which denotes a lack of isolation from outside. Regarding the values of the noise emitted by HVAC equipment, a global average value of 43 dB(A) was measured and in 85% of the rooms, were registered average values are superior to 35 dB(A). An increase of 11 dB(A) on average, from the background noise was verified, which demonstrates that there are reading rooms with quite noisy equipment.

Mathematic models were tested where the variability of the RASTI values is explained in 77%, by the values of TR[500, 1000, 2000] and the LAeq of the background noise. It was observed that for the totality of the sample, the "Volume" of the rooms is the architectural parameter which correlates more with the RASTI and TR values. Comparing the RASTI and TR[500, 1000] parameters, it can concluded that the  $R^2$  of 0.83 for this correlation approaches with the ones gotten in other studies. "Classic" libraries seem to be more homogeneous because they have less variability on the values measured. The influence of the furniture in the reading room, was studied through laboratory measurements of the sound absorption coefficients of bookshelves with books, and it was verified that they present  $\alpha \approx 0,3$  for frequencies between 630 Hz and 5000 Hz.

Relatively to RASTI, it can be concluded that 71% of the libraries would be irregular. It was verified that 80% of HVAC equipment did not fulfill the requirements prescribed by same authors, and 50% of the libraries with HAVC equipment had NR or NC values higher than the recommended.

This work shows that for libraries, the current Portuguese legislation (R.R.A.E.) is very permissive and inadequate for the comfort of the users. This resulted on a rule's proposal, more adjusted to the libraries, recommending that: the average  $RT_{[500,1000,2000]}$  should be not higher then 1.0 s, the  $LAr(HVAC)$  should be not higher then 30 dB and the value of NR or NC, inferior or equal to 35. The intention of this proposal is to improve the acoustical conditions of the reading rooms, and the comfort of the Libraries users.

KEY WORDS: Acoustics, Libraries, Objective Parameters, Acoustic Quality.



## LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS

$\alpha$  – Coeficiente de absorção sonora teórico

$\alpha_s$  – Coeficiente de absorção sonora medido

A – Área de absorção sonora equivalente [ $m^2$ ]

$A_0$  – Área de absorção sonora equivalente antes do tratamento acústico do local [ $m^2$ ]

$A_1$  – Área de absorção sonora equivalente após tratamento acústico do local [ $m^2$ ]

f – Frequência [Hz]

$f_0$  – Frequência central de banda [Hz]

$f_1$  – Frequência limite inferior de banda [Hz]

$f_2$  – Frequência limite superior de banda [Hz]

K 1 – Componente tonal

K 2 – Componente impulsiva

$L_P$  – Nível de pressão sonora [dB]

$m'$  – Absorção sonora do ar [ $m^{-1}$ ]

p – Pressão sonora [Pa]

$p_0$  – Pressão sonora de referência [Pa]

$r_f$  – Ruído de fundo [dB]

s – Segundos

S – Secção [ $m^2$ ]

T – Tempo de reverberação [s]

$T_0$  – Tempo de reverberação, medido em câmara reverberante vazia [s]

$T_1$  – Tempo de reverberação, medido após a colocação de um provete na câmara reverberante [s]

V – Volume [ $m^3$ ]

AVAC – Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

F.E.U.P. – Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

I.P.L.B. – Instituto Português do Livro e das Bibliotecas

$L_{Aeq}$  - Nível sonoro contínuo equivalente, ponderada A [dB]

$L_{Ar}$  - Nível de avaliação, ponderada A [dB]

$L_{Ar,nT}$  - Nível de avaliação padronizado, ponderada A [dB]

NC – *Noise Criteria*

NR – *Noise Rating*

NRC – *Noise Reduction Coefficient*

RASTI – *Rapid Speech Transmission Index*

R.R.A.E. – Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios

STI – *Speech Transmission Index*

TR[500, 1000] – Tempo de reverberação médio nas frequências 500 Hz e 1000 Hz

TR[500, 2000] – Tempo de reverberação médio nas frequências 500 Hz e 2000 Hz

TR[500, 1000, 2000] – Tempo de reverberação médio nas frequências dos 500 Hz aos 2000 Hz

## ÍNDICE GERAL

	<b>AGRADECIMENTOS</b> .....	<b>III</b>
	<b>RESUMO</b> .....	<b>V</b>
	<b>ABSTRACT</b> .....	<b>VII</b>
	<b>LISTA DE SÍMBOLOS, ABREVIATURAS</b> .....	<b>IX</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
	<b>1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS</b> .....	<b>1</b>
	<b>1.2. ESTRUTURA DA TESE</b> .....	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>BIBLIOTECAS</b> .....	<b>5</b>
	<b>2.1. DEFINIÇÃO DE BIBLIOTECA</b> .....	<b>5</b>
	<b>2.2. A ORIGEM E EVOLUÇÃO DO ESPAÇO</b> .....	<b>5</b>
	<b>2.3. AS BIBLIOTECAS NO MUNDO</b> .....	<b>6</b>
	<b>2.4. AS BIBLIOTECAS EM PORTUGAL</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.5. A BIBLIOTECA DO SÉCULO XXI</b> .....	<b>7</b>
	<b>2.6. TIPOS DE BIBLIOTECAS</b> .....	<b>7</b>
	2.6.1. <i>CONSIDERAÇÕES GERAIS</i> .....	7
	2.6.2. <i>BIBLIOTECAS COMUNITÁRIAS</i> .....	8
	2.6.3. <i>BIBLIOTECAS MONACAIS OU MONÁSTICAS</i> .....	8
	2.6.4. <i>BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS</i> .....	8
	2.6.5. <i>BIBLIOTECAS PARTICULARES</i> .....	8
	2.6.6. <i>BIBLIOTECAS INFANTIS</i> .....	9
	2.6.7. <i>BIBLIOTECAS HOSPITALARES</i> .....	9
	<b>2.7. A BIBLIOTECA E O SOM</b> .....	<b>9</b>
	<b>2.8. BIBLIOTECAS PÚBLICAS</b> .....	<b>9</b>
<b>3</b>	<b>MÉTODO</b> .....	<b>11</b>
	<b>3.1. SELECÇÃO DA AMOSTRA</b> .....	<b>11</b>
	<b>3.2. A AMOSTRA</b> .....	<b>12</b>
	<b>3.3. CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DA AMOSTRA</b> .....	<b>16</b>
	3.3.1. <i>CONSIDERAÇÕES GERAIS</i> .....	16
	3.3.2. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL ALMEIDA GARRETT (PG)</i> .....	16
	3.3.3. <i>BIBLIOTECA DO PALÁCIO DA AJUDA (LA)</i> .....	18
	3.3.4. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE ALVERCA DO RIBATEJO (AL)</i> .....	21
	3.3.5. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL CENTRAL - PALÁCIO GALVEIAS (LC)</i> .....	22
	3.3.6. <i>BIBLIOTECA GERAL DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA (CG)</i> .....	24
	3.3.7. <i>BIBLIOTECA NACIONAL DE PORTUGAL (LN)</i> .....	26
	3.3.8. <i>BIBLIOTECA PÚBLICA DE BRAGA (BP)</i> .....	28
	3.3.9. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE CAMPO MAIOR (CM)</i> .....	30
	3.3.10. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL MANUEL DA FONSECA – CASTRO VERDE (CV)</i> .....	31
	3.3.11. <i>BIBLIOTECA PÚBLICA DE ÉVORA (EV)</i> .....	33
	3.3.12. <i>BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FE)</i> .....	35
	3.3.13. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SIMÕES DE ALMEIDA (TIO) (FV)</i> .....	37
	3.3.14. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE GONDOMAR (GO)</i> .....	39
	3.3.15. <i>BIBLIOTECA JOANINA (CJ)</i> .....	41
	3.3.16. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL FLORBELA ESPANCA (MA)</i> .....	43
	3.3.17. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE MONFORTE (MO)</i> .....	45
	3.3.18. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL FERREIRA DE CASTRO (OA)</i> .....	47
	3.3.19. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE OLIVEIRA DO BAIRRO (OB)</i> .....	49
	3.3.20. <i>BIBLIOTECA PÚBLICA MUNICIPAL DO PORTO (PM)</i> .....	51
	3.3.21. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL MANUEL DA FONSECA – SANTIAGO DO CACÉM (SC)</i> .....	53
	3.3.22. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SESIMBRA (SE)</i> .....	54
	3.3.23. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL PROFESSOR JOAQUIM PIRES DE LIMA (ST)</i> .....	56
	3.3.24. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO (VA)</i> .....	58
	3.3.25. <i>BIBLIOTECA MUNICIPAL JOSÉ RÉGIO (VC)</i> .....	60

3.3.26.	BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SANTA MARIA DA FEIRA (SF)	62
3.3.27.	BIBLIOTECA MUNICIPAL D. MIGUEL DA SILVA (VI)	64
3.3.28.	BIBLIOTECA PÚBLICA MUNICIPAL DE VILA NOVA DE GAIA (VG)	66
3.3.29.	BIBLIOTECA MUNICIPAL DR. JÚLIO TEIXEIRA (VR)	68
<b>3.4.</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA E ARQUITECTÓNICA DA AMOSTRA</b>	<b>70</b>
3.4.1.	CONSIDERAÇÕES GERAIS	70
3.4.2.	ANÁLISE GEOMÉTRICA GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS	73
<b>3.5.</b>	<b>METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS</b>	<b>75</b>
3.5.1.	PARÂMETROS ACÚSTICOS MEDIDOS	75
3.5.2.	METODOLOGIA DE TRABALHO	78
3.5.3.	EQUIPAMENTO UTILIZADO	81
3.5.4.	ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS	81
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DE RESULTADOS</b>	<b>83</b>
4.1.	PREÂMBULO	83
4.2.	ANÁLISE EM CADA BIBLIOTECA (INTRA-ANÁLISE)	83
4.2.1.	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS EM CADA BIBLIOTECA	83
4.2.2.	VARIABILIDADE DOS RESULTADOS EM CADA BIBLIOTECA	90
4.3.	ANÁLISE GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS (INTER-ANÁLISE)	105
4.3.1.	ANÁLISE COMPARATIVA	105
4.3.2.	CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS	128
<b>5</b>	<b>RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS ACÚSTICOS E ARQUITECTÓNICOS</b>	<b>143</b>
5.1.	PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS	143
5.2.	ANÁLISE DOS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS DAS SALAS DE LEITURA DAS BIBLIOTECAS	144
5.2.1.	ANÁLISE GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS	144
5.2.2.	VARIABILIDADE DOS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS	146
5.3.	CORRELAÇÕES SIMPLES ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS E OS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS	150
<b>6</b>	<b>ANÁLISE A DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES</b>	<b>169</b>
6.1.	PARÂMETROS E DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES	169
6.2.	ANÁLISE AO RUÍDO NO INTERIOR (AVAC)	170
6.3.	ANÁLISE AO TEMPO DE REVERBERAÇÃO	176
6.4.	ANÁLISE AO CONFORTO INTERIOR	183
<b>7</b>	<b>CARACTERIZAÇÃO DA ABSORÇÃO SONORA DE ESTANTES</b>	<b>191</b>
7.1.	PREÂMBULO	191
7.2.	CÂMARA REVERBERANTE	192
7.2.1.	ELEMENTOS DE ENSAIO	192
7.2.2.	METODOLOGIA	194
7.2.3.	LOCAIS DE MEDIÇÃO - FONTES E RECEPTORES	194
7.2.4.	EQUIPAMENTOS	195
7.2.5.	CÁLCULOS E RESULTADOS	195
7.3.	EXEMPLO DE APLICAÇÃO	198
<b>8</b>	<b>CONCLUSÕES</b>	<b>205</b>
8.1.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	205
8.2.	PROPOSTAS PARA A REABILITAÇÃO	208
8.3.	DESENVOLVIMENTOS FUTUROS	209

9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	211
	ANEXO A.....	215
	FICHAS DE REGISTO DAS MEDIÇÕES .....	215
	ANEXO B.....	219
	FICHAS COM OS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES .....	219
	ANEXO C .....	276
	QUADROS COM OS VALORES OBTIDOS NOS ENSAIOS NA CÂMARA REVERBERANTE .....	276



## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1 – Distribuição geográfica das bibliotecas estudadas.....	14
Figura 3.2 – Exterior da Biblioteca Municipal Almeida Garrett.....	17
Figura 3.3 – Sala de leitura.....	17
Figura 3.4 – Planta da sala de leitura.....	18
Figura 3.5 – Exterior da Biblioteca do Palácio da Ajuda.....	19
Figura 3.6 – Sala de leitura.....	20
Figura 3.7 – Planta da sala de leitura.....	20
Figura 3.8 – Exterior da Biblioteca Municipal Alverca do Ribatejo.....	21
Figura 3.9 – Sala de leitura.....	22
Figura 3.10 – Planta da sala de leitura.....	22
Figura 3.11 – Exterior da Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias.....	23
Figura 3.12 – Sala de leitura.....	23
Figura 3.13 – Planta da sala de leitura.....	24
Figura 3.14 – Exterior da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.....	25
Figura 3.15 – Sala de leitura.....	25
Figura 3.16 – Planta da sala de leitura.....	26
Figura 3.17 – Exterior da Biblioteca Nacional de Portugal.....	27
Figura 3.18 – Sala de leitura.....	27
Figura 3.19 – Exterior da Biblioteca Pública de Braga.....	29
Figura 3.20 – Sala de leitura.....	29
Figura 3.21 – Planta da sala de leitura.....	30
Figura 3.22 – Exterior da Biblioteca Municipal de Campo Maior.....	31
Figura 3.23 – Sala de leitura.....	31
Figura 3.24 – Exterior da Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca – Castro Verde.....	32
Figura 3.25 – Sala de leitura.....	32
Figura 3.26 – Plantas da sala de leitura.....	33
Figura 3.27 – Exterior da Biblioteca Pública de Évora.....	34
Figura 3.28 – Sala de leitura.....	34
Figura 3.29 – Planta da sala de leitura.....	35
Figura 3.30 – Exterior da Biblioteca da Faculdade de Engenharia da U. do Porto.....	36
Figura 3.31 – Sala de leitura.....	36
Figura 3.32 – Planta da sala de leitura.....	37
Figura 3.33 – Exterior da biblioteca de Simões de Almeida (tio).....	38
Figura 3.34 – Sala de leitura.....	38
Figura 3.35 – Planta da sala de leitura.....	39
Figura 3.36 – Exterior da Biblioteca Municipal de Gondomar.....	40

Figura 3.37 – Sala de leitura. ....	40
Figura 3.38 – Planta da sala de leitura. ....	41
Figura 3.39 – Exterior da Biblioteca Joanina. ....	42
Figura 3.40 – Sala de leitura. ....	43
Figura 3.41 – Planta da sala de leitura. ....	43
Figura 3.42 – Exterior da Biblioteca Municipal Florbela Espanca. ....	44
Figura 3.43 – Sala de leitura. ....	45
Figura 3.44 – Planta da sala de leitura. ....	45
Figura 3.45 – Exterior da Biblioteca Municipal de Monforte. ....	46
Figura 3.46 – Sala de leitura. ....	46
Figura 3.47 – Planta da sala de leitura. ....	47
Figura 3.48 – Exterior da Biblioteca Municipal Ferreira de Castro. ....	48
Figura 3.49 – Sala de leitura. ....	48
Figura 3.50 – Planta da sala de leitura. ....	49
Figura 3.51 – Exterior da Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro. ....	50
Figura 3.52 – Sala de leitura. ....	50
Figura 3.53 – Planta da sala de leitura. ....	51
Figura 3.54 – Exterior da Biblioteca Municipal Pública do Porto. ....	52
Figura 3.55 – Planta da sala de leitura. ....	52
Figura 3.56 – Sala de leitura. ....	53
Figura 3.57 – Exterior da biblioteca Manuel da Fonseca – Santiago do Cacém. ....	54
Figura 3.58 – Sala de leitura. ....	54
Figura 3.59 – Exterior da Biblioteca Municipal de Sesimbra. ....	55
Figura 3.60 – Sala de leitura. ....	55
Figura 3.61 – Planta da sala de leitura. ....	56
Figura 3.62 – Exterior da Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima. ....	57
Figura 3.63 – Sala de leitura. ....	57
Figura 3.64 – Planta da sala de leitura. ....	58
Figura 3.65 – Exterior da Biblioteca Municipal de Viana do Castelo. ....	59
Figura 3.66 – Sala de leitura. ....	59
Figura 3.67 – Planta da sala de leitura. ....	60
Figura 3.68 – Exterior da Biblioteca Municipal José Régio. ....	61
Figura 3.69 – Sala de leitura. ....	61
Figura 3.70 – Planta da sala de leitura. ....	62
Figura 3.71 – Exterior da Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira. ....	63
Figura 3.72 – Sala de leitura. ....	63
Figura 3.73 – Planta da Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira. ....	64
Figura 3.74 – Exterior da Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva. ....	65

Figura 3.75 – Sala de leitura.....	65
Figura 3.76 – Planta da sala de leitura.....	66
Figura 3.77 – Exterior da Biblioteca Pública Municipal de Vila Nova de Gaia.....	67
Figura 3.78 – Sala de leitura.....	67
Figura 3.79 – Planta da sala de leitura.....	67
Figura 3.80 – Exterior da Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira.....	69
Figura 3.81 – Sala de leitura.....	69
Figura 3.82 – Planta da sala de leitura.....	70
Figura 3.83 – Fonte sonora 4224.....	78
Figura 3.84 – Sonómetro 2260.....	78
Figura 3.85 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) na sala.....	79
Figura 3.86 – Fonte sonora do RASTI.....	79
Figura 3.87 – Fotografia de pormenor do emissor.....	79
Figura 3.88 – Receptor do RASTI.....	80
Figura 3.89 – Fotografia de pormenor do receptor.....	80
Figura 3.90 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) na sala.....	80
Figura 3.91 – Localização dos pontos de medição na sala de leitura.....	81
Figura 4.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro RASTI (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	94
Figura 4.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR125 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	95
Figura 4.3 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR250 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	96
Figura 4.4 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR500 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	96
Figura 4.5 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR1000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	97
Figura 4.6 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR2000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	98
Figura 4.7 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR4000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	98
Figura 4.8 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(rf) em dB do ruído de fundo (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	99
Figura 4.9 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB referentes aos equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.....	100

Figura 4.10 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 31 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	101
Figura 4.11 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 63 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	101
Figura 4.12 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 125 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	102
Figura 4.13 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 250 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	102
Figura 4.14 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 500 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	103
Figura 4.15 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 1000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	103
Figura 4.16 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 2000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	104
Figura 4.17 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 4000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	104
Figura 4.18 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 8000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	105
Figura 4.19 – Valor médio obtido em cada biblioteca para o parâmetro $\Delta LA_{eq} = [LA_{eq}(AVAC) - LA_{eq}(rf)]$ em dB. A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas. ....	105
Figura 4.20 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro RASTI, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	108
Figura 4.21 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR125, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	109
Figura 4.22 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR250, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	110
Figura 4.23 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR500, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	111

Figura 4.24 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR1000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	112
Figura 4.25 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR2000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	113
Figura 4.26 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR4000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas. ....	114
Figura 4.27 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR para as bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. ....	115
Figura 4.28 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro TR, para as bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. Comparam-se os valores médios de TR obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	115
Figura 4.29 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(rf) do ruído de fundo, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas. ....	116
Figura 4.30 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas. ....	117
Figura 4.31 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para a diferença $\Delta$ LAeq em dB, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas. ....	118
Figura 4.32 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. ....	119
Figura 4.33 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro Leq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de Leq(rf) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	119
Figura 4.34 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. ....	120
Figura 4.35 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro LAeq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de LAeq(rf) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	120
Figura 4.36 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. ....	121
Figura 4.37 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro Leq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de Leq(AVAC) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	121
Figura 4.38 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. ....	122

Figura 4.39 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de LAeq(AVAC) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.....	122
Figura 4.40 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro RASTI, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	123
Figura 4.41 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR125, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	124
Figura 4.42 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR250, $\pm 1$ c-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	124
Figura 4.43 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR500, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	125
Figura 4.44 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR1000, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	125
Figura 4.45 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR2000, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	126
Figura 4.46 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR4000, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	126
Figura 4.47 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro LAeq(rf), $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	127
Figura 4.48 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC), $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	127
Figura 4.49 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro $\Delta$ LAeq, $\pm 1$ erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.....	128
Figura 4.50 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR2000.....	131
Figura 4.51 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500,1000].....	131
Figura 4.52 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 2000].....	132
Figura 4.53 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000, 2000].....	132
Figura 4.54 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios TR250 e TR[500, 1000].	133
Figura 4.55 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios TR2000 e TR[500, 1000].	133
Figura 4.56 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR500.....	136

Figura 4.57 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR1000.....	136
Figura 4.58 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR2000.....	137
Figura 4.59 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR4000.....	137
Figura 4.60 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000]. .....	138
Figura 4.61 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 2000]. .....	138
Figura 4.62 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000, 2000]. .....	139
Figura 4.63 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[125 a 4000]. .....	139
Figura 4.64 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR250 e TR[500, 1000]. .....	140
Figura 4.65 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR2000 e TR[500, 1000]. .....	140
Figura 4.66 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR4000 e TR[500, 1000]. .....	141
Figura 5.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Comprimento médio Cm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.....	147
Figura 5.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Largura média Lm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	147
Figura 5.3 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Altura média Hm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	148
Figura 5.4 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	148
Figura 5.5 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Área de pavimento Sp (m <sup>2</sup> ), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	149
Figura 5.6 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Absorção sonora A (m <sup>2</sup> ), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas. ....	149
Figura 5.7 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> )... ..	152
Figura 5.8 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR2000 e os do parâmetro arquitectónico Comprimento médio Cm (m).....	152
Figura 5.9 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR125 e os do parâmetro arquitectónico Largura média Lm (m). ....	153
Figura 5.10 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR500 e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m). ....	153

Figura 5.11 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR2000 e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m). .	154
Figura 5.12 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m).....	154
Figura 5.13 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m). .....	155
Figura 5.14 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR1000 e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ). .....	155
Figura 5.15 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ). .....	156
Figura 5.16 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ). .....	156
Figura 5.17 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ). A curva a tracejado representa os valores do parâmetro TR[500, 1000, 2000], conforme máximo regulamentado (R.R.A.E. 2008).....	157
Figura 5.18 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ). .....	157
Figura 5.19 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Largura média Lm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	161
Figura 5.20 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	161
Figura 5.21 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m <sup>3</sup> ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	162
Figura 5.22 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Largura média Lm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	162
Figura 5.23 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	163
Figura 5.24 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	163
Figura 5.25 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	164
Figura 5.26 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas. ....	164

Figura 5.27 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio $V_m$ ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.....	165
Figura 5.28 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio $V_m$ ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.....	165
Figura 5.29 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio $V_m$ ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.....	166
Figura 5.30 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio $V_m$ ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.....	166
Figura 6.1 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro $L_{Ar}(AVAC)$ referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como os valores regulamentares (R.R.A.E. 2002).....	172
Figura 6.2 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro $L_{Ar,nT}(AVAC)$ referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como os valores regulamentares (R.R.A.E. 2008).....	176
Figura 6.3 – Valores médios obtidos em cada biblioteca estudada para o parâmetro acústico médio TR[500, 1000, 2000] comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). As linhas a tracejado representam o parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E. 2002). .....	179
Figura 6.4 – Valores relativos ao parâmetro TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E.) comparando com os valores do parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] proposto (“FEUP”). .....	182
Figura 6.5 – Valores médios obtidos em cada biblioteca estudada, ordenadas por volume, para o parâmetro TR[500, 1000, 2000] comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas a tracejado representam o parâmetro TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E.), comparando com os valores do parâmetro TR[500, 1000, 2000] proposto (“FEUP”). .....	182
Figura 6.6 – Espectros dos valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro $L_{eq}(AVAC)$ em dB, em bandas de frequências de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, indicando os valores de NR e NC obtidos. ....	186
Figura 6.7 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro NR “noise rating” do funcionamento dos equipamentos de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como o valor máximo recomendado. ....	187
Figura 6.8 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro NC “noise criteria” do funcionamento dos equipamentos de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como o valor máximo recomendado.....	187
Figura 6.9 – Espectros sonoros comparativos, em bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, com os mesmos os valores de NR, identificando as frequências críticas onde ocorrem e os níveis de pressão sonora. ....	189
Figura 7.1 – Fotografia da estante vazia (comprimento = 2,80 m, altura = 2,00 m e largura = 0,35 m) na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P.. ....	192

Figura 7.2 – Fotografia da estante com livros em três prateleiras na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P..	193
Figura 7.3 – Fotografia da estante meia preenchida na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P..	193
Figura 7.4 – Fotografia da estante completamente preenchida com livros na câmara reverberante.	194
Figura 7.5 – Planta esquemática (sem escala) da câmara reverberante do Laboratório de Acústica, como a localização da estante (E), das diferentes posições da fonte sonora (FS) e do microfone (M).	195
Figura 7.6 – Valores obtidos para a área de absorção sonora equivalente ( $m^2$ ), considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2 \times (2,8 \cdot 2,0 m^2)$ ], em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para as situações estudadas.	196
Figura 7.7 – Valores obtidos do coeficiente de absorção sonora $\alpha$ , considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2 \times (2,8 \cdot 2,0 m^2)$ ], em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para as situações estudadas.	197
Figura 7.8 – Valores calculados do tempo de reverberação (Situação inicial), comparando com o tempo de reverberação médio medido, (TR Medido CG) em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.	201
Figura 7.9 – Fotografia da parede lateral e de fundo onde serão colocadas as estantes com livros.	202
Figura 7.10 – Fotografia do semicírculo da galeria onde será colocado o tecto falso.	202
Figura 7.11 – Valores obtidos do tempo de reverberação calculado, após a intervenção de correcção, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. Comparação entre a situação inicial e situação 1 corrigida.	203

## ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 3.1 – Lista das bibliotecas estudadas com o código adoptado, a tipologia e a localização por distrito. ....	13
Quadro 3.2 – Lista das bibliotecas pertencentes ao grupo das “Clássicas”, indicando as que têm equipamentos centrais de climatização. ....	15
Quadro 3.3 – Lista das bibliotecas pertencentes ao grupo das “Modernas”, indicando as que têm equipamentos centrais de climatização. ....	16
Quadro 3.4 – Características arquitectónicas das bibliotecas estudadas. ....	71
Quadro 3.5 – Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das bibliotecas e a simbologia adoptada. ....	73
Quadro 3.6 – Valores dos parâmetros arquitectónicos obtidos em cada biblioteca, assinalando-se os maiores (+) e menores (-) valores. ....	74
Quadro 3.7 – Resultados estatísticos simples dos parâmetros arquitectónicos médios obtidos nas bibliotecas. ....	75
Quadro 3.8 – Tempo de reverberação ideal, para as bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, de acordo com o tipo de utilização prevista para o espaço.[42] ....	76
Quadro 3.9 – Correspondência entre o parâmetro RASTI e a Inteligibilidade da palavra. ....	77
Quadro 4.1 - Listagem das bibliotecas estudadas a nível Nacional e a sua localização geográfica. ..	84
Quadro 4.2 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para o parâmetro RASTI e respectivos desvios-padrão, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados. ....	85
Quadro 4.3 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para o parâmetro TR, para as bandas de frequência dos 125 Hz aos 4000 Hz. ....	86
Quadro 4.4 - Valores obtidos, em cada biblioteca, para os parâmetros TR[500, 1000] e TR[500, 1000, 2000], por cálculo da média aritmética para as bandas de frequência indicadas, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados. ....	87
Quadro 4.5 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para os parâmetros LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC), relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença $\Delta LAeq = [LAeq(AVAC) - LAeq(rf)]$ . ....	88
Quadro 4.6 - Valores médios obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava nas frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, referente ao parâmetro LAeq(rf), do ruído de fundo. ....	89
Quadro 4.7 - Valores médios obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava nas frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, referente ao parâmetro LAeq(AVAC), dos equipamentos centrais de climatização. ....	90
Quadro 4.8 - Valores dos desvios-padrão obtidos em cada biblioteca, para os parâmetros RASTI, LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC), assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados. ....	92
Quadro 4.9 - Valores dos desvios-padrão obtidos em cada biblioteca, para o parâmetro TR, para as bandas de frequência dos 125 Hz aos 4000 Hz, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados. ....	93
Quadro 4.10 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para o parâmetro RASTI. ....	106
Quadro 4.11 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para o parâmetro TR. ....	106
Quadro 4.12 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para os parâmetros médios LAeq(rf) do ruído de fundo, LAeq(AVAC) relativos ao	

funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença $\Delta LA_{eq} = [LA_{eq}(AVAC) - LA_{eq}(rf)]$ .	106
Quadro 4.13 – Resultados estatísticos simples relativos aos dois grupos de bibliotecas (“Clássicas” e “Modernas”), para o parâmetro médio RASTI.	107
Quadro 4.14 – Resultados estatísticos simples relativos ao grupo de bibliotecas “Clássicas”, para o parâmetro médio TR.	107
Quadro 4.15 – Resultados estatísticos simples relativos ao grupo de bibliotecas “Modernas”, para o parâmetro médio TR.	107
Quadro 4.16 – Resultados estatísticos simples relativos aos dois grupos de bibliotecas (“Clássicas” e “Modernas”), para os parâmetros médios $LA_{eq}(rf)$ do ruído de fundo, $LA_{eq}(AVAC)$ relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença $\Delta LA_{eq} = [LA_{eq}(AVAC) - LA_{eq}(rf)]$ .	107
Quadro 4.17 – Domínio de aplicação dos modelos simples de correlação entre parâmetros acústicos.	129
Quadro 4.18 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos para a totalidade das bibliotecas.	130
Quadro 4.19 – Valores de $R^2$ para a relação entre par de parâmetros RASTI e TR[500, 1000] obtidos comparando-os com: estudos de igrejas, salas de audiência de tribunais, claustros “abertos”.	134
Quadro 4.20 – Melhor modelo geral linear entre parâmetros acústico.	134
Quadro 4.21 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos controlando para os dois grupos de bibliotecas.	135
Quadro 4.22 – Valores de $R^2$ para a relação entre par de parâmetros RASTI e TR[500, 1000] obtidos comparando-os com: estudos de igrejas, salas de audiência de tribunais e claustros “abertos”.	142
Quadro 5.1 – Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das bibliotecas.	144
Quadro 5.2 – Valores dos parâmetros arquitectónicos obtidos em cada biblioteca, assinalando-se os maiores (+) e menores (-) valores.	145
Quadro 5.3 – Resultados estatísticos simples dos parâmetros arquitectónicos médios obtidos nas bibliotecas.	146
Quadro 5.4 – Domínio de aplicação dos modelos de correlação com parâmetros arquitectónicos.	150
Quadro 5.5 – Melhores modelos simples entre parâmetros acústicos e arquitectónicos.	151
Quadro 5.6 – Melhores modelos gerais lineares entre os parâmetros acústicos e arquitectónicos.	159
Quadro 5.7 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos e arquitectónicos controlando para os dois grupos de bibliotecas.	160
Quadro 6.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o nível de avaliação $LAr(AVAC)$ em dB, relativos ao funcionamento dos equipamentos (sem e com o factor I) e comparação com os valores regulamentares.	171
Quadro 6.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o nível de avaliação padronizado $LAr,nT(AVAC)$ em dB, relativos ao funcionamento dos equipamentos (sem e com o factor I) e comparação com os valores regulamentares.	175
Quadro 6.3 – Valores em cada biblioteca, para o parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] (s), relativo a média das bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz (sem e com o factor I) e comparação com os valores máximos regulamentares.	178
Quadro 6.4 – Valores do tempo de reverberação para bibliotecas utilizados noutras regulamentações internacionais.	181

Quadro 6.5 – Valores obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, no parâmetro $L_{eq}(AVAC)$ em dB, indicam-se os valores de NR, NC e comparam-se com os valores recomendados. ....	185
Quadro 6.6 – Bandas de frequências críticas responsáveis pelos valores de NR “ <i>noise rating</i> ” e NC “ <i>noise criteria</i> ” e correspondentes níveis de pressão sonora. ....	188
Quadro 7.1 – Valores obtidos para a área de absorção sonora equivalente ( $m^2$ ), considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2x(2,8 \cdot 2,0 m^2)$ ], para as situações analisadas, em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz. ....	196
Quadro 7.2 – Valores obtidos para o coeficiente de absorção sonora $\alpha$ , considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2x(2,8 \cdot 2,0 m^2)$ ], para as situações analisadas, em bandas de frequência de terço de oitava. ....	197
Quadro 7.3 – Levantamento dos materiais existente na envolvente interior da sala de leitura. ....	199
Quadro 7.4 – Os coeficientes de absorção sonora e a área de absorção sonora, dos materiais, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. ....	199
Quadro 7.5 – Valores calculados do tempo de reverberação da sala e comparação com o tempo de reverberação médio medido, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. ....	200
Quadro 7.6 – Valores calculados do tempo de reverberação de acordo com a intervenção de correcção, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. ....	202
Quadro 8.1 – Valores recomendados para as bibliotecas relativamente aos parâmetros: o tempo de reverberação, nível de avaliação e NR “ <i>noise rating</i> ” ou NC “ <i>noise criteria</i> ”. ....	209



# 1

## INTRODUÇÃO

### 1.1. ENQUADRAMENTO E OBJECTIVOS

Actualmente devido a múltiplos factores, torna-se cada vez mais importante tratar os diferentes compartimentos dos edifícios, de modo a torná-los adequados às condições de conforto acústico interior do local. É cada vez mais usual coexistirem no mesmo edifício diversos compartimentos, com características de utilização e condições de funcionamento próprias, pois é unânime que as características acústica de um recinto, podem condicionar ou inviabilizar a sua utilização, se não forem as mais adequadas para a actividade que se pretenda desenvolver.

Todo o espaço público ou privado, utilizado com uma determinada finalidade, deve obedecer a condições e exigências próprias, consoante a sua utilização. A situação torna-se ainda mais complexa, quando no mesmo edifício devem existir locais com exigências tão diversas como, átrios adjacentes a salas de leitura, entre outros. As condicionantes do ruído na envolvente são sempre muito importantes, mas cada local, deve ser estudado de modo adequado, de forma a conciliar espaços tão diversos como, recepção, gabinetes, salas de leitura, sala do conto ou até um pequeno bar, de apoio aos utentes. Este é o novo conceito de Biblioteca Pública.

Existe já desenvolvida no domínio da acústica de edifícios, uma vasta investigação em espaços de ocupação pública, iniciada com o programa de investigação em “Acústica de Igrejas” por A. P. Carvalho (1994) e posteriormente outros se lhe seguiram, como os estudos de A. Morgado (1996), que estudou a acústica de 36 igrejas já caracterizadas por A. P. de Oliveira Carvalho (1994), através de parâmetros acústicos subjectivos, com o objectivo de analisar o comportamento desses espaços relativamente à música, os estudos efectuados por M. Lencastre (1998), que efectuou uma investigação em 31 igrejas onde foi analisada a inteligibilidade da palavra através de parâmetros objectivos e subjectivos. Posteriormente, surgiram também trabalhos de investigação em outro tipo de edifícios como por exemplo, os estudos de C. Monteiro (2003), com a caracterização acústica de salas de audiências de tribunais, salienta-se também o estudo em claustros “abertos”, de Anabela Carvalho (2005) com a caracterização acústica de claustros religiosos históricos e ainda os estudos de caracterização da reabilitação acústica de claustros “fechados”, de Sílvia Vilela (2008), onde estudou a influência na acústica do espaço, em consequência de fechar as galerias dos claustros.

Surge assim, neste contexto de investigação em acústica de edifícios do Laboratório de Acústica da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, a caracterização acústica das bibliotecas em Portugal. Para esta investigação, analisaram-se salas de leitura de bibliotecas de Portugal, com épocas de construção distintas e com características arquitectónicas diversas. As salas de leitura das bibliotecas públicas, estão integradas em espaços adjacentes a outros compartimentos do edifício.

Torna-se pois fundamental, adaptar as salas de leitura instaladas em edifícios reabilitados ou edifícios construídos de raiz, a determinadas exigências de qualidade que são muito importantes para garantir o conforto dos utilizadores desses locais.

Consideraram-se para esta investigação vinte e oito salas de leitura de bibliotecas existentes em todo o País. Entendeu-se como sendo um número significativo, para constituírem uma amostra com diferentes tipologias e incluindo espaços de leitura com épocas de construção diversa e vários estilos arquitectónicos.

Para tal foram medidos parâmetros acústicos objectivos, tais como a inteligibilidade da palavra, tempo de reverberação, avaliação do ruído de fundo e ruído dos equipamentos centrais de climatização, das salas de leitura das bibliotecas em Portugal.

Esta amostra abrange várias épocas construtivas e estilos arquitectónicos. A tese que se pretendeu verificar com este estudo foi:

- Existe a possibilidade de caracterizar acusticamente este tipo de espaço;
- Existe uma variabilidade nos valores dos parâmetros acústicos objectivos intra-bibliotecas e inter-bibliotecas, em relação à totalidade da amostra;
- 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 às bibliotecas tradicionais (“Clássicas”) e o novo conceito de ocupação do espaço, utilizado para as bibliotecas públicas (“Modernas”);
- As exigências regulamentares actuais, serão as mais adequadas a estes espaços de leitura.
- Qual a influência do tipo de mobiliário;
- É possível recuperar e reabilitar espaços, seguido recomendações e exigências específicas para estes locais, tornando-os adequados às novas funções.

## **1.2. ESTRUTURA DA TESE**

O presente trabalho foi organizado por capítulos:

- No Capítulo 1, efectua-se um enquadramento da tese no contexto da Acústica de Edifícios e refere-se a sua estrutura;
- No Capítulo 2, desenvolve-se de forma sumária uma breve descrição histórica sobre o tema a ‘Biblioteca’, além da definição desse espaço, como surgiram, qual a sua função e quais as actividades desenvolvidas.
- No Capítulo 3, com o tema “Método”, referem-se quais os parâmetros de selecção exigidos e caracteriza-se arquitectónica e geometricamente a amostra constituída por vinte e oito bibliotecas. É indicada a metodologia de trabalho seguida e a descrição dos equipamentos utilizados nas avaliações;
- No capítulo 4, são caracterizados os valores obtidos para os parâmetros acústicos, comparando-os entre si, quer dentro de cada sala de leitura (análise intra-biblioteca), quer entre as vinte e oito bibliotecas estudadas (análise inter-biblioteca). Na análise inter-biblioteca foram estabelecidas correlações usando modelos simples entre os parâmetros acústicos objectivos estudados;
- No capítulo 5, são analisadas as diferenças verificadas entre as diversas salas de leitura (inter-bibliotecas) dos parâmetros arquitectónicos e as diferenças relativamente à média das

bibliotecas. Estabeleceram-se também correlações entre os parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos, usando os valores médios das salas de leitura das bibliotecas estudadas;

- No Capítulo 6, com o tema “Análise e Disposições Regulamentares”, efectua-se um estudo aos valores obtidos à luz da regulamentação e desenvolvem-se considerações sobre estes espaços de leitura relativamente à regulamentação vigente;
- No Capítulo 7, é efectuado de um ensaio em laboratório, utilizando a câmara reverberante e determinados os valores do coeficiente de absorção sonora, de um elemento importante do mobiliário das salas de leitura, que são as estantes com livros. Considera-se também a análise de um estudo de aplicação prática;
- No Capítulo 8, com o tema “Conclusões” são analisados os resultados e efectuadas considerações finais. São também efectuadas recomendações mais exigentes para estes locais e referidas algumas sugestões para possíveis trabalhos a desenvolver no futuro.



# 2

## BIBLIOTECAS

### 2.1. DEFINIÇÃO DE BIBLIOTECA

A palavra biblioteca provém do grego “biblion”, livro e “theke”, depósito.

A Biblioteca pode ser definida como o lugar onde se guardam, conservam e organizam livros e outras publicações, para estudo, leitura e consulta do público. Entre outras finalidades podem citar-se as seguintes:

- guardar livros e outras publicações em local seguro, a salvo de furto, incêndio e outros riscos;
  - conservá-los, evitando que se estraguem em virtude do constante manuseio pelo público, ou da acção da humidade, do calor e de problemas semelhantes;
  - organizá-los de acordo com normas de catalogação e arquivo, para que possam ser imediatamente encontrados em função do autor, do assunto ou de outro aspecto importante.
- [1] [2]

### 2.2. A ORIGEM E EVOLUÇÃO DO ESPAÇO

Até meados do séc. XIX, as bibliotecas serviam apenas a certos grupos, como universitários, professores ou pessoas economicamente abastadas. Desde a invenção da tipografia, os acervos das bibliotecas passaram a aumentar em relação ao número de pessoas interessadas em consultar os livros. Finalmente, no séc. XX assistimos à multiplicação das bibliotecas públicas, prestando um inestimável serviço à educação das comunidades. Isso é resultado, sobretudo, do trabalho paciente de milhares de *biblioteconomistas* em todo o mundo, que serviu para elaborar uma forma de organização dos livros e demais publicações, tornando possível sua utilização pelo público. Ao mesmo tempo, as bibliotecas estão permanentemente informadas das várias publicações, a fim de que seus acervos estejam actualizados e completos.

O Instituto Português do Livro e da Leitura, efectuou estudos relacionados com a leitura pública em Portugal, posteriormente desenvolveu e aplicou desde 1987 um plano de leitura pública, através do apoio à criação de bibliotecas públicas municipais. Trata-se da constituição de uma rede nacional de bibliotecas públicas, tendo por base o concelho, que integra uma Biblioteca Municipal – localizada na sede daquele, em zona central ou muito frequentada – e pólos em diferentes localidades do município, de acordo com o número e a distribuição dos seus habitantes. [1]

### **2.3. AS BIBLIOTECAS NO MUNDO**

A história das bibliotecas segue paralela à história da escrita. Há cerca de seis mil anos que os homens tem mantido registos pictóricos ou escritos das suas ideias e de suas relações com os outros homens e o mundo em seu redor. Os registos foram feitos em diversos materiais osso, argila, metal, cera, madeira, papiro, seda, couro, pergaminho, papel, filme, plástico e fita magnética. Em quase todas as etapas do aproveitamento desses materiais, os homens reuniram colecções de seus registos em bibliotecas.

As Bibliotecas de Argila foram criadas na antiga Mesopotâmia, região que actualmente corresponde a partes do Iraque, Síria e Turquia. Esses povos descobriram que era possível obter registos duradouros fazendo-se marcas na argila húmida, que depois era posta a secar ao sol ou num forno. Algumas das mais antigas placas de argila já descobertas foram feitas mais de dois mil anos antes do nascimento de Cristo pelos sumérios. [3]

Os egípcios usavam o papiro, material feito de talos de uma planta com o mesmo nome, que crescia nas terras alagadas das margens do rio Nilo. Os talos eram cortados em tiras, que eram prensadas em folhas, que reunidas formavam rolos, alguns com extenso comprimento. O papiro tornou-se o material preferido para a escrita entre os povos do Mediterrâneo e os egípcios usaram-no até o séc. X.

Os gregos também usavam o papiro. A biblioteca mais famosa da Grécia antiga foi fundada pelo filósofo Aristóteles na sua escola, o Liceu, que já não existe.

Os romanos antigos conservaram as tradições egípcias e gregas de fundar bibliotecas. A literatura grega, que os romanos admiravam, constituía a parte principal dessas colecções.

Os sábios do mundo antigo escreviam em couro quando não dispunham de papiro. Os Manuscritos do Mar Morto, em rolos de couro descobertos em 1940-1950 contêm os mais antigos manuscritos conhecidos da Bíblia.

O pergaminho, feito de finas camadas de pele de animal, representou um grande avanço em relação ao couro. As folhas de pergaminho não são fáceis de juntar para formar rolos, como as de papiro, logo os escribas e bibliotecários adoptaram a prática de dobrar várias folhas pelo meio e juntá-las por meio de uma costura na dobra. Desse modo, os livros adoptaram a forma que têm ainda hoje. Quando o Império Romano do Ocidente acabou, em 476 d. C., o pergaminho já tinha em grande parte substituído o papiro na Europa. [3]

A primeira metade da Idade Média, de 476 d. C. até por volta do final do séc. X, é conhecida como uma época de obscurantismo. A actividade educacional e artística tornou-se própria dos mosteiros e castelos, sendo que os mosteiros cristãos muito contribuíram para a preservação das bibliotecas e do conhecimento na Idade Média.

Com o Renascimento, que começou na Itália por volta de 1300, os europeus adquiriram um grande desejo de arte e erudição e voltaram-se para a Antiguidade grega e romana em busca de inspiração. A difusão da educação e a crescente afeição de saber criaram uma demanda de livros que excedia em muito o suprimento de cópias feitas a mão. O problema foi resolvido pela invenção da imprensa de Johannes Gutenberg, em meados do séc. XV, técnica difundida rapidamente. A impressão em papel revolucionou a feitura de livros. O livro impresso também provocou muitas mudanças nas bibliotecas, substituindo os manuscritos. Os livros eram colocados em prateleiras e não em arcas, como os manuscritos. Em 1600, as bibliotecas tinham começado a ter a aparência que conservam até hoje. Estantes forravam as paredes e no meio da sala ficavam as mesas para os leitores. [3]

Os Séculos XVII e XVIII representaram uma idade de ouro para as bibliotecas. Muitas ainda hoje existentes foram criadas na Europa, um grande número delas em Universidades.

Em Portugal, a Biblioteca Nacional, em Lisboa, data de 1796. Bibliotecas nacionais, bem como grandes bibliotecas universitárias, foram fundadas em muitos outros países europeus nos séculos XVII e XVIII. [3]

## **2.4. AS BIBLIOTECAS EM PORTUGAL**

As Bibliotecas Públicas foram constituídas e regulamentadas no primeiro quarto do século XIX. As três bibliotecas existentes, não satisfaziam as necessidades da população, colocando Portugal muito aquém do resto da Europa. Foi então decidido aprovar legislação que permitisse a constituição das chamadas “Bibliotecas Populares”. [4]

Hoje com a democratização da cultura, assistimos a uma alteração profunda do conceito de biblioteca. O relicário da sabedoria que via em cada leitor uma ameaça e um inimigo, deu lugar a um espaço aberto, animado, sedutor, onde os livros, os audiovisuais, os jornais, as revistas, a informatização e os jogos se complementam.

A Rede Nacional de Bibliotecas Públicas é uma realização conjunta da Direcção-Geral do Livro e das Bibliotecas e dos municípios portugueses, que tem como objectivo dotar todos os concelhos com uma biblioteca pública moderna.

## **2.5. A BIBLIOTECA DO SÉCULO XXI**

É uma biblioteca híbrida, isto é, com espaços, serviços e colecções simultaneamente físicos e virtuais, em que as novas tecnologias de informação e comunicação passam a ser a base do serviço e da inter-relação com o utilizador. Oferece ao cidadão um conjunto de informações que as novas tecnologias tornam disponível, mas já de forma tratada e seleccionada, possibilitando uma maior rapidez de acesso à informação.

## **2.6. TIPOS DE BIBLIOTECAS**

### **2.6.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

As bibliotecas podem ser públicas ou particulares.

Nas públicas, o acesso aos livros costuma ser gratuito e muitas vezes é possível emprestar livros por um determinado tempo, dependendo das políticas definidas, que variam de acordo com o tipo de obra. São locais que propiciam acesso a informações que, de alguma forma, sejam úteis à comunidade e ajudem a desenvolver a sociedade. Actualmente, muitas bibliotecas procuram oferecer infra-estrutura para inclusão digital.

As particulares podem ser mantidas por instituições de ensino privadas, fundações, instituições de pesquisa ou grandes colecionadores. Algumas permitem acesso à sua colecção, possibilitando a

pesquisadores, estudantes ou interessados o acesso às informações armazenadas nas suas dependências.

Existem, ainda, as bibliotecas especializadas oferecem colecções de informações sobre determinado tema, tais como medicina, matemática, cinema ou outros. [3]

#### 2.6.2. BIBLIOTECAS COMUNITÁRIAS

Geralmente situam-se em áreas residenciais e em bairros da periferia, recebendo pouco ou nenhum apoio governamental. Têm aumentado em número nos últimos anos, inclusive com um sistema informal de empréstimo que dispensa até mesmo funcionários: nesse sistema, o próprio interessado escolhe o seu livro, anota o seu nome num papel e retira a obra, entregando-a quando puder. É, ainda, uma maneira de exercitar a cidadania e o senso de responsabilidade de cada um. [3]

#### 2.6.3. BIBLIOTECAS MONACAIS OU MONÁSTICAS

Existem três tipos de bibliotecas monacais: as bibliotecas dos mosteiros, das catedrais e as capitulares, como por exemplo a da Catedral de Chartres e bibliotecas dos Doutores da Igreja, como São Jerónimo, Santo Agostinho, São Bento e São Isidoro, bispo de Sevilha.

As mais célebres bibliotecas monásticas são a Biblioteca do Monte Athos, na Grécia, a Biblioteca de Cassiodoro, escritor e estadista romano e a biblioteca de Monte Cassino. [3]

#### 2.6.4. BIBLIOTECAS UNIVERSITÁRIAS

O grande acontecimento medieval que, de uma certa forma, decide os destinos de toda a civilização e, por consequência, os destinos do livro, é a fundação das universidades. Estão ao serviço dos estudantes e do pessoal docente das universidades e outros estabelecimentos de ensino. Correspondem à unidade de informação de uma Universidade, pelo que as suas colecções devem reflectir as matérias leccionadas nos cursos e áreas de investigação da instituição. A documentação é, sobretudo, de carácter científico e técnico, que deve ser permanentemente actualizada, através da aquisição frequente de um grande número de publicações periódicas em suporte papel ou electrónico. A selecção da documentação é feita, essencialmente, pelos directores de cada departamento da Universidade e não tanto pelo bibliotecário.

Estas Instituições têm como objectivos principais apoiar o ensino e a investigação, dar um tratamento técnico aprofundado aos documentos, nomeadamente ao nível da indexação e actualizar constantemente os fundos documentais. [3]

#### 2.6.5. BIBLIOTECAS PARTICULARES

São as bibliotecas reais, dos grandes senhores, que mais tarde passaram a ser oficiais ou públicas. A mais importante biblioteca pública foi a Biblioteca de Carlos Magno - Rei dos Francos (768-814). Escritores e intelectuais detinham, usualmente, grandes bibliotecas, geralmente incorporadas a universidades após a morte dos donos. [3]

#### 2.6.6. BIBLIOTECAS INFANTIS

Oferecem toda uma variedade de serviços e fundos bibliográficos vocacionados especialmente para as crianças. Têm como prioridade criar e fortalecer hábitos de leitura nas crianças desde tenra idade, familiarizá-las com os diversos materiais que poderão enriquecer as suas horas de lazer. Visam despertar as crianças para os livros e a leitura, desenvolvendo a sua capacidade de expressão, criatividade e imaginação. [1]

#### 2.6.7. BIBLIOTECAS HOSPITALARES

São bibliotecas normalmente criadas a partir da cooperação com o Ministério da Saúde, que visam a humanização da assistência aos doentes. O seu objectivo é fazer com que o período de hospitalização não seja um factor de exclusão para os doentes, pois vêm-se afastados da família, amigos e de sua casa. Também tornar a sua “estadia” mais lúdica, alegre, o menos traumatizante possível, atenuar situações de angústia e sofrimento, melhorar as relações com a equipe hospitalar e contribuir para o bem-estar físico e psíquico dos doentes. Os seus utilizadores são todos quantos vão ao hospital, crianças e pais, jovens, adultos e idosos, portanto, todos aqueles que se encontrem imobilizados no leito, em períodos de espera, em momentos transitórios ou livres de internamento, consulta ou atendimento ambulatorio. Os profissionais de saúde, médicos, enfermeiros e voluntários, exercem de mediadores entre os livros, a leitura e os doentes, pois, vão espalhando a leitura pelos vários ambientes dos Hospitais Públicos do País. [1]

### 2.7. A BIBLIOTECA E O SOM

Na biblioteca podemos encontrar uma espaço de silêncio o “lugar de silêncio” e ou o “lugar de som”. A maioria das pessoas questionadas quanto às funções da biblioteca, respondem que é um lugar de estudo, investigação, de leitura, portanto um “lugar de silêncio”. Por um lado a biblioteca deve isolar as pessoas do mundo exterior, permitindo o recolhimento e a reflexão, por outro devia ter boas condições acústicas, já que o projecto da biblioteca deve garantir condições de conforto ambiental adequadas, incluindo um estudo de condicionamento acústico que dê indicações concretas relativamente aos acabamentos a utilizar, bem como em relação à forma e dimensão dos espaços, com vista a serem asseguradas condições de utilização adequadas.

Devem, desde logo, ser tidas em atenção todas as recomendações regulamentares nas mais diversas especialidades desde o aquecimento, ventilação, iluminação e ar condicionado, sem esquecer o condicionamento acústico do local.

### 2.8. BIBLIOTECAS PÚBLICAS

A intenção de criação de bibliotecas públicas encontrava-se já manifesta no Real Decreto de 2 de Agosto, de 1870, segundo o qual a biblioteca era “para todos e para cada um”. [4] No entanto, para além da criação das escassas bibliotecas públicas constituídas a partir de livrarias de conventos extintos, como por exemplo, Porto, Vila Real e Braga, tal não se concretizou inteiramente até aos anos 80 do século XX, em que finalmente é posto em marcha um plano que dotasse a sociedade de equipamentos tão necessários à sua evolução cultural, artística. [4]

Barreto Nunes (1996) refere um inquérito concluído em 1985 que revela só existirem cerca de 30% de bibliotecas nos 275 municípios, onde só metade delas cumpriam parte das funções consagradas no Manifesto da UNESCO.

Em 1986, seguindo a linha de uma política nacional de leitura pública, foi criado um “programa de fomento à criação de uma rede pública de bibliotecas municipais” denominado Programa da Rede Nacional de Bibliotecas Públicas, tendo sido implementado um ano mais tarde. [6]

Este programa visava “dotar todos os concelhos do país de uma Biblioteca Pública, de acordo com princípios e normas estabelecidos internacionalmente” [6] preconizados no Manifesto da UNESCO, “através de apoio técnico e financeiro, contribuindo para assegurar a igualdade de acesso à informação e ao conhecimento”. [7] Exigiu um empreendimento a nível nacional uma vez que o país não dispunha de equipamentos que funcionassem segundo estas normas. Para tal foi necessário criar parcerias de modo a possibilitar a instalação e modernização das bibliotecas públicas.

O *Manifesto da IFLA/UNESCO sobre bibliotecas públicas*, baseado na publicação *Standards for public libraries* de 1973, substituída por *Guidelines for public libraries* em 1986, é uma declaração dos princípios fundamentais do serviço das bibliotecas públicas que “encoraja as autoridades nacionais e locais a apoiar activamente e a comprometerem-se no desenvolvimento das bibliotecas públicas”.

As características das bibliotecas públicas podem ser definidas da seguinte forma:

“Uma biblioteca pública é uma organização fundada, sustentada e financiada pela comunidade, quer através do governo local, regional ou nacional quer através de outras formas de organização comunitária. Proporciona o acesso ao conhecimento, à informação e obras criativas através de um leque variado de recursos e serviços e encontra-se à disposição de todos os membros da comunidade, sem distinção de raça, nacionalidade, idade, sexo, religião, língua, deficiência, condição económica e laboral e qualificações académicas”. (in “Os serviços da Biblioteca Pública – Directrizes da IFLA/UNESCO)

As bibliotecas construídas seriam de três tipos, conforme o número de habitantes dos concelhos, variando entre si, a dimensão e qualidade dos fundos, tipo de serviços oferecidos e instalações:

- B.M.1: concelhos com população inferior a 20 000 habitantes; 1053 m<sup>2</sup> área bruta e 752 m<sup>2</sup> área útil;
- B.M.2: concelhos com população entre 20 000 e 50 000 habitantes; 1883 m<sup>2</sup> área bruta e 1345 m<sup>2</sup> área útil;
- B.M.3: concelhos com população superior a 50 000 habitantes; 2660 m<sup>2</sup> área bruta e 1900 m<sup>2</sup> área útil.

As bibliotecas designadas por “Bibliopólis” também fazem parte deste programa, integrando-se nos grandes centros urbanos, onde apoiam outras bibliotecas, destinado aos Municípios de Braga, Coimbra, Évora, Lisboa e Porto, comprometendo-se a constituir redes concelhias de bibliotecas, “pressupondo a criação de anexos e definindo a sua articulação com a biblioteca central”. [7]

Deve ainda referir-se a importância que a Fundação Calouste Gulbenkian teve na divulgação da informação e propagação da cultura por todo o País, ao nível da leitura pública, tendo criado 166 bibliotecas fixas e 59 itinerantes, tendo contribuído para os fundos locais que actualmente existem em muitas bibliotecas.

# 3

## MÉTODO

### 3.1. SELECÇÃO DA AMOSTRA

Para a realização deste trabalho, foram enviados às entidades responsáveis pelas bibliotecas respectivas, um pedido de autorização, para efectuar a avaliação dos parâmetros acústicos da sala de leitura, sem ocupação e avaliar também, o ruído dos equipamentos centrais de climatização. Os ensaios de acústica, foram sempre efectuados com a sala de leitura sem ocupação de pessoas (sala vazia) e tiveram a duração aproximada de três horas. Ora esta condição obrigatória, de ter a sala de leitura desocupada, dificultou um pouco os trabalhos, pois as avaliações só poderiam ser efectuadas, nos dias em que as bibliotecas estivessem fechadas ao público.

Os critérios de avaliação foram sempre semelhantes, para todas as salas de leitura das bibliotecas, de forma a garantir coerência nos parâmetros avaliados, de modo a estarem assegurados os seguintes requisitos:

- para as medições dos parâmetros acústicos, as salas de leitura deveriam estar sem ocupação;
- não poderia haver no dia da avaliação obras ou ruídos anómalos, tanto no interior como no exterior;
- não deveriam existir condições meteorológicas adversas;
- o mobiliário da salas de leitura deveria estar com a disposição habitual.

Todas as bibliotecas que se disponibilizaram, reuniam as condições necessárias, contudo, devido a dificuldades em conciliar as avaliações com as disponibilidades técnicas e com as deslocações, não foram avaliadas as seguintes Biblioteca Municipais: Camilo Castelo Branco em Vila Nova de Famalicão, Lamego, Murça, Ovar, Penafiel, Peso da Régua, Póvoa de Varzim, Raúl Brandão em Guimarães, Sines e Vieira do Minho.

Considerou-se para este estudo uma amostra de vinte e oito bibliotecas, distribuídas de norte a sul de Portugal, representando uma amostra com grande diversidade, tanto em época de construção, estilo arquitectónico e até mesmo diferenças ao nível da utilização.

### **3.2. A AMOSTRA**

A amostra compreendeu uma vasta diversidade de bibliotecas a nível Nacional, fazendo parte deste estudo, diversas bibliotecas com um elevado valor histórico e patrimonial. Foram incluídas nesta investigação, bibliotecas com diferentes estilos arquitectónicos e com épocas de construção bastante diferentes, contudo a grande maioria das bibliotecas incluídas nesta investigação, são bibliotecas municipais de construção recentes.

Seguiu-se a classificação atribuída no Programa da Rede Nacional de Bibliotecas Públicas quanto à tipologia, que tem por base o número de habitantes existente no concelho. Assim as bibliotecas municipais são classificadas de acordo com programa de apoio tipo de BM 1, BM 2 e BM 3, ou ainda de “bibliopólis”. Recorde-se que as bibliotecas municipais tipo 1 (BM1), são aquelas que estão inseridas em concelhos com população inferior a 20 mil habitantes, as bibliotecas municipais tipo 2 (BM2), estão inseridas em concelhos com população entre 20 mil e 50 mil habitantes e as bibliotecas municipais tipo 3 (BM3), aquelas que servem uma população superior a 50 mil habitantes. Existe também o programa de apoio e financiamento designado de “bibliopólis”, que está destinado a apoiar bibliotecas em grandes centros urbanos, onde já existam outras importantes unidades de informação, por exemplo, bibliotecas universitárias e destinam-se aos municípios de Braga, Coimbra, Évora, Lisboa e Porto. [7]

Além das bibliotecas municipais, incluíram-se também duas bibliotecas universitárias, Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e a Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto. Todas as outras bibliotecas que participaram nesta investigação, tanto pelo seu valor histórico e arquitectónico, assim como patrimonial foram classificadas de “patrimoniais”.

Apresenta-se no quadro 3.1 a lista das bibliotecas estudadas, o código de identificação adoptado, a tipologia correspondente assim como a sua localização distrital, abrangendo 13 distritos, num total de 18 distritos Nacionais. Representa-se na figura 3.1 a distribuição geográfica das bibliotecas por distrito.

Quadro 3.1 – Lista das bibliotecas estudadas com o código adoptado, a tipologia e a localização por distrito.

BIBLIOTECAS	Código	Tipologia	Localização
M. de Almeida Garrett	PG	Bibliopólis	Porto
do Palácio da Ajuda	LA	Patrimonial	Lisboa
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	BM 1	Lisboa
M. Central - Palácio Galveias	LC	Patrimonial	Lisboa
Geral da Universidade de Coimbra	CG	Universitária	Coimbra
Nacional de Portugal	LN	Patrimonial	Lisboa
Pública de Braga	BP	Patrimonial	Braga
M. de Campo Maior	CM	BM 1	Portalegre
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	BM 1	Beja
Pública de Évora	EV	Patrimonial (BM 1)	Évora
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	Universitária	Porto
M. Simões de Almeida (tio)	FV	BM 1	Leiria
M. de Gondomar	GO	BM 3	Porto
Joanina	CJ	Patrimonial	Coimbra
M. Florbela Espanca	MA	BM 3	Porto
M. de Monforte	MO	BM 1	Portalegre
M. Ferreira de Castro	OA	BM 3	Aveiro
M. de Oliveira do Bairro	OB	BM 1	Aveiro
M. Pública do Porto	PM	Patrimonial	Porto
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	BM 2	Setúbal
M. de Sesimbra	SE	BM 2	Setúbal
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	BM 3	Braga
M. de Viana do Castelo	VA	BM 3	Viana do Castelo
M. José Régio	VC	BM 3	Porto
M. de Santa Maria da Feira	SF	BM 3	Aveiro
M. D. Miguel da Silva	VI	BM 3	Viseu
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	BM 3	Porto
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	BM 2	Vila Real

M. – Municipal.

Da análise do quadro 3.1, verifica-se que, são dezanove as bibliotecas municipais, assim existem nesta amostra, nove do tipo BM3, três do tipo BM2 e seis do tipo BM1, existe ainda dentro das municipais, uma biblioteca de tipologia bibliopólis. Na amostra em estudo estão incluídas também duas bibliotecas universitárias e sete bibliotecas patrimoniais. Refira-se que a Biblioteca Pública de Évora, embora tenha sido recentemente classificada de (BM1), pelo seu elevado valor patrimonial, histórico e arquitectónico, foi incluída no grupo das bibliotecas patrimoniais.



Figura 3.1 – Distribuição geográfica das bibliotecas estudadas.  
(Adaptado de [8])

Em virtude do conjunto de todas as bibliotecas estudadas, apresentar uma grande diversidade, tanto em época de construção, estilo arquitectónico e até mesmo diferenças ao nível da utilização, entendeu-se que seria importante comparar os resultados obtidos, mas distinguindo dois grupos diferentes de salas de leitura.

O primeiro grupo, designado de bibliotecas “Clássicas”, compreende aquelas bibliotecas cuja sala de leitura, está perfeitamente isolada dos outros compartimentos do edifício e é exclusivamente vocacionada para actividades de leitura estudo ou investigação. Neste grupo, a sala de leitura encontra-se completamente ocupada com as mesas (secretárias) e as estantes com os livros estão localizadas nas paredes laterais, podendo em alguns casos ocupar também a parede de fundo e prolongar-se em altura até ao tecto (são exemplos disso a Biblioteca do Palácio da Ajuda, a Biblioteca Nacional de Portugal, a Biblioteca Pública de Évora e a Biblioteca Joanina).

O segundo grupo de bibliotecas, de construção mais recente, designadas de “Modernas”, compreende aquelas em que a sala de leitura, também conhecida por “Sala de Adultos”, estão em espaços amplos e por vezes sem divisões bem definidas, podendo ser contíguos com outros compartimentos ao nível do

mesmo piso, ou servir de ligação entre pisos, por vãos livres ou de escadas. Nestas bibliotecas, a sala de leitura está vocacionada para várias funções e tem sectores tão específicos como, zonas de leitura e estudo, zonas para a consulta de periódicos, consulta de audiovisuais, multimédia, etc.. Assim, o espaço está organizado de tal forma que a sala é ocupada alternadamente com as mesas e onde as estantes de livros, preenchem também parcialmente o espaço interior da sala de leitura, servindo de divisão entre os vários sectores (são exemplos a Biblioteca Municipal de Almeida Garrett, a Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo, a Biblioteca Municipal de Campo Maior, a Biblioteca Municipal de Sesimbra, entre outras).

Apresenta-se no quadro 3.2, a lista das bibliotecas consideradas neste estudo de “Clássicas” e no quadro 3.3, a lista das bibliotecas consideradas de “Modernas”. São oito as salas de leitura que pertencem ao grupo das bibliotecas “Clássicas”, enquanto que o grupo das bibliotecas “Modernas” é constituído por vinte salas de leitura, indicam-se também aquelas bibliotecas que têm instalados equipamentos centrais de climatização (AVAC).

Quadro 3.2 – Lista das bibliotecas pertencentes ao grupo das “Clássicas”, indicando as que têm equipamentos centrais de climatização.

Bibliotecas “Clássicas”	Código	Equipamentos centrais de climatização (AVAC)
do Palácio da Ajuda	LA	Não tem
M. Central - Palácio Galveias	LC	Não tem
Geral da Universidade de Coimbra	CG	Não tem
Nacional de Portugal	LN	Tem
Pública de Braga	BP	Tem
Pública de Évora	EV	Não tem
Joanina	CJ	Não tem
M. Pública do Porto	PM	Tem

M. – Municipal.

De referir que se decidiu inclui no grupo das bibliotecas “Clássicas”, a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, pois está perfeitamente isolada dos outros compartimentos e a sala de leitura, encontra-se completamente ocupada com as mesas e cadeiras.

Quadro 3.3 – Lista das bibliotecas pertencentes ao grupo das “Modernas”, indicando as que têm equipamentos centrais de climatização.

Bibliotecas “Modernas”	Código	Equipamentos centrais de climatização (AVAC)
M. de Almeida Garrett	PG	Tem
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	Tem
M. de Campo Maior	CM	Tem
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	Tem
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	Tem
M. Simões de Almeida (tio)	FV	Tem
M. de Gondomar	GO	Tem
M. Florbela Espanca	MA	Tem
M. de Monforte	MO	Não tem
M. Ferreira de Castro	OA	Tem
M. de Oliveira do Bairro	OB	Não tem
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	Tem
M. de Sesimbra	SE	Tem
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	Tem
M. de Viana do Castelo	VA	Tem
M. José Régio	VC	Avariado
M. de Santa Maria da Feira	SF	Tem
M. D. Miguel da Silva	VI	Tem
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	Tem
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	Tem

M. – Municipal.

### 3.3. CARACTERIZAÇÃO HISTÓRICA DA AMOSTRA

#### 3.3.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Será feita uma breve caracterização de cada uma das bibliotecas estudadas, nomeadamente, um pequeno desenvolvimento histórico das bibliotecas mais antigas, ou seja, daquelas que possuem um valor patrimonial e histórico notoriamente relevante, em oposição com as bibliotecas mais recentes que por isso mesmo não apresentam uma componente histórica representativa.

#### 3.3.2. BIBLIOTECA MUNICIPAL ALMEIDA GARRETT (PG)

Designação: Biblioteca Municipal Almeida Garrett

Tipologia: Bibliopólis

Data da inauguração: 02/04/2001

Arquitecto: José Manuel Soares

Localização: Rua de Entre quintas, 328; 4050-239 Porto

Área bruta: 8393 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bib.agarrett@cm-porto.pt](mailto:bib.agarrett@cm-porto.pt)

Fonte: [1]

A Biblioteca Municipal Almeida Garrett situa-se nos jardins do Palácio de Cristal e foi construída no âmbito da reabilitação que teve lugar naquele parque urbano, com vista à oferta de um leque variado de actividades, entre as quais as culturais. O edifício (figura 3.2) está dividido em três pisos e inclui para além da biblioteca (figura 3.3 e figura 3.4), um auditório uma galeria de exposições e um pequeno bar de apoio. O espaço reservado para a biblioteca encontra-se distribuído por dois pisos, ocupando uma área de 4500 m<sup>2</sup>.



Figura 3.2 – Exterior da Biblioteca Municipal Almeida Garrett.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.3 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

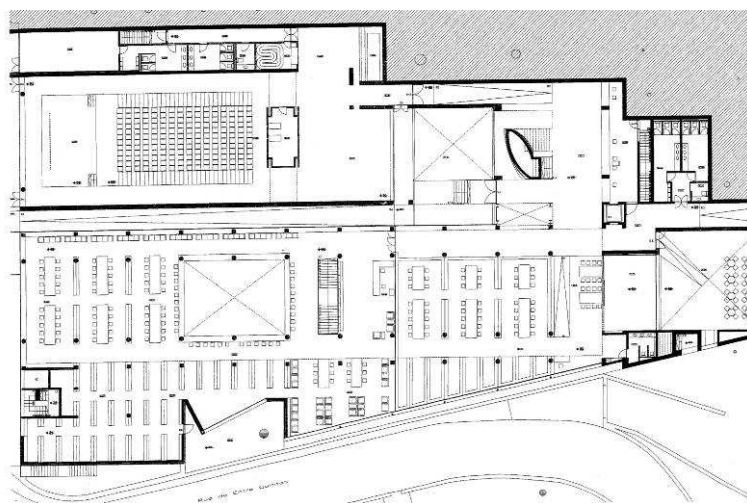


Figura 3.4 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.3. BIBLIOTECA DO PALÁCIO DA AJUDA (LA)

Designação: Biblioteca do Palácio da Ajuda

Tipologia: Patrimonial

Data da inauguração: 1796

Arquitecto: projecto de Manuel Caetano de Sousa e novas formulações de Francisco Xavier Fabri e José da Costa e Silva.

Localização: Palácio Nacional da Ajuda; 1349-021 Lisboa

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Adaptação

– E-mail: [bib\\_ajuda@bnportugal.pt](mailto:bib_ajuda@bnportugal.pt)

– Fontes: [1]e [9]

A Biblioteca do Palácio da Ajuda (figura 3.5 e figura 3.6), assim designada dada a sua localização neste edifício, tem a sua origem na Biblioteca Real, datada do século XV e instalada na Casa do Forte do Paço da Ribeira. Largamente beneficiado pelo rei D. João V, o seu espólio terá sido significativamente reduzido com o terramoto de 1755 tendo os seus salvados formado uma nova biblioteca, em casas anexas à Real Barraca<sup>1</sup>. Esta foi reconstituída a partir da compra de bibliotecas de alguns bibliófilos e doações. [10]

Em início do século XIX, na sequência das Invasões Francesas, a Biblioteca Real é transferida para o Rio de Janeiro, onde se encontrava a Corte. Formou-se, assim, a Biblioteca Nacional do Rio de Janeiro. O núcleo de manuscritos da Casa Real regressa depois a Portugal, tendo sido colocado em casas próprias junto ao actual Palácio da Ajuda. Ao seu espólio foram incorporadas, em 1821, as livrarias da Companhia de Jesus, Congregação do Oratório e Palácio das

<sup>1</sup> Este edifício localizado na Ajuda e construído unicamente em madeira, era onde estava sediada a corte real.

Necessidades, assim como as de outros conventos, devido à extinção das Ordens Religiosas em 1834, enriquecendo assim a sua colecção. [10]

Em 1880, no reinado de D. João VI, a biblioteca inaugura-se na Ala Norte do Palácio da Ajuda, tendo incorporando as livrarias de D. Luís e D. Pedro V.

Para além de ter tido como directores, personalidades tão conhecidas como Alexandre Herculano e Ramalho Ortigão, a Biblioteca da Ajuda detém um acervo muito importante pelo número elevado de manuscritos preciosos, únicos e raros.

Esta biblioteca é composta por cinco salas, sendo três de acesso público. Estas últimas distinguem-se, especialmente, pelas suas dimensões, altura das estantes e galerias, assim como pelo seu mobiliário e decoração interior (figura 3.6). Será curioso referir que as suas prateleiras perfazem um comprimento de 3 km. [10]

Apresenta-se figura 3.7, a planta do Palácio da Ajuda com a localização biblioteca.



Figura 3.5 – Exterior da Biblioteca do Palácio da Ajuda.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.6 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

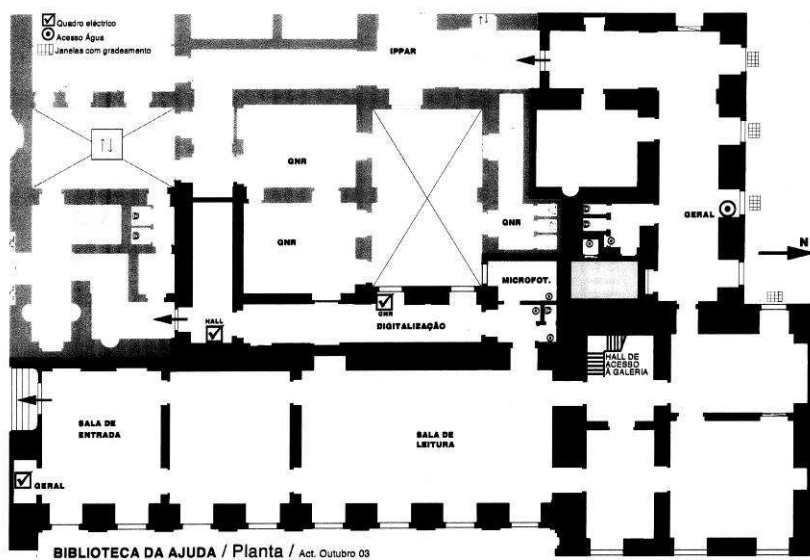


Figura 3.7 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

#### 3.3.4. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE ALVERCA DO RIBATEJO (AL)

Designação: Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo

Tipologia: BM1

Data da inauguração: Informação não disponível

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Centro Comercial Parque, 1º Piso; 2615 Alverca

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [info.alv@bmvfx.net](mailto:info.alv@bmvfx.net)

Fonte: [1]

Não se encontra disponível, nos meios utilizados, qualquer informação relativa a esta biblioteca. Dado tratar-se de um edifício novo que alberga, conjuntamente com outros serviços, a biblioteca, nada de relevante há a relatar no que toca à sua caracterização histórica.

Na figura 3.8, figura 3.9 e figura 3.10, é possível visualizar o espaço circundante da Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo, o seu interior e a planta, respectivamente.



Figura 3.8 – Exterior da Biblioteca Municipal Alverca do Ribatejo.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.9 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

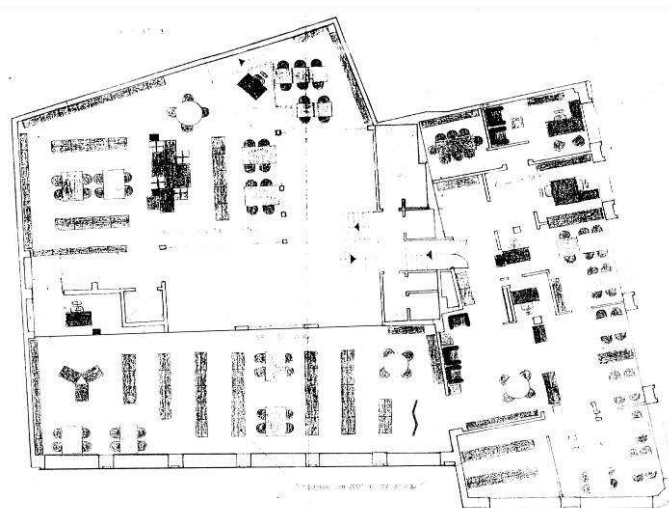


Figura 3.10 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.5. BIBLIOTECA MUNICIPAL CENTRAL - PALÁCIO GALVEIAS (LC)

Designação: Biblioteca Municipal Central - Palácio Galveias

Tipologia: Patrimonial (BLx Central)

Data da inauguração: 05/07/1931

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Palácio Galveias; Campo Pequeno; 1049-046 Lisboa

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bib.galveias@cm-lisboa.pt](mailto:bib.galveias@cm-lisboa.pt)

Fonte: [1]

O edifício seleccionado para albergar a Biblioteca Central foi o Palácio Galveias (Figura 3.11), datado do século XVIII, que foi restaurado sob a orientação do Comandante Quirino da Fonseca, transitando então para a Câmara. Juntamente com a biblioteca, são também aí instalados o Arquivo e o Museu Municipal. [11]

De um modo análogo à Biblioteca do Palácio da Ajuda, o seu acervo foi sendo enriquecido, ao longo dos tempos, através de doações e incorporações de outras livrarias, bem como de fundos da Câmara Municipal. “Com um espólio inicial de 31.916 volumes, era uma biblioteca “caracterizadamente erudita e enriquecida da bibliografia que especialmente se reporta à vida e ao progresso das cidades modernas”, (citando o discurso de Júlio Dantas no acto inaugural). [11]

Na figura 3.11, figura 3.12 e figura 3.13, é possível visualizar o exterior da biblioteca, o seu interior e a planta, respectivamente.



Figura 3.11 – Exterior da Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.12 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

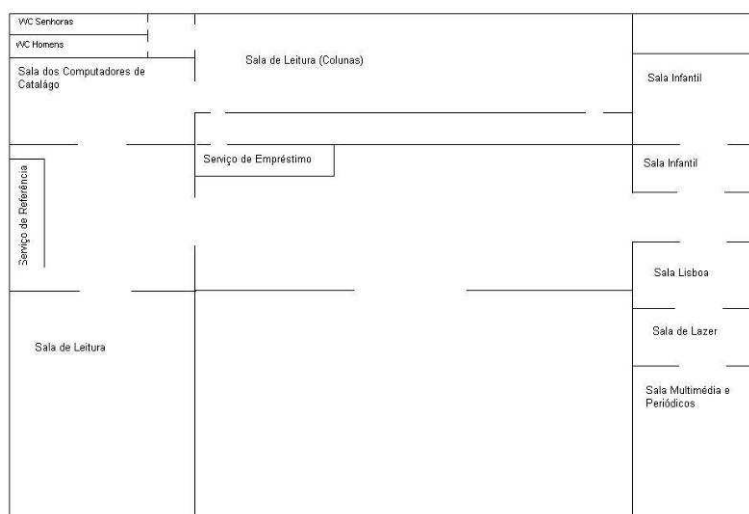


Figura 3.13 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.6. BIBLIOTECA GERAL DA UNIVERSIDADE DE COIMBRA (CG)

Designação: Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra

Tipologia: Universitária

Data da inauguração: 1956

Arquitecto: Alberto José Pessoa

Localização: Largo da Porta Férrea; 3000-447 Coimbra

Área bruta: 7000 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [secretaria@bg.uc.pt](mailto:secretaria@bg.uc.pt)

Fonte: [1]

A Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra encontra-se distribuída por dois edifícios, constituindo um deles a famosa Biblioteca Joanina, cuja descrição será feita adiante. “A Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra reparte-se por dois edifícios, sendo a Biblioteca Joanina, conhecida pela sua riqueza arquitectónica e decorativa, monumento nacional”.

A Biblioteca Geral, localizada no edifício conhecido como Estudos Velhos, pertence à Universidade de Coimbra, “referência incontornável da cultura portuguesa”, cuja história remonta à fundação do Estado Português. [12]

Não é bem conhecida a origem desta biblioteca, tendo sido encontradas “provas documentais” da existência de uma Livraria do Estudo, de carácter público. O seu desenvolvimento, porém, só é permitido durante o reinado de D. João V, após as guerras da restauração, tendo este autorizando a construção de um edifício próprio.

Em 1962, no “âmbito das obras da Cidade Universitária de Coimbra” entra em funcionamento, nas instalações da antiga Faculdade de Letras agora adaptadas a uma nova biblioteca, o edifício novo da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra (Figura 3.14), referido inicialmente. [13]

Na figura 3.14, figura 3.15 e figura 3.16, é possível visualizar o exterior da biblioteca, o seu interior e a planta, respectivamente.



Figura 3.14 – Exterior da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.  
[Fotografia do autor]

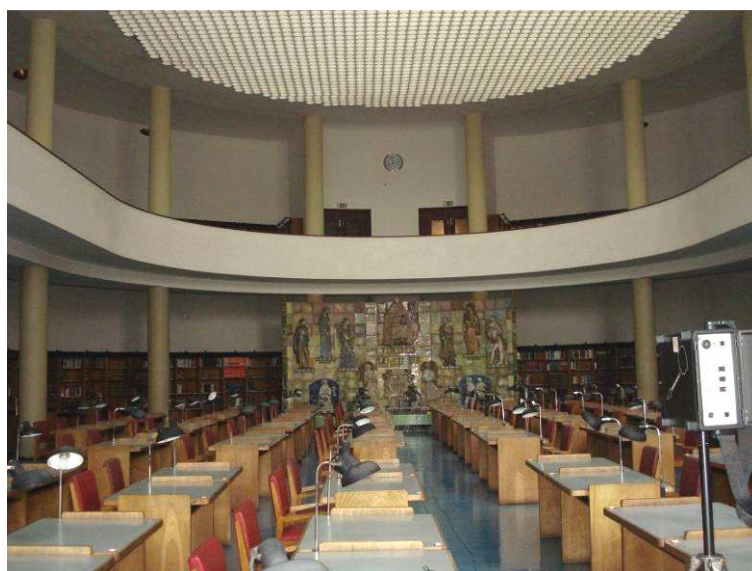


Figura 3.15 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.16 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.7. BIBLIOTECA NACIONAL DE PORTUGAL (LN)

Designação: Biblioteca Nacional de Portugal

Tipologia: Patrimonial

Data da inauguração: 10/04/1969

Arquitecto: Porfírio Pardal Monteiro

Localização: Campo Grande, 83; 1749-081 Lisboa

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bn@bnportugal.pt](mailto:bn@bnportugal.pt)

Fonte: [14]

Fundada em 1796 como Real Biblioteca Pública da Corte, foi-lhe concedida a qualidade de Biblioteca Pública, através do mesmo Alvará Régio que a criou, sendo instalada no Torreão Ocidental da Praça do Comércio. [14]

A sua colecção foi beneficiada, na fase inicial, de doações régias e privadas.

De um modo similar à Biblioteca do Palácio da Ajuda, o seu acervo foi ampliado através da incorporação de livrarias dos conventos e mosteiros das Ordens Religiosas extintas em 1834, transformando-se assim, na Biblioteca Nacional de Lisboa e obrigando à sua transferência para um local mais amplo, o Convento de S. Francisco. [14]

A modernização, o elevado número de obras e a necessidade de condições de conservação ditaram a construção de um novo edifício (figura 3.17), onde se encontra actualmente.

Possui 1597 incunábulo<sup>2</sup>, dentre os quais alguns são exemplares únicos no mundo.

A criação da Base Nacional de Dados Bibliográficos (PORBASE) resulta de um processo de informatização desta biblioteca conjuntamente com um projecto de apoio às bibliotecas portuguesas. A par desta modernização foi criada a Biblioteca Nacional Digital (BND), que se encontra em articulação com instituições europeias. [14]



Figura 3.17 – Exterior da Biblioteca Nacional de Portugal.  
[Fotografia do autor]

A figura 3.18 ilustra o interior da biblioteca, nomeadamente a sua sala de leitura.

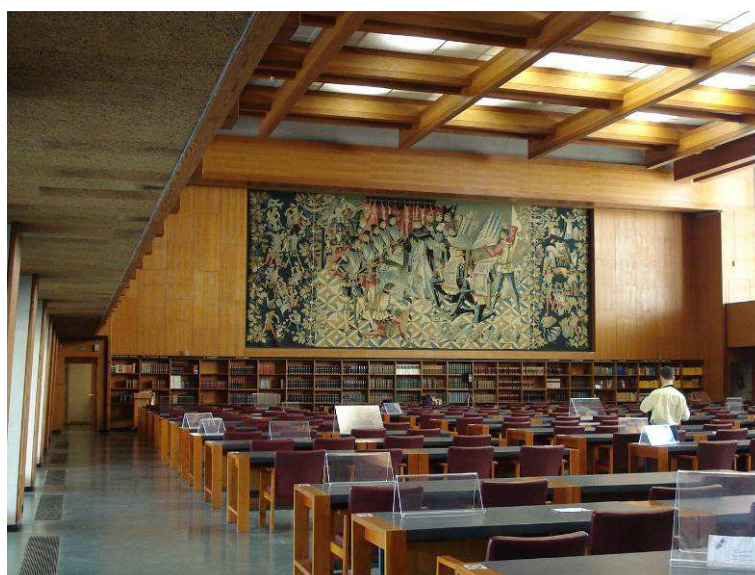


Figura 3.18 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

---

<sup>2</sup> Colecção de obras impressas até 1500. [9]

### 3.3.8. BIBLIOTECA PÚBLICA DE BRAGA (BP)

Designações: Biblioteca Pública de Braga

Tipologia: Patrimonial

Data da inauguração: 13/07/1841

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Largo do Paço; 4704-553 Braga

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bpb@bpb.uminho.pt](mailto:bpb@bpb.uminho.pt)

Fonte: [15]

A extinção dos conventos minhotos em 1834 exigiu a conservação das suas riquíssimas livrarias que ficariam, desta forma, expostas ao roubo e à destruição. Assim, em 1841, “através de uma carta de lei da Rainha D. Maria II” e por inspiração de Almeida Garrett, é criada uma biblioteca no edifício do Convento dos Oratorianos, a partir de rendimentos municipais. [16]

Durante algumas décadas, a biblioteca passa por experiências conturbadas desde o seu difícil relacionamento com a Câmara Municipal até agitações políticas, funcionando irregularmente a partir de 1857, data “oficial” da sua inauguração, embora sem condições de acesso ao público. Nos anos seguintes, o seu fundo bibliográfico diminui à custa de roubos e desleixo. [16]

Em 1934 é finalizada a sua transferência para o antigo Paço Arquiepiscopal, residência do Arcebispo D. José de Bragança, que após um incêndio que o destruiria por completo em 1866, foi reabilitado com o intuito de lá ser instalada a Biblioteca Pública e o Arquivo Distrital.

Em 1975 a biblioteca (figura 3.19) foi integrada na Universidade do Minho, trazendo inúmeros benefícios, tais como o tratamento dos fundos imobiliários e aquisição de mobiliário e equipamento, entre outros. [16]

Na figura 3.20 e figura 3.21, é possível visualizar a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.19 – Exterior da Biblioteca Pública de Braga.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.20 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

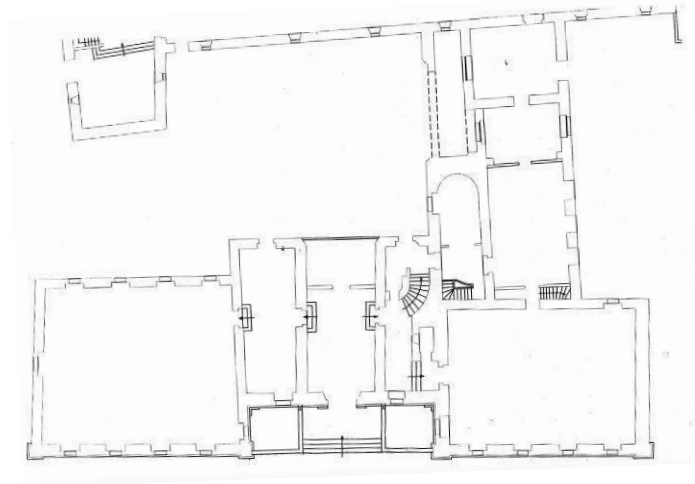


Figura 3.21 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.9. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE CAMPO MAIOR (CM)

Designação: Biblioteca Municipal de Campo Maior

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 25/04/1993

Arquitecto: Vítor Manuel Pinto Rei

Localização: Rua de Olivença, 2,7370-108 Campo Maior

Área bruta: 772 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bibliotecamunicipalcampomaior@hotmail.com](mailto:bibliotecamunicipalcampomaior@hotmail.com)

Fonte: [17]

A Biblioteca Municipal de Campo Maior está instalada desde 1993, data em que foi inaugurada, no Palácio Visconde de Olivã, que data do século XVIII. O Palácio foi reabilitado e além da biblioteca, estão também os serviços de Repartição de Finanças e o famoso Museu do Azeite, para o qual se aproveitaram as instalações do lagar de azeite existente no palácio. Na figura 3.22 e figura 3.23, é possível visualizar o exterior da biblioteca e a sala de leitura, respectivamente.



Figura 3.22 – Exterior da Biblioteca Municipal de Campo Maior.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.23 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

### 3.3.10. BIBLIOTECA MUNICIPAL MANUEL DA FONSECA – CASTRO VERDE (CV)

Designação: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 22/04/1995

Arquitecto: Júlio Veloso

Localização: Rua Prof.<sup>a</sup> Ema Júlio Valente; 7780-188 Castro Verde

Área bruta: 1240 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca.municipal@cm-castroverde.pt](mailto:biblioteca.municipal@cm-castroverde.pt)

Fonte: [1] e [18]

Esta biblioteca é assim denominada em homenagem ao escritor do neo-realismo português, Manuel da Fonseca, que “fez parte do grupo do Novo Cancioneiro, grupo de jovens poetas que em princípios dos anos 40 tentaram criar poesia de carácter social”, sendo a sua obra “fundamental para compreender o Alentejo do século XX”. [18]

Analogamente à Biblioteca Municipal de Campo Maior, não foi obtida qualquer informação no que se refere a factos relevantes para este estudo.

Na figura 3.24, figura 3.25 e figura 3.26, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e as plantas, respectivamente.



Figura 3.24 – Exterior da Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca – Castro Verde.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.25 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

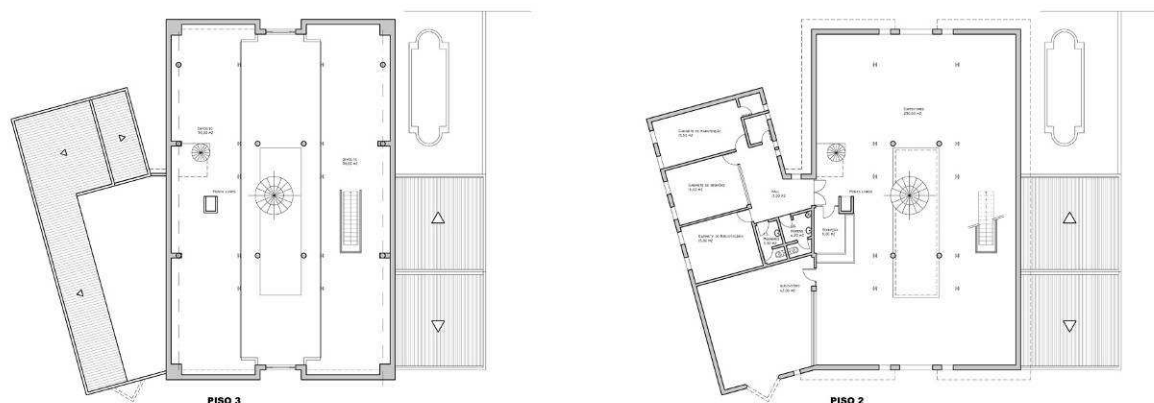


Figura 3.26 – Plantas da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.11. BIBLIOTECA PÚBLICA DE ÉVORA (EV)

Designação: Biblioteca Pública de Évora

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 25/03/1805

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Largo Conde de Vila Flor; 7000-804 Évora

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bpevora@bpe.pt](mailto:bpevora@bpe.pt)

Fonte: [19]

A Biblioteca Pública de Évora (Figura 3.27), é das “mais antigas e mais ricas de Portugal”, conservando um espólio de colecções raras e únicas. Fundada pelo Arcebispo Frei Manuel do Cenáculo, um clérigo poderoso, generoso e culto e uma das “figuras de maior relevo do Iluminismo Português”, localiza-se em pleno Centro Histórico da cidade considerada Património Mundial, conferindo-lhe, portanto, maior relevo. [19]

O edifício onde se encontra foi inaugurado em 1666 “sobre os restos do antigo Castelo”. Em 1808, aquando da invasão francesa, parte do seu fundo foi destruído ou saqueado. [19]

Beneficiou da incorporação das livrarias dos conventos extintos tendo sido enriquecida com preciosos legados, doações, compras de livros e manuscritos, entre outros. As suas colecções patrimoniais são importantes fontes para estudos nas várias áreas científicas, como está bem visível nas inúmeras publicações em diversos campos, como História, Estudos Musicológicos, Antropologia e Literatura.

À semelhança da Biblioteca Nacional de Portugal, possui uma grande quantidade de incunábulos, contribuindo para o seu carácter patrimonial.

Na figura 3.27, figura 3.28 e figura 3.29, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.27 – Exterior da Biblioteca Pública de Évora.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.28 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

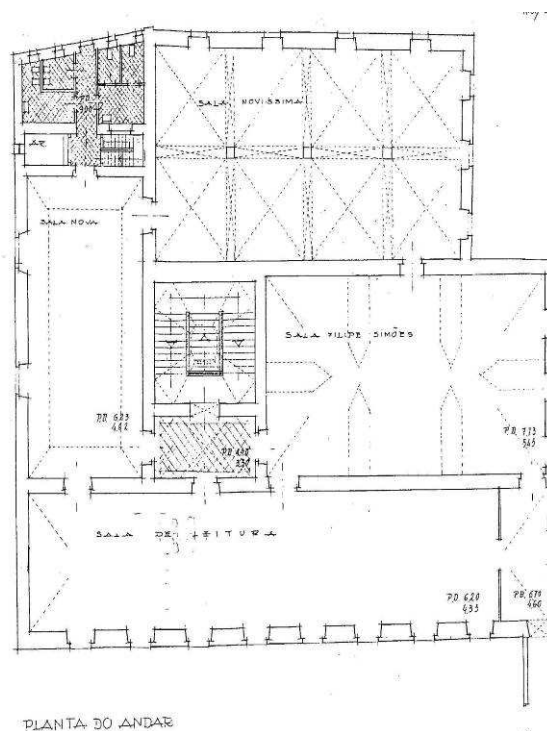


Figura 3.29 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.12. BIBLIOTECA DA FACULDADE DE ENGENHARIA DA UNIVERSIDADE DO PORTO (FE)

Designações: Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Tipologia: Universitária

Data da inauguração: 22/03/2001

Arquitecto: Pedro Ramalho, Luís Ramalho

Localização: Rua Dr. Roberto Frias; 4200-465 Porto

Área bruta: 4407 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@fe.up.pt](mailto:biblioteca@fe.up.pt)

Fonte: [20]

Tratando-se de uma biblioteca universitária, esta contempla todos os serviços que estão direccionados a alunos, docentes, investigadores e outros.

A Biblioteca da Faculdade de Engenharia ocupa um edifício de sete pisos, sendo quatro deles inter-ligados através de um espaço central (vazado).

Na figura 3.30, figura 3.31 e figura 3.32, é possível visualizar o exterior da biblioteca, um dos seus pisos e a planta, respectivamente.



Figura 3.30 – Exterior da Biblioteca da Faculdade de Engenharia da U. do Porto.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.31 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

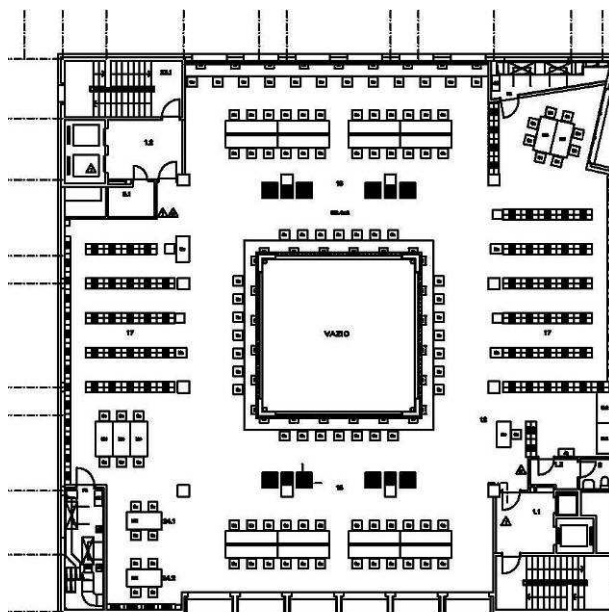


Figura 3.32 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.13. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SIMÕES DE ALMEIDA (TIO) (FV)

Designações: Biblioteca Municipal de Simões de Almeida (tio)

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 28/10/2001

Arquitecto: Luís Quaresma

Localização: Rua dos Bombeiros Voluntários; 3260-419 Figueiró dos Vinhos

Área bruta: 980 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [geral@bmfigueirodosvinhos.com.pt](mailto:geral@bmfigueirodosvinhos.com.pt)

Fonte: [1]

Esta biblioteca, assim denominada em homenagem ao ilustre escultor figueiroense José Simões de Almeida Júnior, “herdou um valioso fundo documental com cerca de 12 000 volumes oriundos da antiga Biblioteca Fixa n.º 33 da Fundação Calouste Gulbenkian, cuja existência no Concelho datava de 27 de Fevereiro de 1969”. [21]

O edifício onde se encontra é resultante da recuperação de parte do antigo Convento de Nossa Senhora do Carmo dos Carmelitas Descalços do século XVII e da construção de um novo edifício junto daquele. [21]

Na figura 3.33, figura 3.34 e figura 3.35, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.33 – Exterior da biblioteca de Simões de Almeida (tio).  
[Fotografia do autor]



Figura 3.34 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

- LEGENDA DE ESPAÇOS:
- 1 - ACESSO EXTERIOR
  - 2 - ÁREA COBERTA - ENTRADA
  - 3 - GUARDA - VENTO
  - 4 - ÁTRIO
  - 5 - ATENDIMENTO
  - 6 - ACESSO VERTICAL
  - 7 - SECÇÃO ADULTOS
  - 8 - VARANDA
  - 9 - CIRCULAÇÃO
  - 10 - CIRCULAÇÃO
  - 11 - ACESSO VERTICAL
  - 12 - SALA POLIVALENTE
  - 13 - ELEVADOR
  - 14 - ARRECADAÇÃO
  - 15 - GABINETE DO BIBLIOTECÁRIO
  - 16 - ACESSO AO CLAUSTRO
  - 17 - ÁREA DE ESTAR EXTERIOR
  - 18 - LAGO
  - 19 - ÁREA AJARDINADA

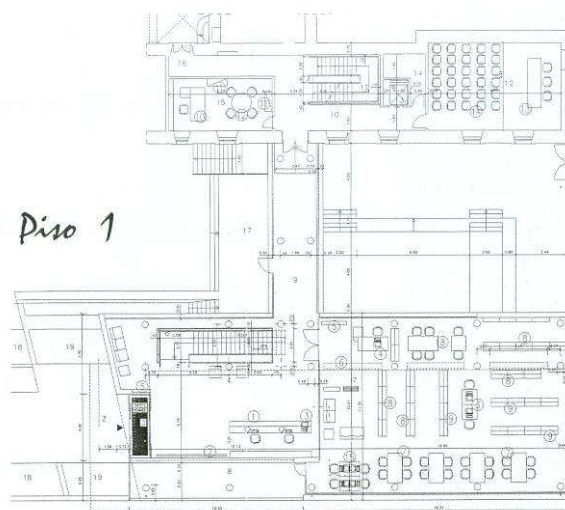


Figura 3.35 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

#### 3.3.14. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE GONDOMAR (GO)

Designação: Biblioteca Municipal de Gondomar

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 01/10/2005

Arquitecto: Luís Miranda

Localização: Av. 25 de Abril; 4420-354 Gondomar

Área bruta: 3166 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bmgondomar@sapo.pt](mailto:bmgondomar@sapo.pt)

Fonte: [1]

A Biblioteca Municipal de Gondomar foi inaugurada em Outubro de 2005 e assume um papel preponderante na formação/informação do indivíduo. Serve de elo de ligação entre a educação, cultura, informação e lazer. A Biblioteca dispõe de cerca de 600 volumes multimédia, 32 postos de acesso à internet (gratuito), vídeos, etc.. Nesta rede de saberes e partilha de conhecimentos, os responsáveis tiveram vistas largas e aderiram á Rede Nacional de Bibliotecas Escolares. Existem espaços lúdicos, como a Hora do Conto, ateliês de expressão plástica, exposições, lançamentos de livros. [22]

Na figura 3.36, figura 3.37 e figura 3.38, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.36 – Exterior da Biblioteca Municipal de Gondomar.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.37 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

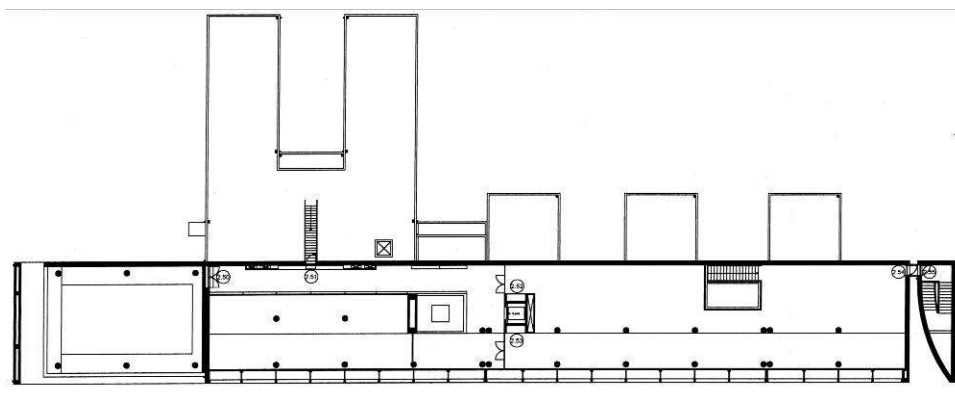


Figura 3.38 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.15. BIBLIOTECA JOANINA (CJ)

Designações: Biblioteca Joanina da Universidade de Coimbra

Tipologia: Patrimonial

Data da inauguração: 1805

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Largo da Porta Férrea; 3000 - 447 Coimbra

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [joanina@bg.uc.pt](mailto:joanina@bg.uc.pt)

Fonte: [23]

A Biblioteca Joanina (figura 3.39) é “reconhecida como uma das mais sumptuosas bibliotecas barrocas europeias” [24], resultando do empenho reformista do rei D. João V.

A Casa da Livraria Universitária, como ficou conhecida durante dois séculos, foi constituída no século XV, altura em que a Universidade de Coimbra se encontrava sediada em Lisboa, sendo transferida, pouco depois, para o antigo Paço Real, para a sala da guarda-roupa, em Coimbra, tendo como bibliotecário o historiador Fernão Lopes Castanheda, confirmando-se então a sua existência como livraria pública. [23]

Aquando a obra de edificação dos Gerais Universitários<sup>3</sup>, em finais do século XVII e estando prevista a implantação da biblioteca à entrada daquele recinto, um problema na sua construção originou danos na sala onde se encontrava a livraria. Tendo esse facto em atenção, o pedido do reitor Nuno da Silva Teles, dirigido a D. João V para a construção da actual Biblioteca Joanina, foi assim concedido. [23]

<sup>3</sup> Novo complexo de salas de aula, construído em finais do século XVII. [23]

A biblioteca foi assim erigida sobre o antigo cárcere real, construído em finais do século XV, “configurando-se assim uma edificação de acentuada verticalidade, fundamental para vencer o elevado desnível”. [23]

Houve um investimento estético na sua construção. As salas são revestidas de altíssimas estantes (figura 3.40), divididas por varandins que dão acesso à parte superior, decoradas com motivos de *chinoiserie* sobre fundo negro vermelho e verde, sendo os pavimentos em calcário branco e cinza. A sumptuosidade geral do ambiente obriga a concentrar a atenção no retrato de D. João V, patrono desta biblioteca, que se encontra na extremidade da sala oposta à entrada. [23]

O edifício foi todo pensado no sentido da conservação mais rigorosa dos livros que encerra, actuando como verdadeira casa-forte. Será curioso referir algumas medidas que foram tidas em conta na sua construção, tais como: paredes exteriores de aproximadamente dois metros de espessura, proporcionando um ambiente estável durante todo o ano, o interior revestido de madeira possibilitando níveis estáveis de humidade relativa interior, estantes feitas de madeira de carvalho, permitindo combater o ataque de insectos (papirófagos) dado o odor característico desta madeira, que actua como repelente e ainda uma colónia de morcegos, que elimina eficazmente qualquer outro ataque de insectos. Todos estes factores actuam como elemento fundamental na preservação e conservação do seu valioso conteúdo. [24]

O seu interior divide-se em três salas que comunicam entre si, como se pode ver na figura 3.41.

Actualmente esta biblioteca está reservada a visitas, eventos culturais e até espectáculos, permitindo também a consulta dos seus exemplares, mediante pedido prévio.



Figura 3.39 – Exterior da Biblioteca Joanina.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.40 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

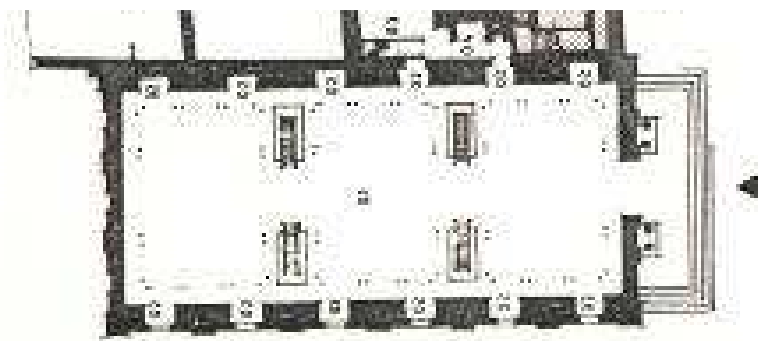


Figura 3.41 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.16. BIBLIOTECA MUNICIPAL FLORBELA ESPANCA (MA)

Designação: Biblioteca Municipal Florbela Espanca

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 09/05/2005

Arquitecto: Alcino Soutinho

Localização: Avenida Dom Afonso Henriques 4450-510 Matosinhos

Área bruta: 11864 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bmfe@cm-matosinhos.pt](mailto:bmfe@cm-matosinhos.pt)

Fonte: [1] e [25]

No âmbito da constituição das chamadas “Bibliotecas Populares”<sup>4</sup> surge, em 1896, a Biblioteca Popular de Bouças, com o objectivo de satisfazer as necessidades da população. O seu nome é alterado em 1911 para Biblioteca Municipal de Matosinhos.

Em 1987, com a sua integração na Rede Nacional de Leitura Pública, é transferida para o Palacete do Visconde de Trevões.

Em 1990 a Biblioteca Municipal passa a designar-se Biblioteca Municipal Florbela Espanca, em homenagem à famosa poetisa, “que viveu os últimos anos da sua vida nesta cidade”. [25]

A sua transferência em 2005 para o edifício onde se situa actualmente (figura 3.42), possibilita a realização de actividades que não eram possíveis anteriormente, dado o espaço em questão. No novo edifício também se instalam a Galeria Municipal e o Arquivo Histórico.

“A Biblioteca Florbela Espanca integra a rede nacional de leitura pública e como tal assume os fins e objectivos do Manifesto da UNESCO, documento orientador do papel das bibliotecas desta tipologia”. [25]

Na figura 3.43 e figura 3.44, é possível visualizar a sala de leitura e a planta respectiva.



Figura 3.42 – Exterior da Biblioteca Municipal Florbela Espanca.  
[Fotografia do autor]

---

<sup>4</sup> As “Bibliotecas Populares” foram criadas com o intuito de possibilitarem aos cidadãos o livre acesso aos livros bem como a sua leitura domiciliária.



Figura 3.43 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

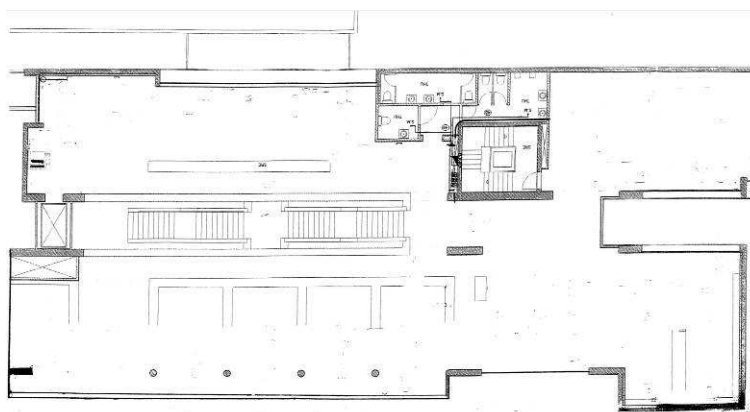


Figura 3.44 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.17. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE MONFORTE (MO)

Designação: Biblioteca Municipal de Monforte

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 10/01/2006

Arquitecto: Joana Mateus

Localização: Largo José Carlos Malato; 7450-129 Monforte

Área bruta: 1170 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bibmonforte@mail.telepac.pt](mailto:bibmonforte@mail.telepac.pt)

Fonte: [1]

Esta biblioteca, foi criada em 1995 e instalada no 1º piso de um jardim-de-infância, sendo posteriormente transferida para o antigo Convento do “Bom Jesus” (figura 3.45), entretanto recuperado depois da sua decadência com a extinção das Ordens Religiosas em 1834. [26]

“Crê-se que a fundação deste convento tenha ocorrido, provavelmente, entre 1513-1517. Durante os séculos XVII e XVIII registou um processo evolutivo caracterizado, genericamente, por um aumento do seu património (prédios rústicos e urbanos) que permitiu enfrentar as maiores dificuldades de sobrevivência, como aquando da luta da Restauração portuguesa. Durante este período, o Convento do “Bom Jesus” afirmou-se como um importante “bastião” local contra os ataques e as influências espanholas na sociedade civil de Monforte. Com o advento das reformas liberais de 1834, assistiu-se à grande decadência deste convento que culminou com a sua extinção a 12 de Junho de 1862”. [26] Na figura 3.46 e figura 3.47, é possível visualizar a sala de leitura e a planta respectivamente.



Figura 3.45 – Exterior da Biblioteca Municipal de Monforte.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.46 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

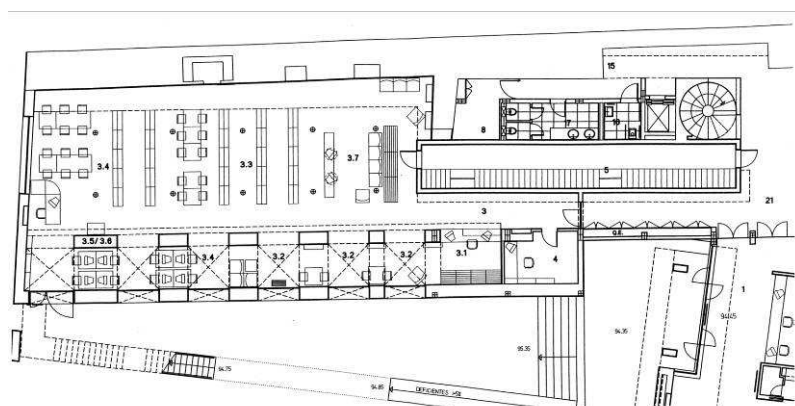


Figura 3.47 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.18. BIBLIOTECA MUNICIPAL FERREIRA DE CASTRO (OA)

Designação: Biblioteca Municipal Ferreira de Castro

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 14/12/2007

Arquitecto: José António Lopes da Costa

Localização: Rua General Humberto Delgado; 3720-254 Oliveira de Azeméis

Área bruta: 4251 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cm-oaz.pt](mailto:biblioteca@cm-oaz.pt)

Fonte: [1]

À semelhança do que acontece nas “bibliotecas recentes”, a necessidade de criar espaços culturais de documentação actualizada, dotados de equipamentos diversos que contribuam para um desenvolvimento integrado e melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, motivou a construção desta biblioteca. [27]

Na figura 3.48, figura 3.49 e figura 3.50, é possível visualizar o espaço circundante da biblioteca, o seu interior e a planta, respectivamente.



Figura 3.48 – Exterior da Biblioteca Municipal Ferreira de Castro.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.49 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

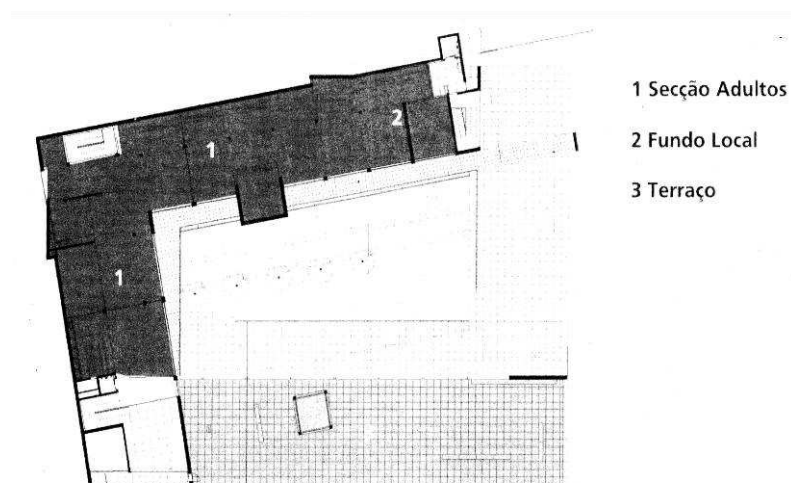


Figura 3.50 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.19. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE OLIVEIRA DO BAIRRO (OB)

Designação: Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro

Tipologia: BM1

Data da inauguração: 14/10/2000

Arquitecto: António Figueiredo e Armindo Santos

Localização: Av. Dr. Abílio Pereira Pinto; 3770-201 Oliveira do Bairro

Área bruta: 920 m<sup>2</sup>

Tipo de Construção: Adaptação

E-mail: [bmolb@cm-olb.pt](mailto:bmolb@cm-olb.pt)

Fonte: [1]

Na figura 3.51, figura 3.52 e figura 3.53, é possível visualizar o espaço circundante da biblioteca, o seu interior e a planta, respectivamente.



Figura 3.51 – Exterior da Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.52 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

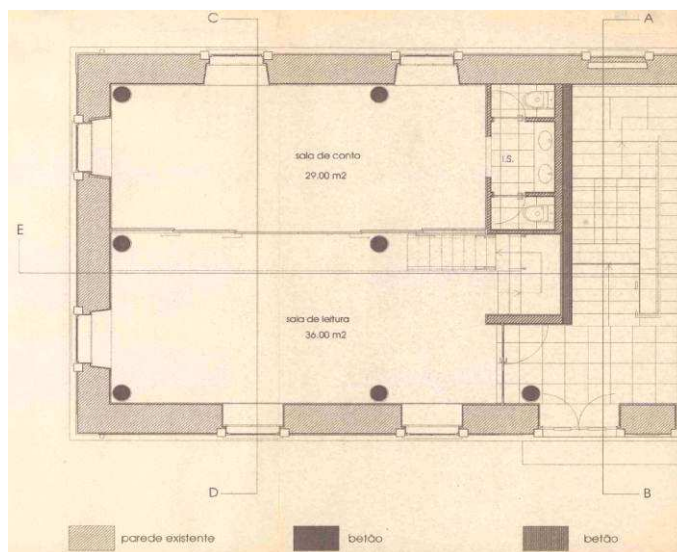


Figura 3.53 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.20. BIBLIOTECA PÚBLICA MUNICIPAL DO PORTO (PM)

Designação: Biblioteca Pública Municipal do Porto

Tipologia: Patrimonial

Data da inauguração: 09/07/1833

Arquitecto: Informação não disponível

Localização: Rua D. João IV; 4049-017 Porto

Área bruta: Informação não disponível

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bpmp@cm-porto.pt](mailto:bpmp@cm-porto.pt)

Fonte: [28]

É considerada a maior e mais antiga biblioteca pública municipal. “A actual Biblioteca Pública Municipal do Porto foi fundada em 1833 por D. Pedro IV, que a baptizou como Real Biblioteca Pública do Porto”. [29]

Tendo conhecido diversas instalações até conhecer a definitiva (figura 3.54), o antigo Convento de Santo António da Cidade onde a Biblioteca se encontra desde 1842, localizado junto ao Jardim de S. Lázaro/Rua D. João IV e doado à Câmara em 1839, “recolheu boa parte das bibliotecas conventuais, constituindo este o fundo inicial da instituição, depois enriquecido pelas aquisições do seu 2º bibliotecário, Alexandre Herculano”. [30] Porém, o decreto que determinou a criação da Biblioteca mandava, também, que lhe fosse entregue um exemplar de toda e qualquer obra impressa em Portugal.

A construção deste convento remonta a 1783, tendo as obras durado várias décadas, durante essa fase ocorreu a demolição da igreja. Na figura 3.55 é possível visualizar o claustro, a partir do qual se desenvolve o edifício principal. [30]

Devido à sua função primordial de preservação patrimonial, o Depósito Legal desta Biblioteca é acessível, apenas, para leitura presencial. [30]

Segundo o IPPAR, [30] este edifício encontra-se em fase de expansão das suas instalações, tendo sido objecto de remodelações profundas necessárias às exigências actuais.

Na figura 3.56 é possível visualizar a sala onde são efectuadas as leituras presenciais.



Figura 3.54 – Exterior da Biblioteca Municipal Pública do Porto.  
[Fotografia do autor]

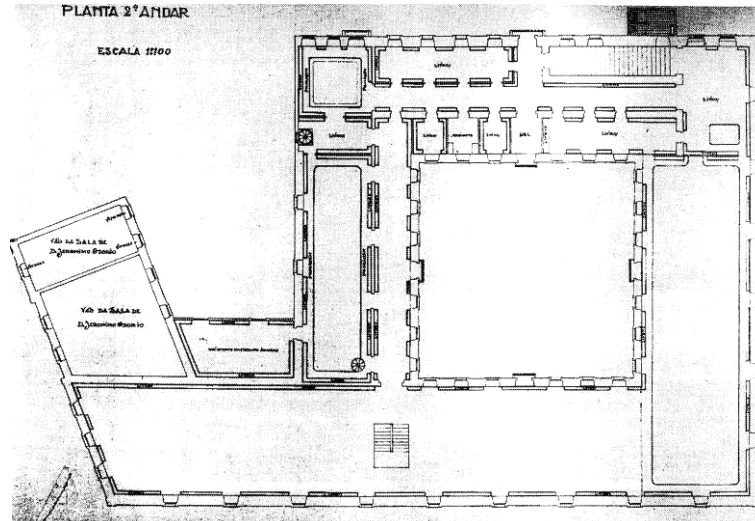


Figura 3.55 – Planta da sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

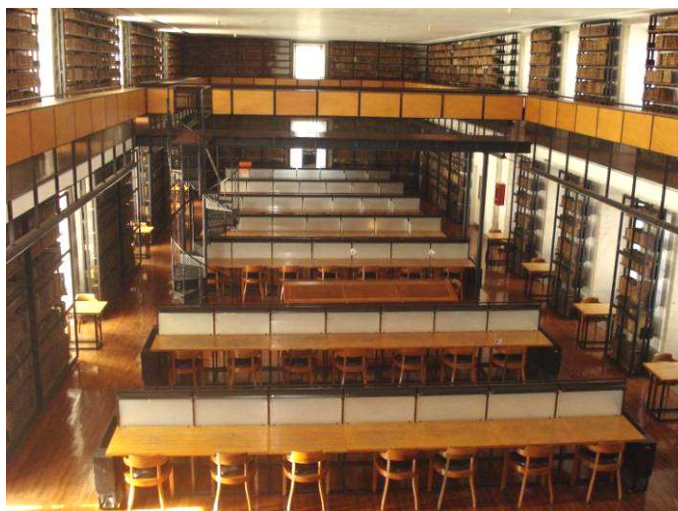


Figura 3.56 – Sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.21. BIBLIOTECA MUNICIPAL MANUEL DA FONSECA – SANTIAGO DO CACÉM (SC)

Designações: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca – Santiago do Cacém

Tipologia: BM2

Data da inauguração: 20/01/2008

Arquitecto: Fernando Travassos

Localização: Rua Eng. Costa Serrão, 5; 7540-136 Santiago do Cacém

Área bruta: 1446 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [bmsc@cm-santiagocacem.pt](mailto:bmsc@cm-santiagocacem.pt)

Fonte: [31]

Santiago do Cacém foi sede da 2ª Biblioteca Itinerante da Fundação Calouste Gulbenkian no território português e mais tarde da Biblioteca Fixa nº 20.

Os tempos modernos justificaram contudo que se sonhasse com uma nova Biblioteca, ampla, viva e participada, promotora de um serviço de leitura pública à medida de um grande município que aspira ao desenvolvimento.

De um esforço concertado entre a Câmara Municipal de Santiago do Cacém e a secretaria de Estado da Cultura, nasceu a nova biblioteca Municipal, instalada em edifício próprio e organizada em moldes modernos e funcionais.

O novo "Largo" de que Manuel da Fonseca falou.

A partir do dia 11 de Outubro de 2008 passou a designar-se Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca.



Figura 3.57 – Exterior da biblioteca Manuel da Fonseca – Santiago do Cacém.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.58 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

### 3.3.22. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SESIMBRA (SE)

Designações: Biblioteca Municipal de Sesimbra

Tipologia: BM2

Data da inauguração: 24/09/2005

Arquitectos: Costa Pecegueiro, João A. Rei e Gonçalo Andrade

Localização: Avenida da Liberdade, 46; 2970-635 Sesimbra

Área bruta: 3490 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [biblioteca@cm-sesimbra.pt](mailto:biblioteca@cm-sesimbra.pt)

Fonte: [32] e [33]

A instalação desta biblioteca no antigo Cine-Teatro João Mota, construído em 1958, teve em conta a sua importância histórica e patrimonial.

A sua criação decorreu da formalização de um protocolo efectuado entre a Câmara de Sesimbra e o Instituto Português do Livro e das Bibliotecas (I.P.B.L.) em 1998, dada a necessidade de uma biblioteca municipal. Esta transformação permitiu vitalizar aquele espaço que outrora era dedicado às artes. Na sua reconversão foi mantida a traça original do edifício sem, no entanto, deixar de incluir novas soluções arquitectónicas atendendo também às exigências funcionais. [32]

Na figura 3.59, figura 3.60 e figura 3.61, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.59 – Exterior da Biblioteca Municipal de Sesimbra.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.60 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.61 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.23. BIBLIOTECA MUNICIPAL PROFESSOR JOAQUIM PIRES DE LIMA (ST)

Designações: Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima – Santo Tirso

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 18/11/2000

Arquitecto: Maria Manuel Oliveira e Pedro Mendo

Localização: Rua de Gross Umstadt, Quinta de Geão; 4780-733 Santo Tirso

Área bruta: 2.387 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cm-stirso.pt](mailto:biblioteca@cm-stirso.pt)

Fonte: [1]

Embora não tenha sido sua a ideia de criação, o “grande impulsionador e realizador” da Biblioteca Municipal foi o Dr. Henrique Luís Gomes Pereira, o primeiro Reitor do Liceu Municipal de D. Dinis, em Santo Tirso. A sua intenção seria transformar este Liceu no pólo cultural da vila, através da instalação naquele espaço, da Biblioteca e do Museu Municipais. [34]

Em 1936, faz as diligências, junto da Câmara Municipal, para a instalação da extinta Biblioteca da Escola Primária Superior de Santo Tirso numa sala do Liceu que serviria, também, para o Canto Coral. O Museu Municipal também seria localizado numa dependência do mesmo edifício.

Ao longo do tempo, ambas as instituições, Biblioteca Liceal e Museu Municipal, beneficiam de várias doações, algumas provenientes da Biblioteca Pública Municipal do Porto e também da Biblioteca Nacional de Portugal, que fazem aumentar as suas colecções.

Em 1939, por comunicado de Sua Exa. o Ministro da Educação Municipal, é concedida “a necessária autorização para se incorporar na Biblioteca do Museu Municipal de D. Dinis as obras existentes da Câmara, dando-se àquela Biblioteca o carácter público” e ficando “reconhecida a

propriedade do Município em relação à Biblioteca como ao demais material que constitui o apetrechamento do Liceu”. [34]

O crescimento desta biblioteca levou à necessidade de adquirir novas instalações, surgindo assim o projecto para a nova biblioteca na Quinta do Geão, inaugurada no ano de 2000.

A designação desta biblioteca poderá ter surgido de uma homenagem ao reputado professor catedrático e cirurgião, Joaquim Alberto Pires de Lima, nascido no concelho de Santo Tirso, mas não foi obtida qualquer confirmação deste facto.

Na figura 3.62, figura 3.63 e figura 3.64, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.62 – Exterior da Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.63 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

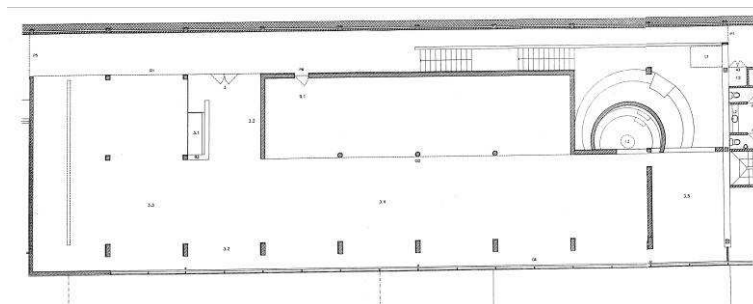


Figura 3.64 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

#### 3.3.24. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE VIANA DO CASTELO (VA)

Designações: Biblioteca Municipal de Viana do Castelo

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 20/01/2008

Arquitecto: Álvaro Siza Vieira

Localização: Alameda 5 de Outubro; 4900-049 Viana do Castelo

Área bruta: 3.117 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cm-viana-castelo.pt](mailto:biblioteca@cm-viana-castelo.pt)

Fonte: [1]

“A criação desta Biblioteca remonta à segunda metade do século XIX. Devido à falta de instalações próprias os livros foram depositados na biblioteca do Liceu Nacional” mas sem qualquer disposição justa do seu nome. [35]

Em 1912 é instalada provisoriamente na sala das Comissões dos Paços do Concelho, sendo então inaugurada e aberta ao público. Possuiu, como legado, o fundo bibliográfico de José Augusto Palhares Malafaya, “que juntamente com os livros existentes constituíam o núcleo bibliográfico inicial da Biblioteca Municipal”. [35]

As instalações da Biblioteca são, posteriormente transferidas para o Palácio dos Barbosa Maciel, datado do século XVIII, permanecendo nesse edifício até 1966. Novamente, a Biblioteca sofre uma alteração na localização, desta vez para a Casa dos Alpuins, datada do século XVI, tendo sido alugado um espaço para esse efeito. “O seu fundo bibliográfico vem sendo enriquecido com colecções de particulares e com a aquisição de novos livros no mercado”. [35] A Biblioteca é renovada e dotada de novas instalações na Casa dos Monfalim, em 1989, no âmbito da integração na Rede Nacional de Leitura Pública. Rapidamente se conclui que as suas instalações não são suficientes de modo a comportar o aumento do seu fundo bibliográfico e solicitação por parte da população, optando-se pela “construção de um edifício de raiz, devidamente dimensionado e integrado na envolvente urbana”. [35]

A nova Biblioteca Municipal de Viana do Castelo, (figura 3.65) viria então a instalar-se definitivamente numa zona beneficiada pelo Programa Polis aquando da requalificação de uma frente de água do rio Lima, sendo inaugurada em 2008.

Na figura 3.66 e figura 3.67 é possível visualizar a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.65 – Exterior da Biblioteca Municipal de Viana do Castelo.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.66 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

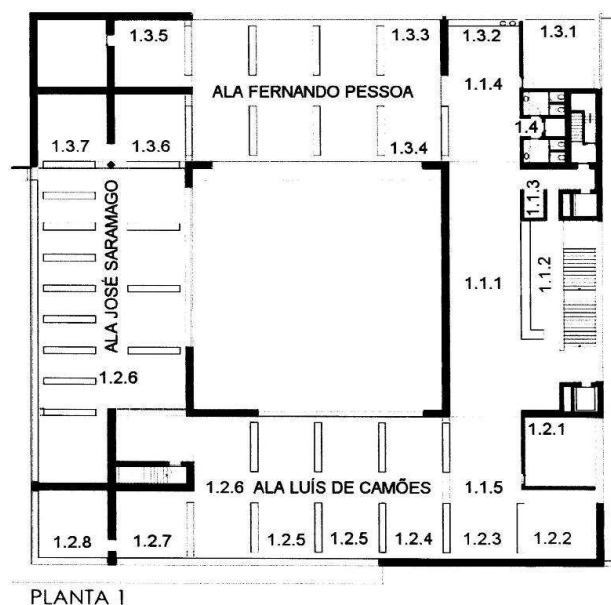


Figura 3.67 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.25. BIBLIOTECA MUNICIPAL JOSÉ RÉGIO (VC)

Designações: Biblioteca Municipal José Régio – Vila do Conde

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 25/04/2001

Arquitecto: Manuel Maia Gomes - GTL

Localização: Rua Dr. António José Sousa Pereira; 4480-807 Vila do Conde

Área bruta: 2414 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [info@bm-joseregio.com](mailto:info@bm-joseregio.com)

Fonte: [1]

A obra com o título “O Minho Pitoresco”, publicada em 1886 e 1887, faz já referência a uma “biblioteca municipal” fundada através de um donativo, mas sem ser criado um espaço apropriado para leitura.

Consta que date de 1953 a inauguração de uma sala de leitura, ou seja, da Biblioteca Abade Sousa Maia, existindo no entanto registos que comprovam a existência de uma sala anterior, localizada na Câmara Municipal. Posteriormente, em 1957, a Biblioteca é transferida para um edifício pertencente aos Paços do Concelho, sendo os fundos constituídos por doações, como acontece em outras bibliotecas.

Uma vez mais, a falta de condições para acomodar as crescentes necessidades da Biblioteca obrigam à sua transferência, em 1979, para a Casa S. Sebastião, passando a integrar parte da documentação pertencente à família Figueiredo Faria, proprietária da casa.

A sua incorporação na Rede Nacional de Leitura Pública em 1991, ficando desta forma vinculada às directrizes do Manifesto da Unesco à semelhança do que sucede nas bibliotecas descritas anteriormente, possibilita a construção de um novo edifício (figura 3.68). A sua inauguração decorre no ano do centenário do nascimento do seu patrono José Régio. [36]

Na figura 3.69 e figura 3.70 é possível visualizar a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.68 – Exterior da Biblioteca Municipal José Régio.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.69 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

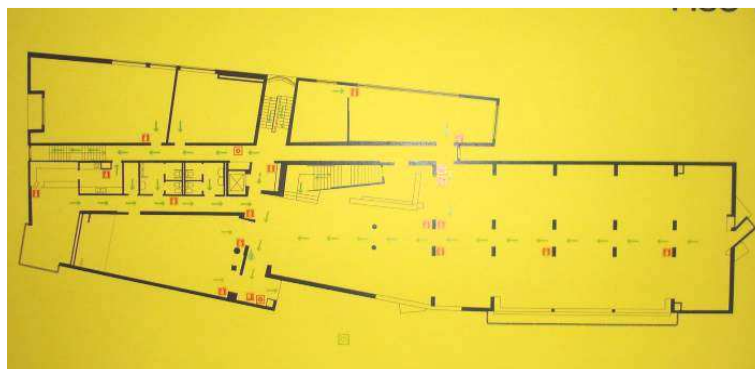


Figura 3.70 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.26. BIBLIOTECA MUNICIPAL DE SANTA MARIA DA FEIRA (SF)

Designações: Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 28-07-2000

Arquitecto: J. Moreira da Costa

Localização: Avenida Dr. Belchior Cardoso da Costa; 4520-606 São João de Ver

Área bruta: 3686 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cm-feira.pt](mailto:biblioteca@cm-feira.pt)

Fonte: [1]

Esta biblioteca foi criada em 1938 sob a designação de Biblioteca-Museu, sendo inaugurada em 1940 no edifício dos Paços do Concelho, sob a direcção do Dr. Henrique Vaz Ferreira, personagem fundamental no crescimento do seu espólio. [37]

Durante quatro décadas a Biblioteca apresenta-se como sendo de “características patrimoniais devido ao seu fundo documental antigo e erudito”. [37]

O seu percurso ao longo dos anos inclui várias mudanças de instalações até que, em 1988, “se assume o compromisso da construção de um edifício de raiz” (figura 3.71), altura em que a Biblioteca passa a integrar a Rede de Leitura Pública Nacional. [37]

Na figura 3.72 e figura 3.73 é possível visualizar a sala de leitura e a planta do edifício.



Figura 3.71 – Exterior da Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.72 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

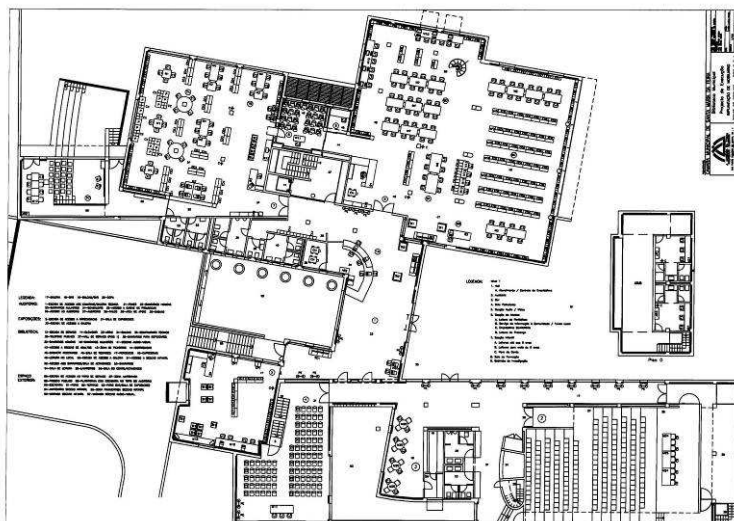


Figura 3.73 – Planta da Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.27. BIBLIOTECA MUNICIPAL D. MIGUEL DA SILVA (VI)

Designações: Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 31/05/2002

Arquitecto: Manuel Tainha

Localização: Rua Aquilino Ribeiro; 3500-228 Viseu

Área bruta: 2679 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cmviseu.pt](mailto:biblioteca@cmviseu.pt)

Fonte: [1]

A Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva, assim designada em homenagem àquele bispo de Viseu, “dispõe de um valioso espólio documental antigo, em espaço reservado”. [38]

Não foi obtida outra informação relevante para este estudo, relativamente a esta biblioteca.

Na figura 3.74, figura 3.75 e figura 3.76, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.74 – Exterior da Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.75 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

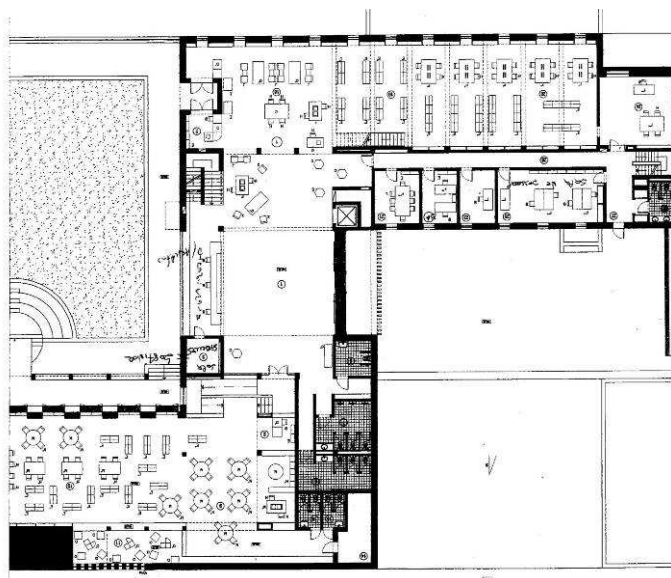


Figura 3.76 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.28. BIBLIOTECA PÚBLICA MUNICIPAL DE VILA NOVA DE GAIA (VG)

Designações: Biblioteca Pública Municipal de Vila Nova de Gaia

Tipologia: BM3

Data da inauguração: 04-11-1997

Arquitecto: Câmara Municipal de Vila Nova de Gaia

Localização: Rua de Angola; 4430-014 Vila Nova de Gaia

Área bruta: 7087 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Adaptação

E-mail: [bmgaia@gaianima.pt](mailto:bmgaia@gaianima.pt)

Fonte: [1]

Esta biblioteca foi “criada em 1933 a partir de um pequeno núcleo de livros, património de uma “Biblioteca Popular”” [39], tendo conhecido várias instalações. Em 1977, ocuparia um edifício construído pela Câmara Municipal para o efeito. O edifício em que se encontra sofreu, entretanto, ampliações e remodelações de modo a responder de forma útil às naturais solicitações derivadas do seu crescimento e modernização.

“Dispõe de alguns documentos manuscritos e de uma importante colecção de Livro Antigo (séc. XVI-XIX)”. [40]

Na figura 3.77, figura 3.78 e figura 3.79, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta, respectivamente.



Figura 3.77 – Exterior da Biblioteca Pública Municipal de Vila Nova de Gaia.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.78 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

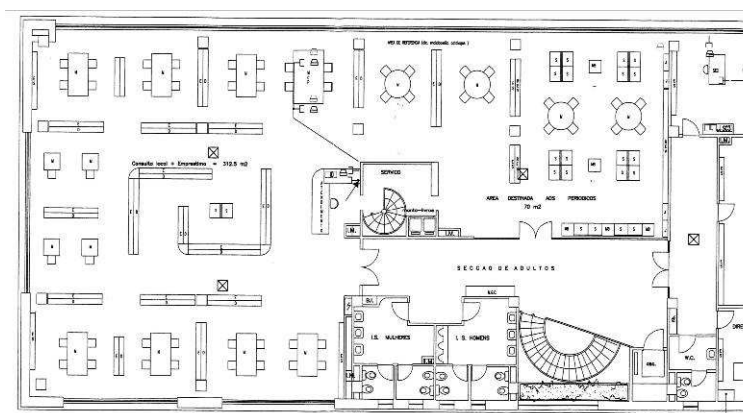


Figura 3.79 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.3.29. BIBLIOTECA MUNICIPAL DR. JÚLIO TEIXEIRA (VR)

Designações: Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira – Vila Real

Tipologia: BM2

Data da inauguração: 27/10/2006

Arquitecto: António Belém Lima

Localização: Rua Madame Bouillard; 5000-573 Vila Real

Área bruta: 2930 m<sup>2</sup>

Tipo de construção: Construção de raiz

E-mail: [biblioteca@cm-vilareal.pt](mailto:biblioteca@cm-vilareal.pt)

Fonte: [1]

“A Biblioteca Pública de Vila Real está intimamente ligada, na sua origem, à extinção das ordens religiosas masculinas e à nacionalização dos seus bens, ocorrida em 30 de Maio de 1834.” [41]

No entanto, em Vila Real, é conhecida a existência de núcleos de livros que viriam a constituir o acervo da Biblioteca. A escritura da doação de uma destas livrarias, nomeadamente, a livraria de José Teixeira de Melo e Castro, ao Convento de São Francisco, obrigava o seu acesso ao público sem permitir o empréstimo de livros. Ficava também estabelecido que, caso tal ocorresse, o Convento fosse extinto ou os seus religiosos mudados, a sua administração passaria para a Câmara Municipal. [41]

Com a criação da Real Biblioteca Pública da Corte em 1796, as Câmaras Municipais, sendo a de Vila Real uma delas, manifestaram interesse em transformar as suas livrarias em bibliotecas públicas, como evidenciam as referências à construção de um edifício para instalar os Paços do Concelho e, entre outros, a Livraria Pública, mas tal não chegou a concretizar-se. [41]

Após a extinção das ordens religiosas, surge a necessidade de acolher os seus bens e designadamente as suas livrarias, nomeando a Câmara Municipal depositários para o efeito. Foi então em 1938 que as livrarias, que na altura pertenciam à Fazenda Pública, passaram a ser posse da Câmara Municipal, sendo assim criada a Biblioteca Pública de Vila Real em 1839, por ordem de D. Maria II. [41]

“Ao longo do séc. XIX, a Biblioteca Pública vai funcionando em condições precárias e muito insatisfatórias, em mais de um local. Camilo Castelo Branco dá-nos uma visão jocosa do que poderiam ser essas condições: «O nosso gabinete de leitura e de escrita era a Biblioteca Pública de Vila Real. (...) A falar verdade, a livraria era uma desgraça literária, uma mole indigesta que nem a traça nem as ratazanas seculares do extinto Convento de São Francisco tinham ousado esfarelar.» (Boémia do Espírito)”. [41]

Devido a um incêndio que atinge a Secretaria da Câmara Municipal, a Biblioteca Pública fica ameaçada, procedendo-se à sua transferência para uma loja do Mercado Municipal. [41]

A criação do Arquivo Distrital de Vila Real, em 1965, conduz à agregação da Biblioteca Pública, recebendo a designação de Biblioteca Pública e Arquivo Distrital de Vila Real, em 1969. Por deliberação da Câmara Municipal, é-lhe atribuído o nome de Biblioteca Pública Municipal Dr. Júlio Teixeira, instalando-se nos Paços do Concelho. [41]

Em 1988 seria transferida para o antigo solar dos Botelhos e Bacelares, após a sua reabilitação. Mas, pelo Decreto-Lei n.º 60/97, de 20 de Março, “a Biblioteca Pública e Arquivo Distrital de Vila Real perde a componente de “Biblioteca Pública”, passando a designar-se simplesmente “Arquivo Distrital de Vila Real”, o que contribui para a decisão da Câmara Municipal de Vila Real de projectar e construir um novo edifício de raiz, com o apoio do Instituto Português do Livro e das Bibliotecas, destinado a Biblioteca Municipal”. [41]

Na figura 3.80, figura 3.81 e figura 3.82, é possível visualizar o exterior da biblioteca, a sala de leitura e a planta respectivamente.



Figura 3.80 – Exterior da Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.81 – Sala de leitura.  
[Fotografia do autor]

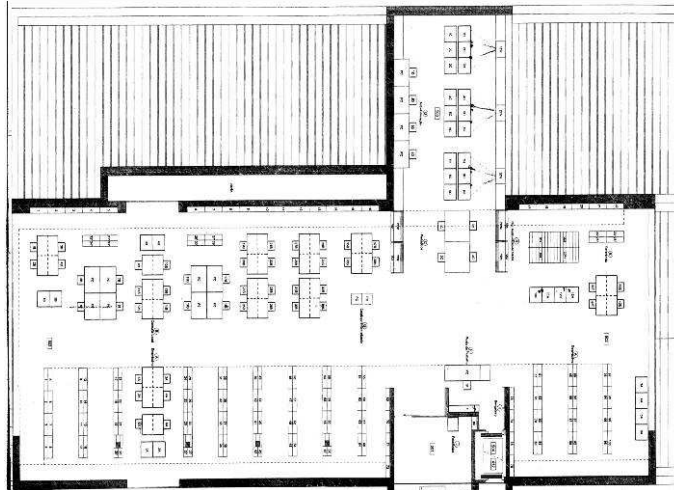


Figura 3.82 – Planta da sala de leitura.  
[Planta cedida pela Direcção da biblioteca]

### 3.4. CARACTERIZAÇÃO GEOMÉTRICA E ARQUITECTÓNICA DA AMOSTRA

#### 3.4.1. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Após uma breve caracterização histórica das bibliotecas avaliadas, apresenta-se no quadro 3.4 as características arquitectónicas da envolvente interior, nomeadamente os materiais de revestimento das respectivas salas de leitura.

Apresenta-se no quadro 3.5 os parâmetros geométricos caracterizados e a correspondente simbologia adoptada nas salas de leitura das bibliotecas. Não foi possível ter acesso às plantas de arquitectura das bibliotecas, por isso os valores das dimensões geométricas correspondem às medidas efectuadas no local, no dia da avaliação.

Quadro 3.4 – Características arquitectónicas das bibliotecas estudadas.

BIBLIOTECA	Elemento				
	Pavimento	Paredes laterais	Parede de entrada	Parede do fundo	Tecto
M. de Almeida Garrett	Soalho	Envidraçado+reboco	Envidraçado	Envidraçado+reboco	Gesso cartonado
do Palácio da Ajuda	Soalho	Estantes de madeira	Estantes de madeira	Estantes de madeira	Decorativo em gesso
Municipal de Alverca do Ribatejo	Cerâmico	Reboco+estantes/envidraçado	Reboco+envidraçado	Reboco	Tecto falso metálico
M. Central – Palácio Galveias	Cerâmico	Envidraçado/Estantes de madeira	Reboco+estantes+envidraçado	Reboco+estantes+envidraçado	Reboco
Geral da Universidade de Coimbra	Linóleo	Reboco+estantes	Reboco+estantes	Envidraçado+reboco	Reboco+envidraçado+gesso cartonado
Nacional de Portugal	Pedra mármore	Vidro+cortiça/madeira+vidro	Cortiça	Madeira	Cortiça+ vidro
Pública de Braga	Soalho	Reboco+estantes	Reboco+estantes	Reboco+madeira	Decorativo em madeira
M. de Campo Maior	Soalho	Reboco+estantes	Reboco+estantes	Reboco+envidraçado	Reboco
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	Cortiça	Reboco	Envidraçado+reboco	Envidraçado+reboco	Reboco+envidraçado
Pública de Évora	Soalho	Estantes+reboco	Reboco+estantes	Estantes+reboco	Abobadado em reboco
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	Alcatifa	Reboco	Reboco	Reboco	Gesso cartonado
M. Simões de Almeida (tio)	Soalho	Envidraçado/Reboco	Envidraçado+reboco	Reboco+envidraçado	Gesso cartonado
M. de Gondomar	Linóleo	Reboco+envidraçado	Envidraçado	Reboco	Gesso cartonado
Joanina	Calcário	Estantes de madeira	Estantes de madeira	Estantes de madeira	Decorativo em gesso

M. – Municipal.

Quadro 3.4 (continuação) – Características arquitectónicas das bibliotecas estudadas.

BIBLIOTECA	Elemento				
	Pavimento	Paredes laterais	Parede de entrada	Parede do fundo	Tecto
M. Florbela Espanca	Alcatifa+mármore	Reboco+envidraçado	Reboco	Reboco	Gesso cartonado
M. de Monforte	Soalho	Envidraçado+reboco/ Pedra	Reboco	Envidraçado + reboco	Tecto falso (gesso cartonado)
M. Ferreira de Castro	Soalho	Envidraçado/ Reboco +estantes	Envidraçado + reboco	Reboco	Gesso cartonado
M. de Oliveira do Bairro	Soalho	Reboco+envidraçado	Reboco+envidraçado	Reboco+envidraçado	Reboco
M. Pública do Porto	Soalho	Estantes+envidraçado	Reboco+estantes	Estantes+envidraçado	Gesso cartonado
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	Soalho	Reboco/ Envidraçado	Reboco+envidraçado	Reboco	Reboco
M. de Sesimbra	Soalho	Reboco+estantes	Reboco	Reboco+envidraçado	Gesso cartonado
M. Professor Joaquim Pires de Lima	Linóleo	Envidraçado/ reboco+pedra	Reboco+envidraçado	Reboco+envidraçado	Gesso cartonado
M. de Viana do Castelo	Soalho	Reboco+envidraçado + gesso cartonado	Reboco	Reboco	Gesso cartonado+envidraçado
M. José Régio	Soalho+mármore	Envidraçado +reboco	Envidraçado	Reboco+estantes	Gesso cartonado
M. de Santa Maria da Feira	Soalho	Reboco	Reboco+estantes +envidraçado	Envidraçado+reboco	Reboco
M. D. Miguel da Silva	Soalho	Reboco+estantes+gesso cartonado	Envidraçado+reboco	Reboco+estantes	Reboco
Pública M. de Vila Nova de Gaia	Linóleo	Envidraçado	Reboco	Envidraçado+reboco	Gesso cartonado
M. Dr. Júlio Teixeira	Soalho	Estantes+Reboco	Reboco+envidraçado	Envidraçado+reboco	Gesso cartonado perfurado

M. – Municipal.

Os parâmetros arquitectónicos utilizados nesta análise foram os seguintes:

- Comprimento médio (Cm) – comprimento médio da sala de leitura da biblioteca;
- Largura média (Lm) – largura média da sala de leitura da biblioteca;
- Altura média (Hm) – altura média da sala de leitura da biblioteca;
- Superfície do pavimento (Sp) – área do pavimento da sala de leitura da biblioteca (corresponde ao produto do comprimento médio pela largura média);
- Volume (Vm) – Volume médio interior da sala de leitura da biblioteca.

Quadro 3.5 – Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das bibliotecas e a simbologia adoptada.

Parâmetros arquitectónicos	Símbolos
Comprimento médio (m)	Cm
Largura média (m)	Lm
Altura média (m)	Hm
Superfície de pavimento (m <sup>2</sup> )	Sp
Volume médio (m <sup>3</sup> )	Vm

#### 3.4.2. ANÁLISE GEOMÉTRICA GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS

Apresentam-se no quadro 3.6 os valores médios obtidos e calculados, correspondentes às dimensões das salas de leitura das bibliotecas estudadas. Para cada parâmetro arquitectónico, assinalam-se os valores maiores (+) e menores (-) obtidos para cada biblioteca.

Quadro 3.6– Valores dos parâmetros arquitectónicos obtidos em cada biblioteca, assinalando-se os maiores (+) e menores (-) valores.

BIBLIOTECA	Código	Parâmetros arquitectónicos				
		Cm (m)	Lm (m)	Hm (m)	Sp (m <sup>2</sup> )	Vm (m <sup>3</sup> )
M. de Almeida Garrett	PG	41,3	24,1 (+)	3,3	996 (+)	3256
do Palácio da Ajuda	LA	15,5	7,8	9,1	121	1099
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	16,9	12,1	3,0	204	604
M. Central - Palácio Galveias	LC	17,9	7,7	4,2	137	579
Geral da Universidade de Coimbra	CG	27,6	17,3	8,9	477	4261
Nacional de Portugal	LN	37,6	22,1	9,7	831	8094 (+)
Pública de Braga	BP	10,2 (-)	4,5 (-)	4,7	46 (-)	214 (-)
M. de Campo Maior	CM	16,0	11,3	3,7	182	675
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	19,9	12,0	3,2	238	749
Pública de Évora	EV	31,6	6,1	6,2	194	1197
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	27,8	20,9	3,0	581	1765
M. Simões de Almeida (tio)	FV	14,9	11,1	3,1	164	501
M. de Gondomar	GO	35,0	9,3	3,1	326	1014
Joanina	CJ	33,9	12,6	10,2 (+)	428	4382
M. Florbela Espanca	MA	34,8	15,0	3,6	521	1866
M. de Monforte	MO	24,6	10,9	3,0	268	812
M. Ferreira de Castro	OA	43,8 (+)	11,8	3,8	518	1954
M. de Oliveira do Bairro	OB	10,3	8,6	3,3	89	292
M. Pública do Porto	PM	33,0	10,4	6,1	344	2100
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	23,7	11,3	3,0	268	804
M. de Sesimbra	SE	26,0	11,6	3,5	301	1047
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	39,6	9,3	2,7 (-)	368	994
M. de Viana do Castelo	VA	31,4	11,4	3,0	359	1077
M. José Régio	VC	25,7	13,6	3,1	350	1098
M. de Santa Maria da Feira	SF	21,9	19,7	4,9	429	2100
M. D. Miguel da Silva	VI	32,2	9,6	4,7	308	1452
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	31,6	13,5	3,0	428	1283
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	36,0	13,4	3,6	482	1750

M. – Municipal.

Apresentam-se no quadro 3.7 os resultados estatísticos simples, referentes aos parâmetros arquitectónicos obtidos relativos às salas de leitura das bibliotecas estudadas.

Quadro 3.7 – Resultados estatísticos simples dos parâmetros arquitectónicos médios obtidos nas bibliotecas.

Parâmetros	Cm (m)	Lm (m)	Hm (m)	Sp (m <sup>2</sup> )	Vm (m <sup>3</sup> )
Valor mínimo	10,2	4,5	2,7	46	214
Valor médio	27,2	12,5	4,5	356	1679
Mediana	27,7	11,5	3,5	335	1099
Valor máximo	43,8	24,1	10,2	996	8094
Desvio-padrão	9,4	4,7	2,3	212	1634

Da observação dos quadros 3.6 e 3.7 verificou-se que tal como desejado, fazem parte do estudo, uma vasta diversidade de salas de leitura das bibliotecas, tanto ao nível das dimensões, tipologia quer ainda da arquitectura. Verificou-se que a Biblioteca Nacional de Portugal é a que tem o maior volume de todas as salas de leitura estudadas, seguida da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, sendo a Biblioteca Pública de Braga aquela que tem o menor volume, apresentando aproximadamente uma volumetria quarenta vezes menor que a primeira e vinte vezes menor que a segunda. Relativamente ao comprimento médio, a sala de leitura da Biblioteca Municipal Ferreira de Castro em Oliveira de Azeméis é que apresenta o maior comprimento médio, sendo novamente a Biblioteca Pública de Braga a mais pequena nessa dimensão. Quanto à largura média, as salas de leitura que apresentam as maiores dimensões são: a sala da Biblioteca Municipal de Almeida Garrett no Porto e a sala da Biblioteca Nacional de Portugal, sendo a sala da Biblioteca Pública de Braga, relativamente a essa dimensão, aproximadamente cinco vezes menor.

### 3.5. METODOLOGIA E EQUIPAMENTOS

#### 3.5.1. PARÂMETROS ACÚSTICOS MEDIDOS

Com o objectivo de caracterizar acusticamente as salas de leitura das bibliotecas, foram utilizados equipamentos de medição específicos para cada situação a analisar. Os aparelhos de medição através de relações energéticas ou temporais do sinal recolhido no local, permitem obter e registar os parâmetros acústicos necessários à caracterização do recinto. Com a finalidade de analisar acusticamente as salas de leitura das bibliotecas, mediram-se os seguintes parâmetros acústicos:

- Tempo de reverberação – TR;
- Inteligibilidade da palavra (Rapid Speech Transmission Index) – RASTI;
- Ruído de fundo – LAeq(rf);
- Ruído dos equipamentos centrais de climatização – LAeq(AVAC).

Tempo de reverberação TR, é o intervalo de tempo em segundos, que um som demora a extinguir-se num espaço, após múltiplas reflexões. Teoricamente é por definição, o tempo que o nível de pressão sonora demora a decair 60 dB, desde a cessação da emissão da fonte sonora.

No entanto, devido a limitações nos equipamentos de medição, este parâmetro é usualmente obtido com base em decaimentos de 20 dB, 30 dB ou 40 dB (designados de T20, T30 ou T40) e depois é feita uma extrapolação correspondente a um decaimento de 60 dB (T60), reduzindo-se assim significativamente o tempo entre cada medição. A utilização de filtros de bandas de frequência normalizadas, permite discriminar o tempo de reverberação para essas frequências simultaneamente.

O tempo de reverberação num determinado local varia geralmente na ordem inversa da Inteligibilidade da palavra e está intimamente ligado à geometria e à absorção sonora do espaço em análise. Um dos efeitos mais importantes de um local com um tempo de reverberação desadequado, é a redução da inteligibilidade da palavra nesse recinto. 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). Para se obterem resultados fiáveis, devem efectuar-se várias medições no mesmo ponto e repetir a operação em vários pontos do local em estudo. Os valores ideais para o tempo de reverberação de um determinado local dependem fundamentalmente da utilização que se pretende dar esse espaço. Apresentam-se, no quadro 3.8, os valores dos tempos de reverberação recomendados, para as bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, em função do tipo de utilização previsto para os locais.

Quadro 3.8 – Tempo de reverberação ideal, para as bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, de acordo com o tipo de utilização prevista para o espaço.[42]

Tipo de utilização do espaço	TR (s) ideais – dos 500 Hz aos 2000 Hz
Museu	[0,7 – 1,0]
Salas de leitura, de conferências	[1,0 – 1,2]
Pequenas peças de teatro	[1,2 – 1,6]
Música sinfónica	[1,4 – 2,2]
Música de órgão ou coros gregorianos	[3,0 – 3,5]

Para efectuar a avaliação do tempo de reverberação num determinado local, excita-se o recinto com um ruído rosa (ou outro adequado), emitido pela fonte sonora. Seguiram-se as recomendações da norma EN ISO 3382:1997 [54] e foram avaliados vários pontos no recinto, cada um dos quais mais do que uma vez, para garantir fiabilidade. O sonómetro, que é colocado em cada um dos pontos escolhidos previamente, regista as diferenças entre o nível de pressão sonora ao longo do tempo de medição e calcula em seguida o tempo de decaimento correspondente a 20 dB (T20) ou 30 dB (T30), fazendo depois a extrapolação para o valor de 60 dB, para as bandas de frequência de oitava ou terço de oitava.

A avaliação da Inteligibilidade da palavra através do RASTI (*Rapid Speech Transmission Index*) é o processo rápido e prático para medir o STI (*Speech Transmission Index*), que avalia indirectamente a Inteligibilidade da palavra. Devem medir-se vários pontos, cada um dos quais mais do que uma vez, para garantir fiabilidade conforme a norma CEI 60268-16:1998. [43] A palavra transmitida para um determinado local por uma fonte sonora, não é recebida pelos potenciais ouvintes como uma réplica exacta do som originalmente emitido. O som é distorcido e mascarado pelo ruído de fundo existente (causado por equipamentos, tráfego rodoviário ou outros) e pelas múltiplas reflexões devidas às

propriedades reverberantes do recinto. A directa consequência destas distorções é a redução na inteligibilidade do discurso emitido.

A inteligibilidade da palavra é uma resposta humana subjectiva que pode ser objectivamente avaliada através do parâmetro RASTI. Este método consiste pois na análise de um sinal modulado de intensidade própria. Este sinal, emitido para o local receptor directamente através de emissor adequado, é analisado por equipamento receptor específico, colocado em diversas posições no ambiente receptor. O aparelho receptor mede a redução na modulação do sinal que ocorre entre as duas posições: emissão e recepção. O RASTI não é mais do que um índice percentual da perceptibilidade/inteligibilidade do sinal transmitido. A metodologia utilizada segue a norma CEI 60268-16:1998 (*Objective rating of speech intelligibility by the Speech Transmission Index*). [43] A norma CEI 60849:1998 [44], limita como mínimo aceitável o valor de RASTI de 0,50. Apresenta-se no quadro 3.9, a correspondência entre os valores obtidos para o RASTI e a correspondente Inteligibilidade da palavra, caracterizada subjectivamente de má a excelente.

Quadro 3.9 – Correspondência entre o parâmetro RASTI e a Inteligibilidade da palavra.

RASTI	Inteligibilidade da palavra
[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 Inteligibilidade da palavra pretendida depende da utilização a dar aos espaços, contudo existem situações em que o valor de RASTI não é tão importante como o tempo de reverberação. Por exemplo, num restaurante e por motivos de privacidade, não é desejável um valor para o parâmetro RASTI elevado, ao contrário do que sucede numa sala de conferências ou sala de aulas, em que é muito importante a boa percepção da palavra.

Efectuou-se a avaliação do ruído de fundo ou residual nas salas de leitura das bibliotecas, de modo a registar os valores existentes, sem ocupação e com os equipamentos de climatização desligados. Pretendeu-se assim, caracterizar e determinar quais os níveis sonoros existentes no interior desses locais, provocados pela interferência directa do ruído ambiente exterior, ruídos de tráfego, ou outros existentes e perceber se podem perturbar ou incomodar os utilizadores desses espaços de leitura estudo ou investigação. A avaliação do ruído de fundo ou residual foi realizada através da medição do nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado para o filtro A, utilizando o parâmetro LAeq em dB. O parâmetro Leq em dB é um descritor energético que permite avaliar segundo um único valor, o acontecimento acústico, num dado intervalo de tempo, em cada local. A utilização do filtro A, corresponde a um conjunto de correcções algébricas, efectuadas aos níveis de pressão sonora, em função das frequências do som recebido, que permite corrigir automaticamente os valores rasteados, de forma que a sensibilidade dos equipamentos, seja aproximadamente semelhante à do ouvido humano. Efectuou-se em simultâneo o registo dos respectivos espectros sonoros em bandas de frequência de oitava.

Avaliou-se também o ruído particular nas salas de leitura sem ocupação, provocado pelo funcionamento dos equipamentos centrais de climatização (AVAC), quando existentes e seguiram-se as recomendações da norma EN ISO 16032:2004, [55]. A avaliação do ruído emitido pelos equipamentos centrais de climatização foi efectuada através da medição do nível de pressão sonora contínuo equivalente, ponderado para o filtro A, utilizando o parâmetro LAeq em dB. Adoptou-se um procedimento de medição semelhante ao do ruído de fundo e registaram-se também em simultâneo os respectivos espectros sonoros em bandas de frequência de oitava, referentes ao funcionamento dos equipamentos. Pretendeu-se assim caracterizar quais os níveis sonoros observados no interior desses locais, provocados pelo funcionamento dos equipamentos de climatização. Esta avaliação permitiu também determinar qual o acréscimo de ruído que esses equipamentos provocam no local, face ao ruído de fundo existente nas salas de leitura.

De forma a completar esta análise, com base nos espectros sonoro obtidos em bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, referentes ao ruído resultante do funcionamento dos equipamentos centrais de climatização (AVAC), efectuou-se uma análise através da utilização das curvas de incomodidade “noise rating” (NR) e “noise criteria” (NC), que permitiram verificar através do espectro sonoro, quais as bandas de frequências mais incomodativas, susceptíveis de perturbar o ambiente acústico interior.

### 3.5.2. METODOLOGIA DE TRABALHO

As avaliações das características acústicas das salas de leitura das bibliotecas, foram efectuadas nos dias em que as bibliotecas estavam encerradas ao público e ocorreram entre Janeiro de 2008 e Abril de 2009. Os procedimentos foram sempre os mesmos em todas as salas de leitura, as avaliações dos parâmetros acústicos foram efectuadas com o local em estudo fechado (portas e janelas) e sem ocupação de pessoas além do operador.

Para a avaliação do tempo de reverberação, utilizou-se uma fonte sonora (FS) (figura 3.83), como emissora de ruído e um sonómetro (figura 3.84) como receptor. Cada medição foi feita a uma altura de aproximadamente 1,30m. A fonte sonora emitiu um ruído com características aproximadas de ruído rosa, durante 10 segundos. Após cessar o ruído emitido pela fonte sonora e em simultâneo, o sonómetro registava o nível de pressão sonora recebido em cada instante, no ponto a avaliar e determinava o correspondente tempo de decaimento relativamente a 30 dB (T30), nas bandas de frequência de oitava, entre os 63 Hz e os 8000 Hz. Para este trabalho apenas foram utilizadas as bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.



Figura 3.83 – Fonte sonora 4224.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.84 – Sonómetro 2260.  
[Fotografia do autor]

A fonte sonora (FS) foi colocada no eixo central da sala de leitura relativamente ao comprimento da sala, apontando para o fundo da sala. As medições foram realizadas em nove posições diferentes conforme se pode ver em planta na figura 3.85. Em cada posição efectuaram-se duas leituras, rodando entre cada leitura, a direcção do microfone do sonómetro de aproximadamente um ângulo de  $30^\circ$  com o eixo da sala.

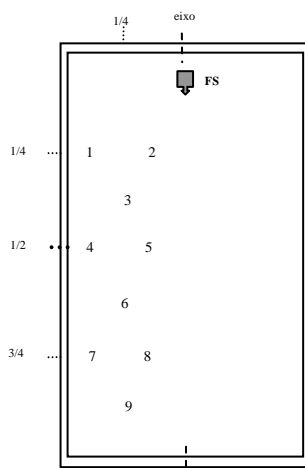


Figura 3.85 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) na sala.

Os valores obtidos nas medições correspondem à extrapolação para um decaimento de 60 dB. Deste modo, o valor final relativo a cada ponto de medição, corresponde à média aritmética de duas leituras de tempo de reverberação em cada posição.

Para a avaliação do parâmetro RASTI, utilizou-se um equipamento constituído por uma fonte sonora (FS) emissora, unidade fixa e um receptor, unidade móvel. Apresenta-se na figura 3.86 e na figura 3.87 as fotografias da unidade fixa (FS), na figura 3.88 e figura 3.89 as fotografias do receptor.



Figura 3.86 – Fonte sonora do RASTI.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.87 – Fotografia de pormenor do emissor.  
[Fotografia do autor]

A fonte sonora do equipamento de RASTI emitiu um ruído característico que foi filtrado nas duas bandas de oitava, 500 Hz e 2000 Hz pela unidade móvel, que executou uma medição simples,

“single”, de 8 segundos. Os níveis de pressão sonora de referência, “Ref.,” podem ser de 59 dB e 50 dB, nas bandas de 500 Hz e 2000 Hz, respectivamente. Contudo, devido à dimensão das salas de leitura, utilizou-se o modo “Ref. + 10 dB” que corresponde a 69 dB e 60 dB, nas referidas bandas de frequência.



Figura 3.88 – Receptor do RASTI.  
[Fotografia do autor]



Figura 3.89 – Fotografia de pormenor do receptor.  
[Fotografia do autor]

Colocou-se a fonte sonora (FS) do RASTI num tripé, direccionando o ruído para o eixo longitudinal da sala de leitura, a uma altura semelhante à da cabeça de um orador. Mediram-se nove posições diferentes ao longo da sala de leitura, conforme se pode ver em planta na figura 3.90. Em cada posição, foram efectuadas repetidamente cinco leituras, calculando-se de seguida a média aritmética para cada local. Cada medição com o equipamento receptor foi efectuada a uma altura de aproximadamente 1,20 m, o que corresponde à altura da cabeça de uma pessoa sentada na sala de leitura.

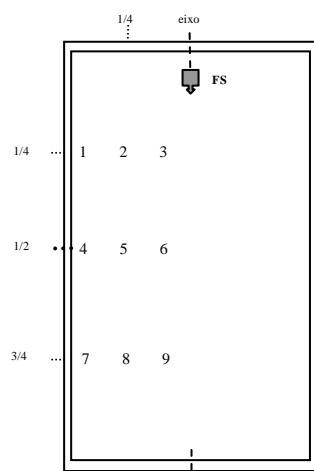


Figura 3.90 – Localização dos pontos de medição e da fonte sonora (FS) na sala.

Para a avaliação do ruído de fundo e ruído emitido pelos equipamentos centrais de climatização (AVAC), mediram-se seis posições diferentes ao longo da sala de leitura. Apresenta-se na figura 3.91 a localização dos pontos de medição do ruído de fundo e do ruído emitido pelos equipamentos centrais de climatização (AVAC), quando existentes. Em cada posição efectuaram-se medições com a duração de dois minutos, calculando-se depois a média energética para cada sala de leitura das bibliotecas.

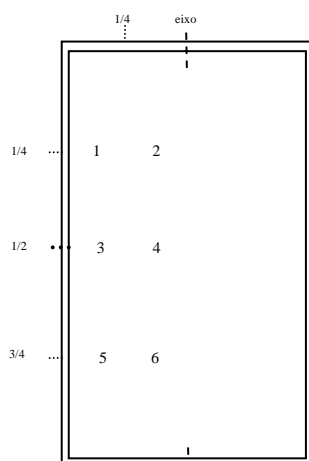


Figura 3.91 – Localização dos pontos de medição na sala de leitura.

### 3.5.3. EQUIPAMENTO UTILIZADO

Para a realização das medições acústicas nas salas de leitura das bibliotecas foram utilizados os seguintes aparelhos:

- Equipamento de RASTI Brüel & Kjær, modelo 3361, constituído por um emissor modelo 4225 e um receptor modelo 4419;
- Sonómetro Brüel & Kjær, modelo 2260 Investigator;
- Fonte sonora Brüel & Kjær, modelo 4224;
- Calibrador de microfone Brüel & Kjær, modelo 4231;
- Microfone de 13 mm Brüel & Kjær, modelo 4189;
- Tripé portátil Brüel & Kjær, modelo UA0049;
- Módulo estatístico, Brüel & Kjær, modelo BZ7210;
- Módulo estatístico, Brüel & Kjær, modelo BZ7204;
- Digital termo higrómetro Wm HTA 4200;
- Medidor de distância Bosch DLE-40.

### 3.5.4. ANÁLISE DOS DADOS RECOLHIDOS

Os valores obtidos nas medições dos parâmetros acústicos, descritos anteriormente, foram registados nos equipamentos utilizados nas medições ou manualmente. Os valores do parâmetro TR, ruído de fundo LAeq(rf) e do ruído dos equipamentos LAeq(AVAC), foram automaticamente guardados no sonómetro aquando das medições, enquanto que os valores do parâmetro RASTI foram registados em fichas de medições (Anexo A). Posteriormente os dados foram tratados em “Microsoft Excel”. Nas bibliotecas onde não foi possível ter acesso ao levantamento arquitectónico, foi efectuado no local o levantamento de todos parâmetros geométricos necessários, assim como se registaram os materiais que constituem os espaços em estudo. No Anexo B, podem consultar-se os resultados obtidos nas medições acústicas realizadas em cada biblioteca. No Anexo C, apresentam-se os resultados obtidos nas medições acústicas realizadas na câmara reverberante, para a determinação dos coeficientes de absorção sonora da estante com livros.

Para além dos parâmetros geométricos obtidos directamente do levantamento do espaço em estudo e relacionados com a própria geometria das salas de leitura das bibliotecas, foi também calculada a absorção sonora média existente em função do tempo de reverberação médio calculado, para bandas de frequência de oitava dos 500 Hz aos 2000 Hz.

A absorção sonora total da sala de leitura foi obtida através do cálculo matemático, utilizando a formulação de “Sabine” referente ao tempo de reverberação, tendo em conta o volume médio ( $V_m$ ) da sala de leitura e o tempo de reverberação médio TR[500, 1000, 2000] obtido, determinando depois a absorção sonora da sala de leitura utilizando a expressão:

$$A = 0,16 \cdot V/T \quad \text{com} \quad A = \sum (\alpha_i \cdot S_i) + \sum A_j + m \cdot V \quad (\text{Carvalho, 2009})$$

$A$  – absorção sonora equivalente ( $m^2$ );

$\alpha$  – coeficiente de absorção sonora do material;

$S$  – superfície real do material ( $m^2$ );

$A_j$  – área de absorção sonora do objecto ( $m^2$ );

$T$  – tempo de reverberação (s);

$m$  – taxa de atenuação sonora do ar ( $m^{-1}$ );

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

A cada material da envolvente corresponde um determinado coeficiente de absorção sonora médio. Os valores dos coeficientes de absorção sonora  $\alpha$ , considerados neste estudo para cada material, correspondem aos valores que foi possível encontrar tabelados em bibliografia da especialidade como por exemplo, (Carvalho, 2009, Patrício, 2008 entre outros) [42] [45]. Para a taxa de atenuação sonora do ar ( $m$ ) admitiu-se uma humidade relativa do ar de 50 % aproximadamente. [46] O processamento do texto foi efectuado em “Microsoft Word” e todos os cálculos necessários ao desenvolvimento deste estudo, foram efectuados no “Microsoft Excel” e no programa estatístico “Systat”.

# 4

## ANÁLISE DE RESULTADOS

### 4.1. PREÂMBULO

Apresentam-se neste capítulo, os valores obtidos para os parâmetros acústicos estudados nas salas de leitura das bibliotecas. Efectuou-se uma análise comparativa dos valores medidos para os parâmetros acústicos em cada biblioteca (intra-análise) e também uma análise global à totalidade das bibliotecas analisadas (inter-análise). Posteriormente, obtiveram-se valores médios correspondentes a todas as bibliotecas, para os diferentes parâmetros acústicos objectivos estudados. Foi efectuada uma análise estatística simples aos resultados obtidos para determinar a homogeneidade dos valores avaliados.

### 4.2. ANÁLISE EM CADA BIBLIOTECA (INTRA-ANÁLISE)

#### 4.2.1. ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS EM CADA BIBLIOTECA

A análise aos resultados medidos em cada sala de leitura das bibliotecas (intra-análise), permitiu caracterizar o local através dos valores dos parâmetros acústicos (e sua variabilidade): Tempo de Reverberação (TR), Inteligibilidade da palavra (RASTI), ruído de fundo (LAeq(rf)) e ruído relativo ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização (LAeq(AVAC)). Nas medições efectuadas em cada biblioteca, foram registados os resultados e calculados os valores médios dos parâmetros acústicos em estudo. Apresenta-se no quadro 4.1, a listagem das bibliotecas estudadas a nível Nacional, assim como a sua localização geográfica e nos quadros 4.2 a 4.7, os resultados referentes aos valores médios obtidos, dos diferentes parâmetros acústicos, nas salas de leitura de todas as bibliotecas estudadas.

Quadro 4.1 - Listagem das bibliotecas estudadas a nível Nacional e a sua localização geográfica.

BIBLIOTECA	Tipologia	Código	Localização
M. de Almeida Garrett	Bibliopólis	PG	Porto
do Palácio da Ajuda	Patrimonial	LA	Lisboa
Municipal de Alverca do Ribatejo	BM 1	AL	Alverca do Ribatejo
M. Central - Palácio Galveias	Patrimonial	LC	Lisboa
Geral da Universidade de Coimbra	Universitária	CG	Coimbra
Nacional de Portugal	Patrimonial	LN	Lisboa
Pública de Braga	Patrimonial	BP	Braga
M. de Campo Maior	BM 1	CM	Campo Maior
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	BM 1	CV	Castro Verde
Pública de Évora	Patrimonial (BM 1)	EV	Évora
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	Universitária	FE	Porto
M. Simões de Almeida (tio)	BM 1	FV	Figueiró dos Vinhos
M. de Gondomar	BM 3	GO	Gondomar
Joanina	Patrimonial	CJ	Coimbra
M. Florbela Espanca	BM 3	MA	Matosinhos
M. de Monforte	BM 1	MO	Monforte
M. Ferreira de Castro	BM 3	OA	Oliveira de Azeméis
M. de Oliveira do Bairro	BM 1	OB	Oliveira do Bairro
M. Pública do Porto	Patrimonial	PM	Porto
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	BM 2	SC	Santiago do Cacém
M. de Sesimbra	BM 2	SE	Sesimbra
M. Professor Joaquim Pires de Lima	BM 3	ST	Santo Tirso
M. de Viana do Castelo	BM 3	VA	Viana do Castelo
M. José Régio	BM 3	VC	Vila do Conde
M. de Santa Maria da Feira	BM 3	SF	St.ª Maria da Feira
M. D. Miguel da Silva	BM 3	VI	Viseu
Pública M. de Vila Nova de Gaia	BM 3	VG	Vila Nova de Gaia
M. Dr. Júlio Teixeira	BM 2	VR	Vila Real

M. – Municipal.

Quadro 4.2 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para o parâmetro RASTI e respectivos desvios-padrão, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados.

BIBLIOTECA	Código	RASTI médio	Desvio-padrão
M. de Almeida Garrett	PG	0,59	<b>0,09 (+)</b>
do Palácio da Ajuda	LA	0,74	0,07
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	0,74	0,05
M. Central - Palácio Galveias	LC	0,61	0,04
Geral da Universidade de Coimbra	CG	<b>0,40 (-)</b>	0,06
Nacional de Portugal	LN	0,53	0,06
Pública de Braga	BP	0,62	0,04
M. de Campo Maior	CM	0,63	<b>0,03 (-)</b>
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,66	0,05
Pública de Évora	EV	0,60	0,07
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	0,67	0,04
M. Simões de Almeida (tio)	FV	0,68	0,05
M. de Gondomar	GO	0,62	0,04
Joanina	CJ	0,63	0,08
M. Florbela Espanca	MA	0,70	0,05
M. de Monforte	MO	0,64	0,05
M. Ferreira de Castro	AO	0,57	0,05
M. de Oliveira do Bairro	OB	0,59	<b>0,03 (-)</b>
M. Pública do Porto	PM	0,60	0,06
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	0,64	0,06
M. de Sesimbra	SE	0,64	0,05
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	0,54	0,04
M. de Viana do Castelo	VA	0,58	0,05
M. José Régio	VC	0,61	0,05
M. de Santa Maria da Feira	SF	0,53	0,05
M. D. Miguel da Silva	VI	0,52	0,06
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	<b>0,77 (+)</b>	0,06
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,71	0,07

M. – Municipal.

Quadro 4.3 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para o parâmetro TR, para as bandas de frequência dos 125 Hz aos 4000 Hz.

BIBLIOTECA	Código	TR (s)					
		125	250	500	1000	2000	4000
M. de Almeida Garrett	PG	1,10	1,07	1,27	1,37	1,32	1,19
do Palácio da Ajuda	LA	0,69	0,83	0,88	0,87	0,88	0,81
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	0,91	0,55	0,49	0,48	0,59	0,59
M. Central - Palácio Galveias	LC	1,06	1,10	1,10	1,21	1,24	1,13
Geral da Universidade de Coimbra	CG	3,27	3,14	3,38	3,47	3,15	2,57
Nacional de Portugal	LN	2,68	2,06	2,08	1,93	1,94	1,76
Pública de Braga	BP	1,24	1,10	1,15	1,04	0,84	0,76
M. de Campo Maior	CM	1,43	1,29	1,35	1,39	1,36	1,23
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,96	0,79	0,83	0,73	0,71	0,69
Pública de Évora	EV	0,70	0,99	1,22	1,31	1,35	1,22
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	1,65	1,38	1,28	1,22	0,96	0,81
M. Simões de Almeida (tio)	FV	1,14	0,85	0,82	0,83	0,82	0,80
M. de Gondomar	GO	1,60	1,49	1,52	1,47	1,42	1,27
Joanina	CJ	1,11	1,10	1,20	1,22	1,17	1,10
M. Florbela Espanca	MA	1,19	0,93	1,19	1,22	1,00	0,88
M. de Monforte	MO	1,35	1,30	1,24	1,28	1,26	1,17
M. Ferreira de Castro	OA	1,41	1,23	1,30	1,34	1,47	1,40
M. de Oliveira do Bairro	OB	2,30	1,57	1,36	1,27	1,18	1,06
M. Pública do Porto	PM	1,36	1,07	1,19	1,21	1,24	1,19
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	1,69	1,31	1,14	1,22	1,14	1,07
M. de Sesimbra	SE	1,15	1,18	1,39	1,53	1,50	1,48
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	1,37	1,30	1,45	1,57	1,42	1,31
M. de Viana do Castelo	VA	1,46	1,01	1,11	1,25	1,24	1,15
M. José Régio	VC	1,18	1,04	1,07	1,13	1,15	1,13
M. de Santa Maria da Feira	SF	2,18	1,93	1,89	1,90	1,85	1,70
M. D. Miguel da Silva	VI	1,72	1,69	1,78	1,70	1,60	1,45
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	0,95	0,75	0,55	0,52	0,53	0,52
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,76	0,54	0,64	0,81	1,01	0,80

M. – Municipal.

Quadro 4.4 - Valores obtidos, em cada biblioteca, para os parâmetros TR[500, 1000] e TR[500, 1000, 2000], por cálculo da média aritmética para as bandas de frequência indicadas, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados.

BIBLIOTECA	Código	TR (s)	
		[500, 1000]	[500, 1000, 2000]
M. de Almeida Garrett	PG	1,32	1,32
do Palácio da Ajuda	LA	0,88	0,88
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	<b>0,49 (-)</b>	<b>0,52 (-)</b>
M. Central - Palácio Galveias	LC	1,16	1,18
Geral da Universidade de Coimbra	CG	<b>3,43 (+)</b>	<b>3,33 (+)</b>
Nacional de Portugal	LN	2,01	1,99
Pública de Braga	BP	1,10	1,01
M. de Campo Maior	CM	1,37	1,36
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,78	0,76
Pública de Évora	EV	1,27	1,29
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	1,25	1,15
M. Simões de Almeida (tio)	FV	0,82	0,82
M. de Gondomar	GO	1,49	1,47
Joanina	CJ	1,21	1,20
M. Florbela Espanca	MA	1,21	1,14
M. de Monforte	MO	1,26	1,26
M. Ferreira de Castro	OA	1,32	1,37
M. de Oliveira do Bairro	OB	1,31	1,27
M. Pública do Porto	PM	1,20	1,21
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	1,18	1,17
M. de Sesimbra	SE	1,46	1,47
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	1,51	1,48
M. de Viana do Castelo	VA	1,18	1,20
M. José Régio	VC	1,10	1,12
M. de Santa Maria da Feira	SF	1,90	1,88
M. D. Miguel da Silva	VI	1,74	1,69
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	0,53	0,53
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,72	0,82

M. – Municipal.

Quadro 4.5 - Valores médios obtidos, em cada biblioteca, para os parâmetros LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC), relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença  $\Delta$ LAeq = [LAeq(AVAC) - LAeq(rf)].

BIBLIOTECA	Código	LAeq(rf) dB	LAeq(AVAC) dB	$\Delta$ LAeq dB
M. de Almeida Garrett	PG	33,1	37,4	4,3
do Palácio da Ajuda	LA	26,4	na	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	31,0	42,6	11,6
M. Central - Palácio Galveias	LC	33,7	*	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	30,4	**	-
Nacional de Portugal	LN	34,6	47,7	13,1
Pública de Braga	BP	26,5	46,3	19,8
M. de Campo Maior	CM	33,8	56,4	22,6
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	36,2	57,2	21,0
Pública de Évora	EV	32,1	na	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	33,6	44,2	10,6
M. Simões de Almeida (tio)	FV	32,1	43,3	11,2
M. de Gondomar	GO	32,4	40,8	8,4
Joanina	CJ	22,0	na	-
M. Florbela Espanca	MA	32,7	38,9	6,2
M. de Monforte	MO	36,0	na	-
M. Ferreira de Castro	OA	33,5	37,4	3,9
M. de Oliveira do Bairro	OB	33,0	na	-
M. Pública do Porto	PM	32,8	45,3	12,5
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	39,7	44,3	4,6
M. de Sesimbra	SE	33,5	39,2	5,7
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	31,6	39,2	7,6
M. de Viana do Castelo	VA	31,5	37,0	5,5
M. José Régio	VC	32,0	na	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	31,7	47,6	15,9
M. D. Miguel da Silva	VI	30,5	40,9	10,4
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	30,9	39,1	8,2
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	28,6	34,7	6,1

M. – Municipal.

na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

\* (LC) - ruído do funcionamento de pequenos equipamentos individuais (terno ventilador e desumidificador), com valores medidos na sala de leitura para o parâmetro LAeq de 48,1 dB.

\*\* (CG) - ruído do funcionamento da porta automática (nos momentos de abertura/fecho), com valores medidos na sala de leitura para o parâmetro LAeq de 44,7 dB.

Quadro 4.6 - Valores médios obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava nas frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, referente ao parâmetro LAeq(rf), do ruído de fundo.

BIBLIOTECA	Código	Nível de pressão sonora em bandas de oitava (dB)								
		Frequências (Hz)								
		31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
M. de Almeida Garrett	PG	55	45	40	34	29	29	22	17	13
do Palácio da Ajuda	LA	45	41	32	27	22	19	18	17	14
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	51	48	39	32	28	24	22	16	14
M. Central - Palácio Galveias	LC	59	51	41	34	31	27	23	21	15
Geral da Universidade de Coimbra	CG	49	47	38	34	27	22	18	18	13
Nacional de Portugal	LN	48	45	38	34	30	30	28	21	16
Pública de Braga	BP	40	37	32	24	23	19	20	17	14
M. de Campo Maior	CM	48	41	35	31	27	26	26	28	23
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	42	37	35	33	33	29	26	31	21
Pública de Évora	EV	51	47	40	31	29	27	21	21	18
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	46	44	38	35	31	29	25	17	13
M. Simões de Almeida (tio)	FV	46	47	44	34	29	24	20	14	13
M. de Gondomar	GO	53	49	42	34	28	25	23	18	15
Joanina	CJ	41	35	27	25	17	14	12	12	14
M. Florbela Espanca	MA	46	47	41	32	28	28	24	17	13
M. de Monforte	MO	47	43	41	38	34	29	27	24	22
M. Ferreira de Castro	OA	49	49	40	36	31	28	22	16	13
M. de Oliveira do Bairro	OB	54	50	40	33	29	27	22	18	14
M. Pública do Porto	PM	53	51	38	30	26	26	26	21	16
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	53	52	45	42	37	35	30	24	19
M. de Sesimbra	SE	58	51	38	32	30	28	25	19	14
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	53	52	37	35	29	23	19	15	12
M. de Viana do Castelo	VA	51	47	36	33	29	26	21	12	10
M. José Régio	VC	52	46	39	31	29	28	19	15	13
M. de Santa Maria da Feira	SF	46	47	39	33	28	25	23	18	14
M. D. Miguel da Silva	VI	45	46	35	29	27	24	25	17	14
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	48	48	39	36	25	22	16	13	12
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	42	43	36	28	26	24	19	14	10

M. – Municipal.

Quadro 4.7 - Valores médios obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava nas frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, referente ao parâmetro LAeq(AVAC), dos equipamentos centrais de climatização.

BIBLIOTECA	Código	Nível de pressão sonora em bandas de oitava (dB)								
		Frequências (Hz)								
		31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
M. de Almeida Garrett	PG	58	47	42	37	34	34	27	22	17
do Palácio da Ajuda	LA	na	-	-	-	-	-	-	-	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	56	56	51	45	40	37	31	24	18
M. Central - Palácio Galveias	LC	na	-	-	-	-	-	-	-	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	na	-	-	-	-	-	-	-	-
Nacional de Portugal	LN	60	57	58	53	43	36	34	29	23
Pública de Braga	BP	41	41	44	45	44	43	37	30	20
M. de Campo Maior	CM	55	51	57	59	56	50	47	42	36
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	57	58	57	55	54	52	49	47	38
Pública de Évora	EV	na	-	-	-	-	-	-	-	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	57	52	43	39	41	40	37	28	20
M. Simões de Almeida (tio)	FV	52	52	51	47	41	37	30	26	17
M. de Gondomar	GO	59	54	52	41	38	33	27	21	16
Joanina	CJ	na	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Florbela Espanca	MA	53	53	43	36	35	35	30	24	16
M. de Monforte	MO	na	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Ferreira de Castro	OA	58	53	43	39	35	31	28	24	15
M. de Oliveira do Bairro	OB	na	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Pública do Porto	PM	56	54	44	45	43	41	37	29	19
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	55	56	50	48	42	39	32	26	20
M. de Sesimbra	SE	61	53	45	38	35	35	30	24	16
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	53	53	48	41	36	33	27	22	16
M. de Viana do Castelo	VA	54	49	42	40	35	32	23	16	14
M. José Régio	VC	na	-	-	-	-	-	-	-	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	64	57	47	44	42	44	40	37	25
M. D. Miguel da Silva	VI	50	47	44	43	40	35	30	23	16
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	51	51	47	42	38	31	27	19	15
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	59	48	46	39	32	26	21	17	13

M. – Municipal.

na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

#### 4.2.2. VARIABILIDADE DOS RESULTADOS EM CADA BIBLIOTECA

Este subcapítulo apresenta a análise da variabilidade dos resultados em cada biblioteca. Para tal, efectuou-se o estudo dos valores do desvio-padrão dos resultados medidos em cada sala, que permitiu verificar a variação de valores dentro desse local. Assim quanto menor for o desvio-padrão para qualquer parâmetro acústico, maior é a uniformidade dos valores medidos no interior da sala de leitura de cada biblioteca estudada. Este estudo aos valores obtidos no local em análise, permitiu verificar a dispersão dos resultados medidos. São apresentados nos quadros 4.8 e 4.9, os valores do desvio-padrão para os parâmetros acústicos medidos na sala de leitura de cada biblioteca estudada, assinalando-se os valores extremos.

Através da representação gráfica dos valores obtidos para cada biblioteca, foi possível efectuar uma análise simples da variação espacial dos parâmetros acústicos do espaço de leitura de cada biblioteca e permitiu compará-los com as outras bibliotecas.

Apresentam-se as variações dos valores obtidos, assinalando-se os valores extremos em cada biblioteca, para os parâmetros acústicos estudados de RASTI, Tempo de reverberação, LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC) do ruído referente ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização.

Conforme já referido, a caracterização no interior da sala de leitura, do ruído relativo ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização, não foi avaliado em todas as bibliotecas. Verificou-se que, em algumas bibliotecas, não existia sistema central de climatização (AVAC) e num ou outro caso, os equipamentos não funcionavam devido a avaria. As bibliotecas que não tinham instalado equipamentos centrais de climatização eram as seguintes: Biblioteca do Palácio da Ajuda, Biblioteca Municipal Central - Palácio Galveias, Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, Biblioteca Pública de Évora, Biblioteca Joanina, Biblioteca Municipal de Monforte e Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro. Os equipamentos do sistema central de climatização (AVAC) da sala de leitura, da Biblioteca Municipal José Régio em Vila do Conde encontravam-se avariados.

Quadro 4.8 - Valores dos desvios-padrão obtidos em cada biblioteca, para os parâmetros RASTI, LAeq(rf) do ruído de fundo e LAeq(AVAC), assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados.

BIBLIOTECA	Código	Desvio-padrão		
		RASTI	LAeq(rf) dB	LAeq(AVAC) dB
M. de Almeida Garrett	PG	<b>0,09 (+)</b>	0,59	0,90
do Palácio da Ajuda	LA	0,07	0,32	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	0,05	1,67	0,71
M. Central - Palácio Galveias	LC	0,04	0,20	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	0,06	1,57	-
Nacional de Portugal	LN	0,06	0,33	0,31
Pública de Braga	BP	0,04	0,10	<b>0,14 (-)</b>
M. de Campo Maior	CM	<b>0,03 (-)</b>	0,57	<b>3,44 (+)</b>
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,05	0,34	<b>3,43 (+)</b>
Pública de Évora	EV	0,07	0,39	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	0,04	0,85	0,70
M. Simões de Almeida (tio)	FV	0,05	0,25	0,58
M. de Gondomar	GO	0,04	0,61	0,29
Joanina	CJ	0,08	0,12	-
M. Florbela Espanca	MA	0,05	0,57	0,53
M. de Monforte	MO	0,05	1,15	-
M. Ferreira de Castro	OA	0,05	<b>0,08 (-)</b>	0,41
M. de Oliveira do Bairro	OB	<b>0,03 (-)</b>	0,43	-
M. Pública do Porto	PM	0,06	0,50	0,84
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	0,06	<b>2,13 (+)</b>	0,58
M. de Sesimbra	SE	0,05	0,50	1,54
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	0,04	0,18	0,24
M. de Viana do Castelo	VA	0,05	0,33	0,53
M. José Régio	VC	0,05	0,10	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	0,05	0,15	0,81
M. D. Miguel da Silva	VI	0,06	0,13	0,15
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	0,06	0,93	1,25
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,07	0,69	0,55
Média total		0,05	0,56	0,90

M. – Municipal.

Quadro 4.9 - Valores dos desvios-padrão obtidos em cada biblioteca, para o parâmetro TR, para as bandas de frequência dos 125 Hz aos 4000 Hz, assinalando-se os valores mais (+) e menos (-) elevados.

BIBLIOTECA	Código	Desvio-padrão					
		TR (s)					
		125	250	500	1000	2000	4000
M. de Almeida Garrett	PG	0,09	0,07	0,10	0,14	0,14	0,14
do Palácio da Ajuda	LA	<b>0,07 (-)</b>	0,10	0,06	0,03	0,03	0,03
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	0,27	0,07	<b>0,03 (-)</b>	0,05	0,04	0,04
M. Central - Palácio Galveias	LC	<b>0,07 (-)</b>	0,05	0,06	<b>0,02 (-)</b>	0,04	0,03
Geral da Universidade de Coimbra	CG	0,17	0,13	0,10	0,03	0,03	0,03
Nacional de Portugal	LN	0,39	0,11	0,06	0,06	0,03	0,04
Pública de Braga	BP	0,13	0,05	<b>0,03 (-)</b>	0,04	<b>0,01 (-)</b>	<b>0,01 (-)</b>
M. de Campo Maior	CM	0,17	0,08	0,09	0,07	0,10	0,09
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,15	0,04	0,07	0,03	0,04	0,07
Pública de Évora	EV	<b>0,07 (-)</b>	0,05	0,07	0,07	0,03	0,03
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	0,22	0,09	0,05	0,06	0,05	0,03
M. Simões de Almeida (tio)	FV	0,09	0,08	0,05	<b>0,02 (-)</b>	0,02	<b>0,01 (-)</b>
M. de Gondomar	GO	0,09	0,08	0,09	0,10	0,08	0,09
Joanina	CJ	0,14	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05
M. Florbela Espanca	MA	0,08	0,09	0,08	0,07	0,10	0,07
M. de Monforte	MO	0,09	0,06	0,09	0,08	0,04	0,05
M. Ferreira de Castro	OA	0,19	0,11	0,07	0,08	0,07	0,08
M. de Oliveira do Bairro	OB	0,33	0,11	0,05	0,04	0,03	0,05
M. Pública do Porto	PM	0,11	0,07	0,07	0,04	0,02	0,02
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	0,12	<b>0,19 (+)</b>	<b>0,16 (+)</b>	<b>0,16 (+)</b>	<b>0,19 (+)</b>	<b>0,18 (+)</b>
M. de Sesimbra	SE	0,19	0,08	0,06	0,03	0,03	0,03
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	0,11	0,04	0,06	0,04	0,03	0,03
M. de Viana do Castelo	VA	<b>0,68 (+)</b>	0,09	0,08	0,04	0,07	0,05
M. José Régio	VC	0,11	<b>0,02 (-)</b>	0,04	0,03	0,03	<b>0,01 (-)</b>
M. de Santa Maria da Feira	SF	0,14	0,08	0,04	0,03	0,05	0,03
M. D. Miguel da Silva	VI	0,11	0,07	0,06	0,03	0,02	0,04
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	0,10	0,06	0,05	0,04	0,05	0,06
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,15	0,03	0,05	0,05	0,07	0,05
Média total		0,16	0,08	0,07	0,06	0,05	0,05

M. – Municipal.

Da análise dos quadros 4.8 e 4.9 observa-se uma grande homogeneidade nos valores obtidos para os parâmetros acústicos médios medidos nas diversas salas de leitura, embora pontualmente existam casos onde se verificou alguma divergência (Sant. Cacém, por exemplo).

Relativamente aos valores dos desvios-padrão do tempo de reverberação, verifica-se que os mais elevados ocorrem geralmente nas baixas frequências, decrescendo depois para as médias e altas frequências. Ora os sons de frequências mais baixas, com grandes comprimentos de onda, têm geralmente um tempo de decaimento maior, logo decrescem mais lentamente do que os das altas frequências, com comprimentos de onda pequenos, o que poderá justificar as variações dos valores obtidos para os diferentes locais de medição.

Na banda de frequência mais baixa do tempo de reverberação, conforme já referido, o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal de Viana do Castelo. Esse facto pode estar relacionado com a configuração da mesma (Figura 3.67), que tem a particularidade das diferentes salas

estarem todas ligadas perpendicularmente à sala de leitura, por uma abertura, permitindo a livre circulação pelas outras salas. Assim, verificavam-se reflexões tardias provenientes dessas salas, ao longo dos locais de medição que, provavelmente, funcionavam como espaços reverberantes acoplados, sendo estes desvios mais evidentes sobretudo nas baixas frequências.

Para as bandas de frequências médias e altas do tempo de reverberação, como já referido, as variações mais elevadas do valor do desvio-padrão, observaram-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém. Neste caso particular, a justificação pode estar relacionada também com a existência de espaços reverberantes acoplados com pouca absorção sonora, que associado a ligeira variação do ruído de fundo, poderão ter provocado essas variações.

Pelo contrário as menores variações dos valores do desvio-padrão para as baixas frequências do tempo de reverberação, observaram-se em: Biblioteca do Palácio da Ajuda, Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias (Lisboa), Biblioteca Pública de Évora e Biblioteca José Régio (Vila do Conde). Nas médias e altas frequências, os menores valores do desvio-padrão verificaram-se em: Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo, Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias (Lisboa), Biblioteca Pública de Braga, Biblioteca José Régio (Vila do Conde) e Biblioteca Municipal Simões de Almeida (tio) em Figueiró dos Vinhos.

Para estas bibliotecas, o factor mais importante poderá ser a grande homogeneidade das salas de leitura, apresentando todas elas salas pequenas, com dimensões inferiores à média e todas completamente fechadas, sem espaços adjacentes de ligação com outras salas ao nível do mesmo piso, nem com vãos de escadas ou vãos livres de ligação entre pisos. O facto destas salas de leitura terem o seu espaço interior completamente limitado e isolado, que conjugado também com distâncias entre os locais de medição menores, poderá ter contribuído para uma maior homogeneidade do campo sonoro.

As figuras 4.1 a 4.19 apresentam graficamente, para cada parâmetro acústico medido, as variações nos valores obtidos, representando para cada sala de leitura das bibliotecas o valor médio, assim como o domínio de variação (máximo e mínimo). Ainda é apresentada a média global de todos os valores médios obtidos nas salas de leitura de todas as bibliotecas estudadas.

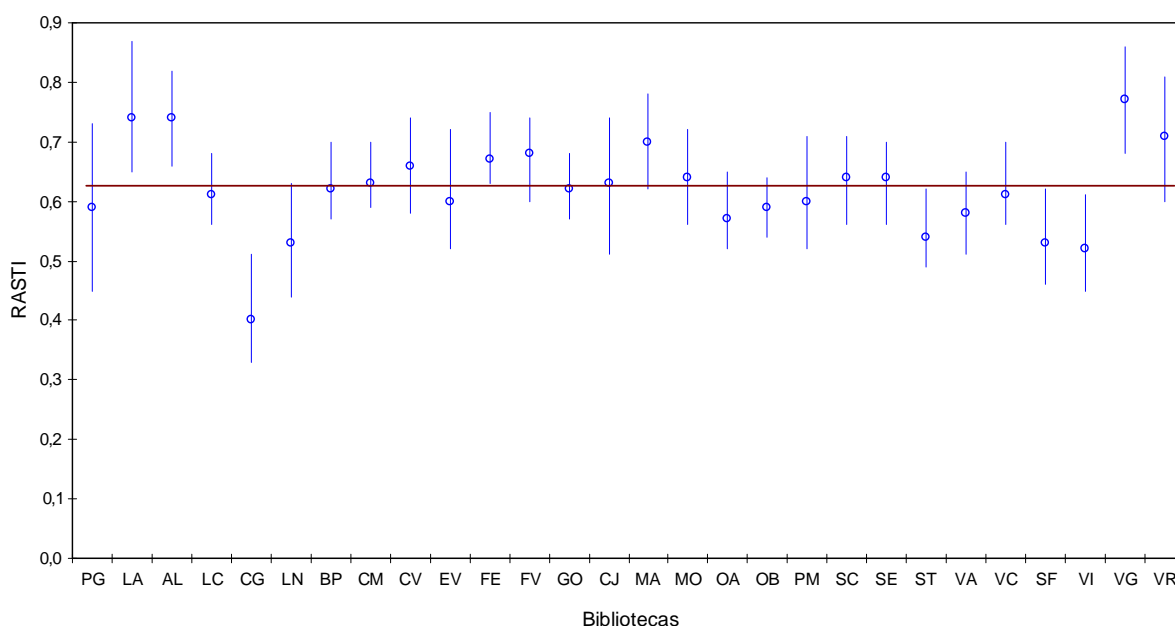


Figura 4.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro RASTI (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

### – RASTI

Pela análise efectuada aos valores do parâmetro RASTI, verificou-se que 61% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 0,05 o que corresponde a 17 bibliotecas e que só 18% das bibliotecas estudadas têm um valor de desvio-padrão igual ou superior a 0,07. Neste parâmetro, o valor do desvio-padrão mais elevado, verificou-se na Biblioteca Municipal de Almeida Garrett (Porto) e o valor mais baixo verificou-se nas bibliotecas municipais de Campo Maior e de Oliveira do Bairro. O facto destas duas últimas terem salas de leitura pequenas, poderá justificar a elevada homogeneidade verificada.

Os valores de RASTI diminuem à medida se aumenta a distância à fonte emissora, ora a Biblioteca Municipal de Almeida Garrett (Porto), além de ter um vão aberto entre pisos no centro da sala de leitura, é também uma das que tem maior comprimento. Estes factos poderão justificar as diferenças verificadas relativamente às outras salas de leitura mais pequenas onde se verificou maior homogeneidade.

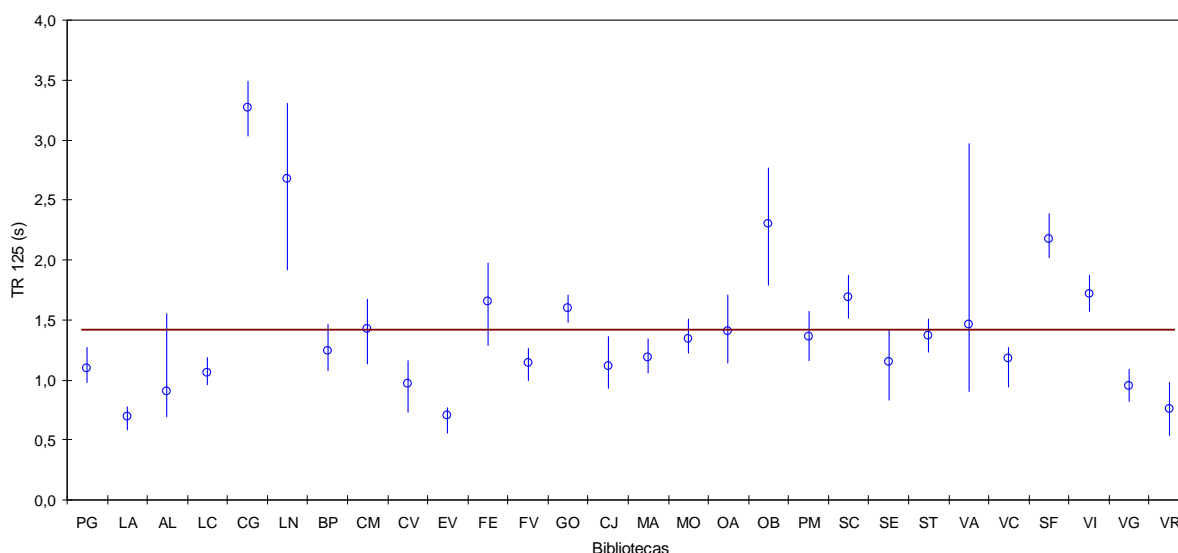


Figura 4.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR125 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

### – TR 125

Da análise efectuada aos valores do tempo de reverberação no interior das bibliotecas verificou-se que 29% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,10 s, 39% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição maiores que 0,10 s e menores ou iguais a 0,15 s, o que corresponde a 11 bibliotecas e que só 18% das bibliotecas têm um valor de desvio-padrão superior a 0,20 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal de Viana do Castelo e os valores mais baixos verificaram-se em: Biblioteca do Palácio da Ajuda, Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias (Lisboa) e Biblioteca Pública de Évora.

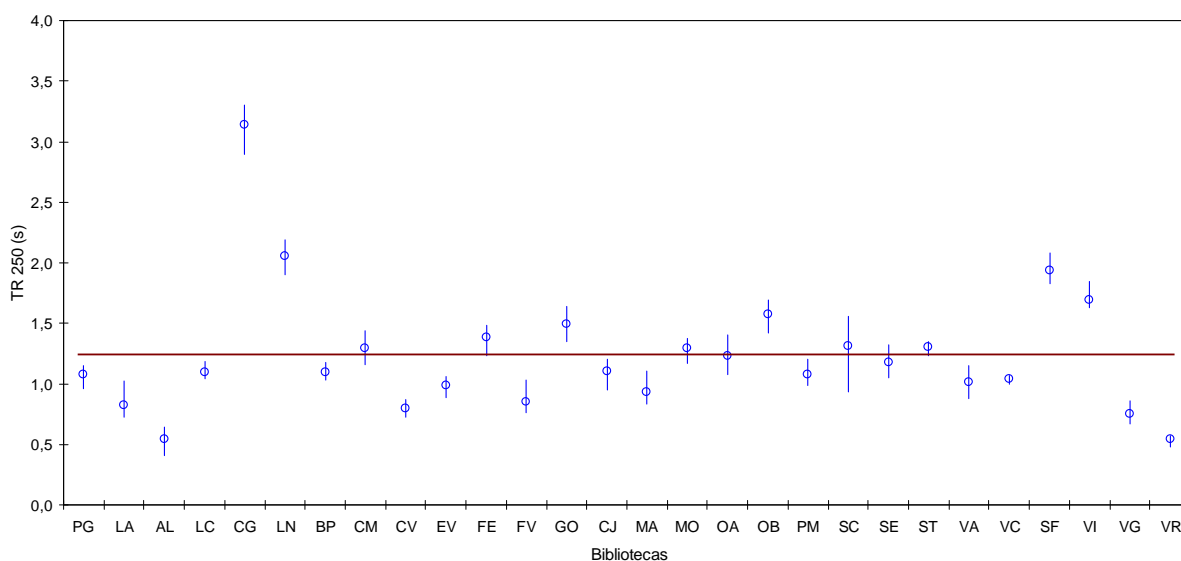


Figura 4.3 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR250 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

#### – TR 250

Analisando as variações entre pontos de medição no interior das bibliotecas verifica-se que 82% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 0,10 s, o que corresponde a 23 bibliotecas e observa-se que 14% das bibliotecas têm um valor de desvio-padrão entre pontos de medição maior que 0,10 s e menor ou igual a 0,15 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo na Biblioteca Municipal José Régio em Vila do Conde.

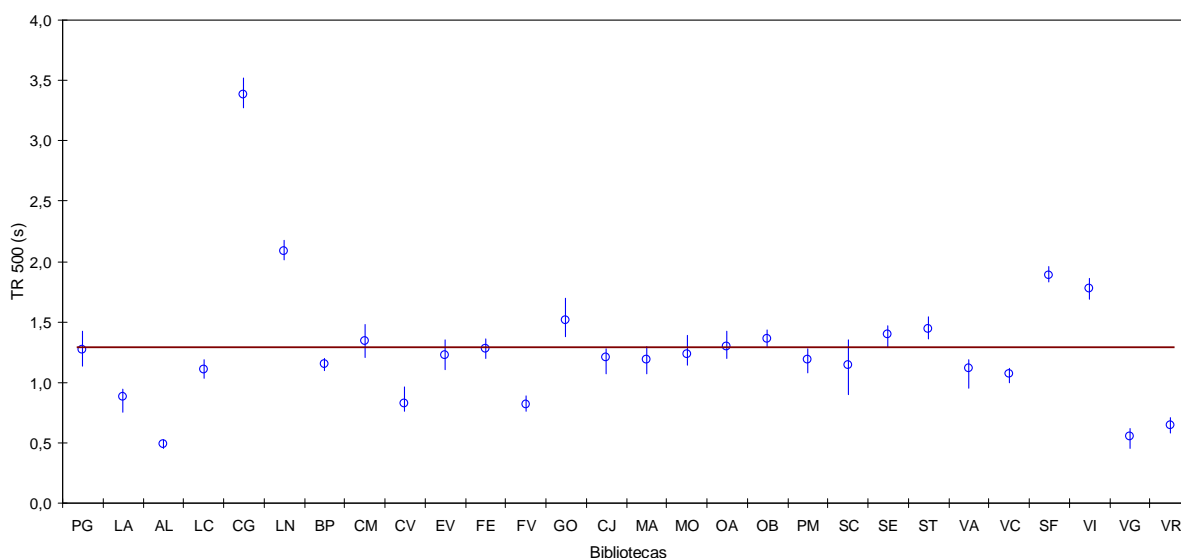


Figura 4.4 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR500 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

– **TR 500**

Pela análise dos resultados verificou-se que 86% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição inferiores a 0,10 s, o que corresponde a 24 bibliotecas e que só 4% das bibliotecas, têm um valor de desvio-padrão igual ou superior a 0,15 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se em: Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo e Biblioteca Pública de Braga.

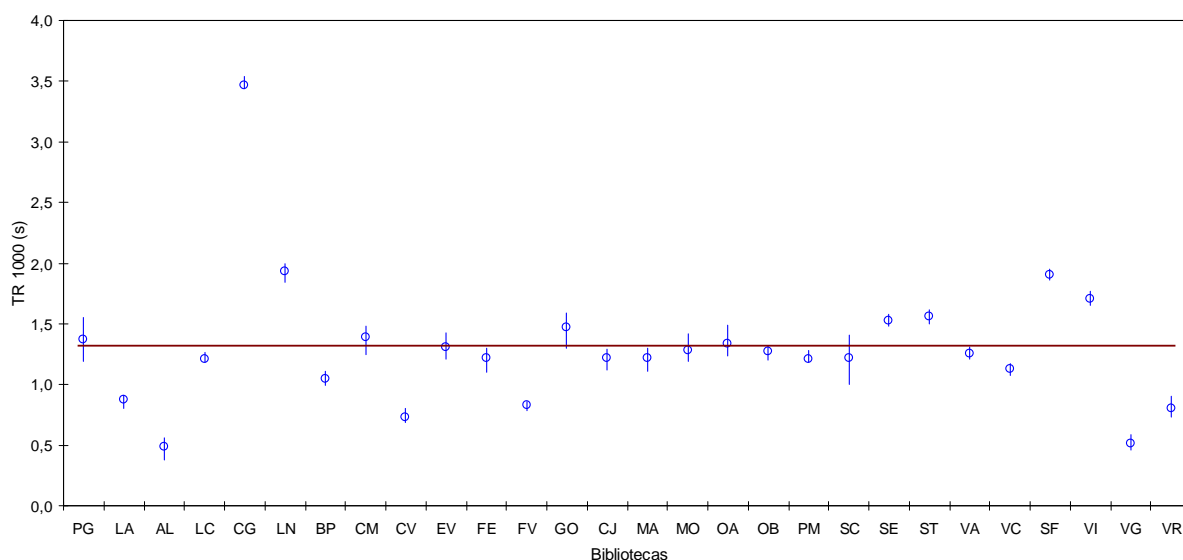


Figura 4.5 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR1000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

– **TR 1000**

Da análise dos resultados das medições, verificou-se que 54% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,05 s, o que corresponde a 15 bibliotecas e só 7% das bibliotecas, têm um valor de desvio-padrão superior a 0,10 s. De salientar que 96% dos bibliotecas têm variações inferiores ou iguais a 0,15 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais alto verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se em: Biblioteca Municipal Central – Palácio Galveias (Lisboa) e Biblioteca Municipal Simões de Almeida (tio) em Figueiró dos Vinhos.

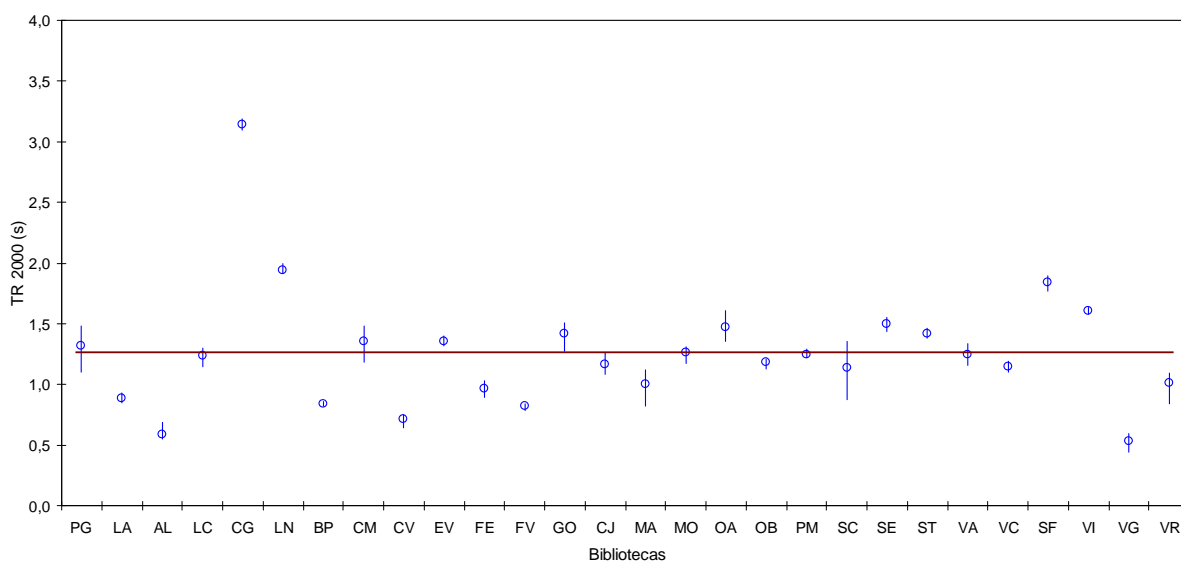


Figura 4.6 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR2000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

### – TR 2000

Pela análise dos resultados verificou-se que 61% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 0,05 s e que só 7% das bibliotecas, têm um valor de desvio-padrão superior a 0,10 s. De realçar que 93% das bibliotecas têm valores menores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Pública de Braga.

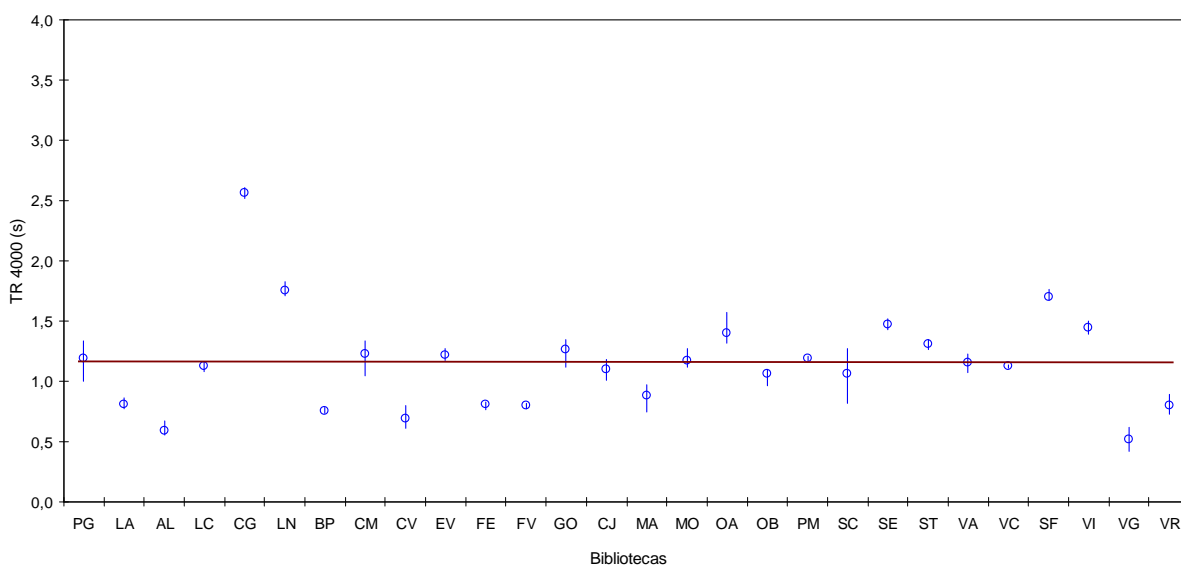


Figura 4.7 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR4000 (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

– **TR 4000**

Analisando as variações entre pontos de medição verificou-se que 61% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição inferiores ou iguais a 0,05 s, o que corresponde a 17 bibliotecas e que, só 7% das bibliotecas têm um valor de desvio-padrão superior a 0,10 s. De realçar que 93% das bibliotecas apresentam valores inferiores ou iguais a 0,10 s. Neste parâmetro o valor do desvio-padrão mais alto verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se em: Biblioteca Pública de Braga, Biblioteca Municipal Simões de Almeida (tio) em Figueiró dos Vinhos e Biblioteca Municipal José Régio em Vila do Conde.

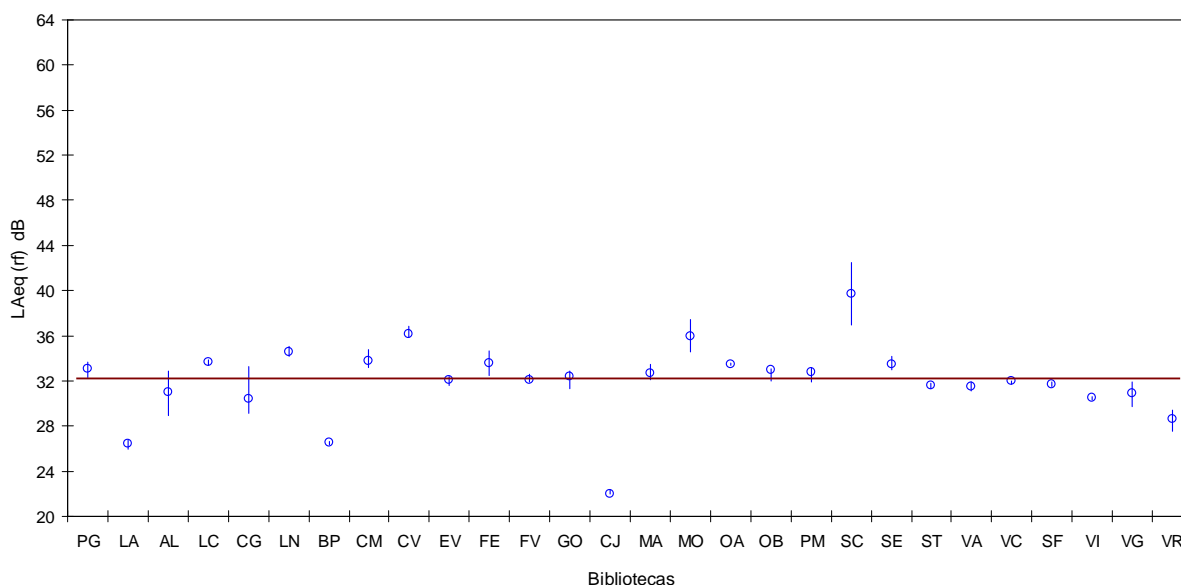


Figura 4.8 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro  $L_{Aeq}(rf)$  em dB do ruído de fundo (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

–  **$L_{Aeq}(rf)$**

Da análise efectuada aos valores do ruído de fundo no interior das bibliotecas através do parâmetro  $L_{Aeq}(rf)$ , verificou-se que 57% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 0,5 dB, o que corresponde a 16 bibliotecas. Contudo, observou-se que 86% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 1,0 dB e que só 11% das bibliotecas estudadas, têm um valor de desvio-padrão igual ou superior a 1,5 dB. Neste parâmetro, o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal de Ferreira de Castro em Oliveira de Azeméis.

De referir que o bar de apoio à Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém, localiza-se num espaço livre e contíguo à sala de leitura, sem qualquer divisória entre ambos. Consequentemente, os valores do ruído de fundo medidos foram os mais elevados, devido às fontes

ruidosas (motores de refrigeração) existentes. Assim, ao efectuarem-se as medições na sala de leitura, obtiveram-se valores mais elevados do ruído de fundo nos pontos próximos (devido ao funcionamento dos motores de refrigeração do bar), relativamente aos pontos de medição mais afastados, facto que poderá justificar o valor de desvio-padrão encontrado.

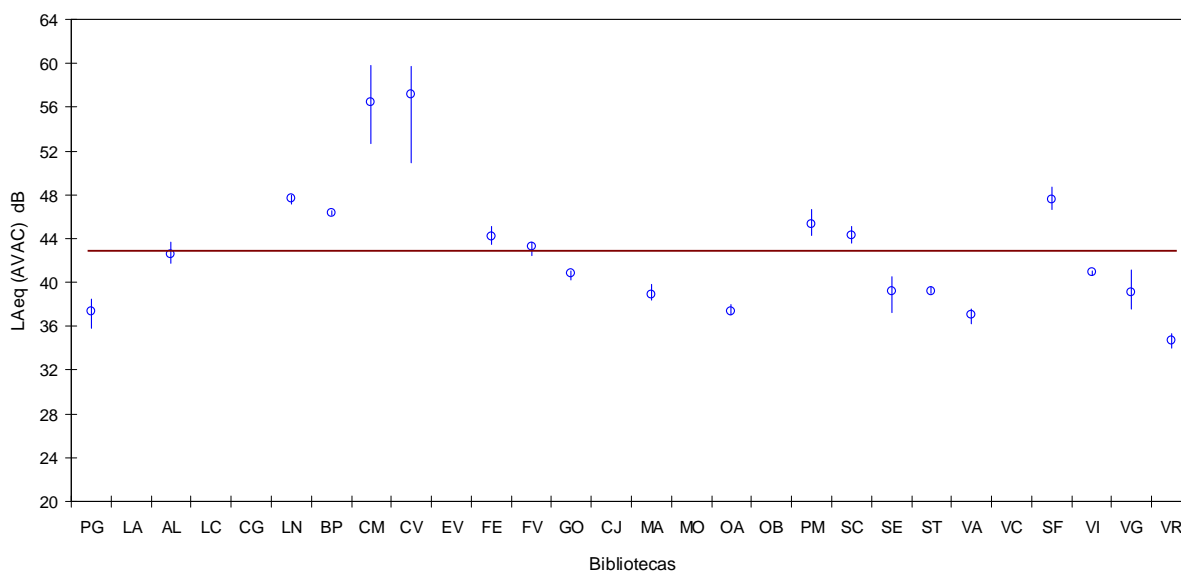


Figura 4.9 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB referentes aos equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

#### – LAeq(AVAC)

Analisando os valores do ruído ambiente no interior das bibliotecas através do parâmetro LAeq(AVAC), referente ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização, verificou-se que 30% das bibliotecas têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição menores ou iguais a 0,5 dB. Contudo, observou-se que 50% das bibliotecas, têm valores de desvio-padrão entre pontos de medição que variam entre 0,5 e 1,0 dB e que só 15% das bibliotecas estudadas têm um valor de desvio-padrão igual ou superior a 1,5 dB. Neste parâmetro, o valor do desvio-padrão mais elevado verificou-se nas bibliotecas municipais de Campo Maior e Manuel da Fonseca em Castro Verde, sendo o valor mais baixo observado na Biblioteca Pública de Braga.

De salientar que na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca, em Castro Verde, os equipamentos centrais de climatização (AVAC), estão instalados mesmo por cima da sala de leitura e sem qualquer elemento envolvente protector, o que, poderá ter originado que os valores medidos na sala de leitura, tenham sido os mais elevados. Refira-se, também, que os equipamentos centrais de climatização (AVAC), da Biblioteca Municipal de Campo Maior estavam sempre desligados, pois além de muito ruidosos, tinham um funcionamento instável e, segundo informação recolhida, o equipamento da sala infantil tinha tido uma avaria grave e com principio de incêndio (actualmente esse equipamento já foi substituído).

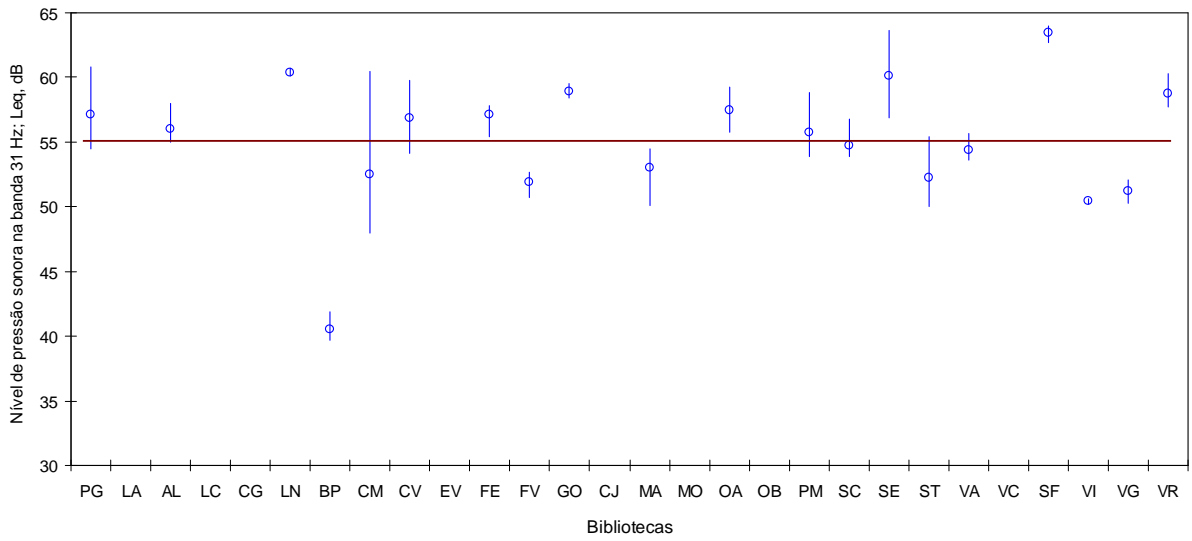


Figura 4.10 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 31 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

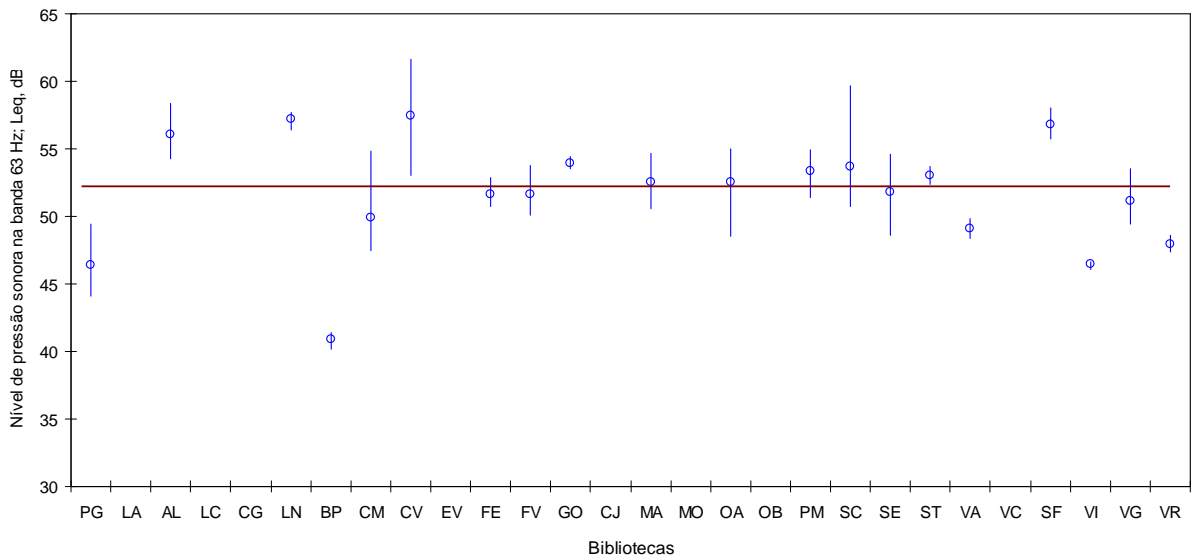


Figura 4.11 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 63 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

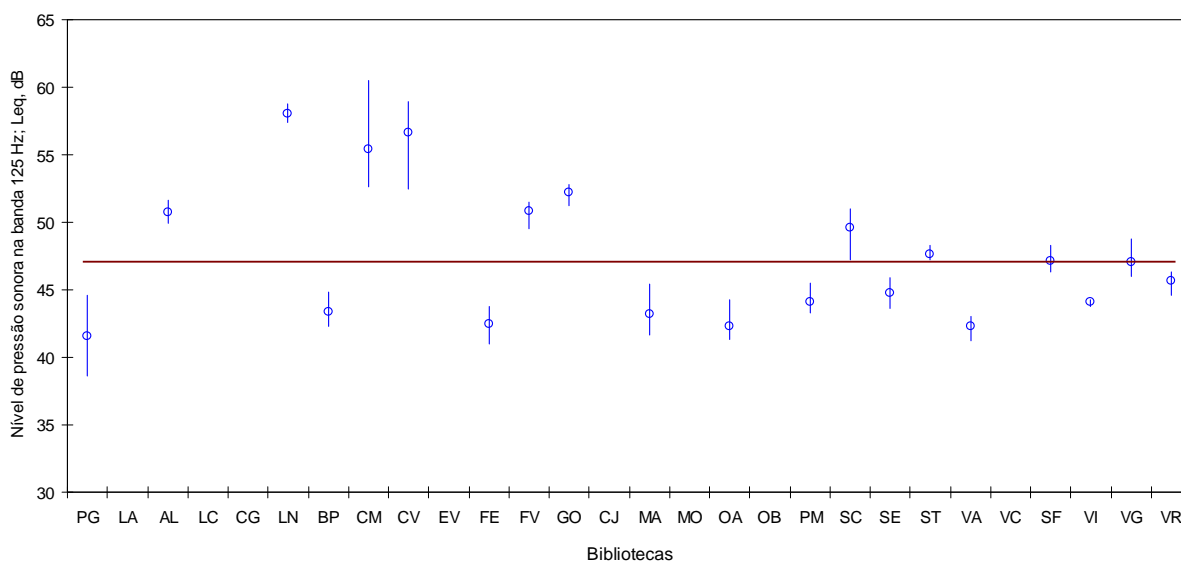


Figura 4.12 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 125 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

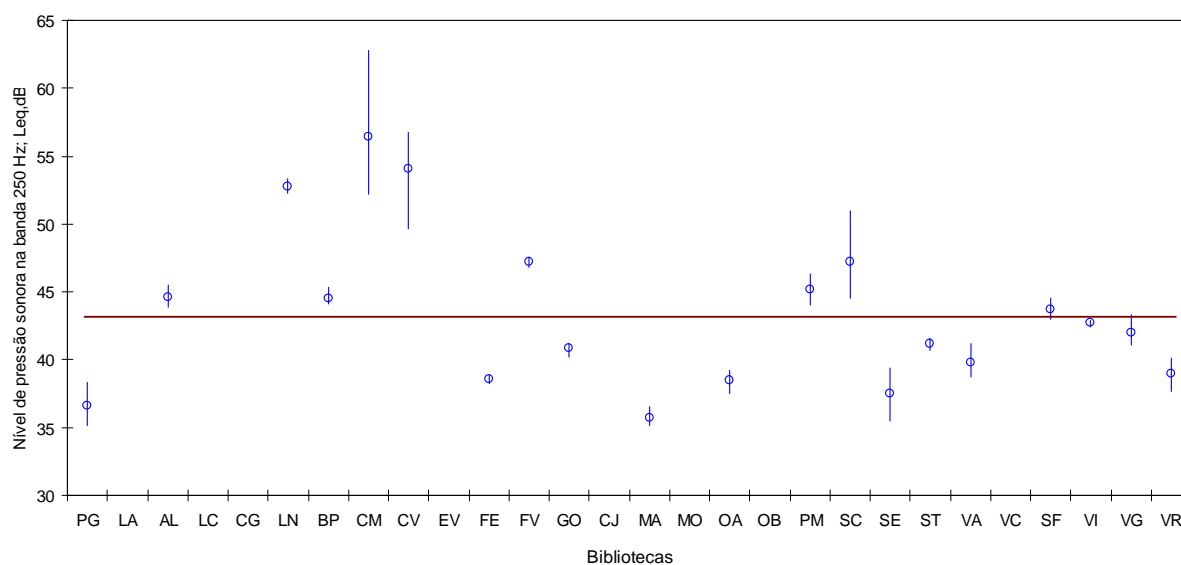


Figura 4.13 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 250 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

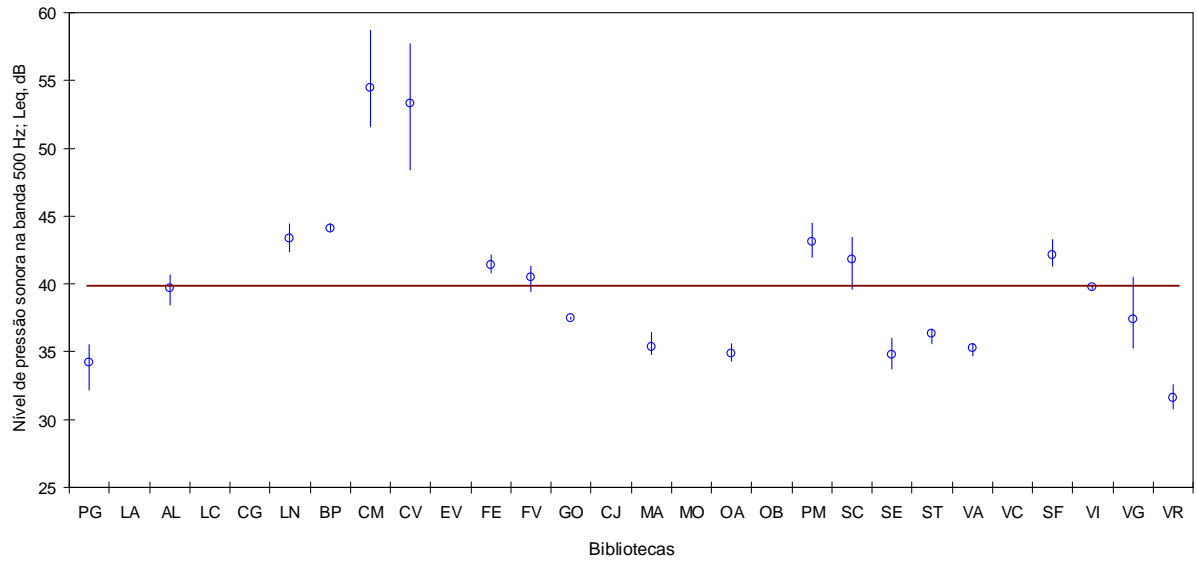


Figura 4.14 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 500 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

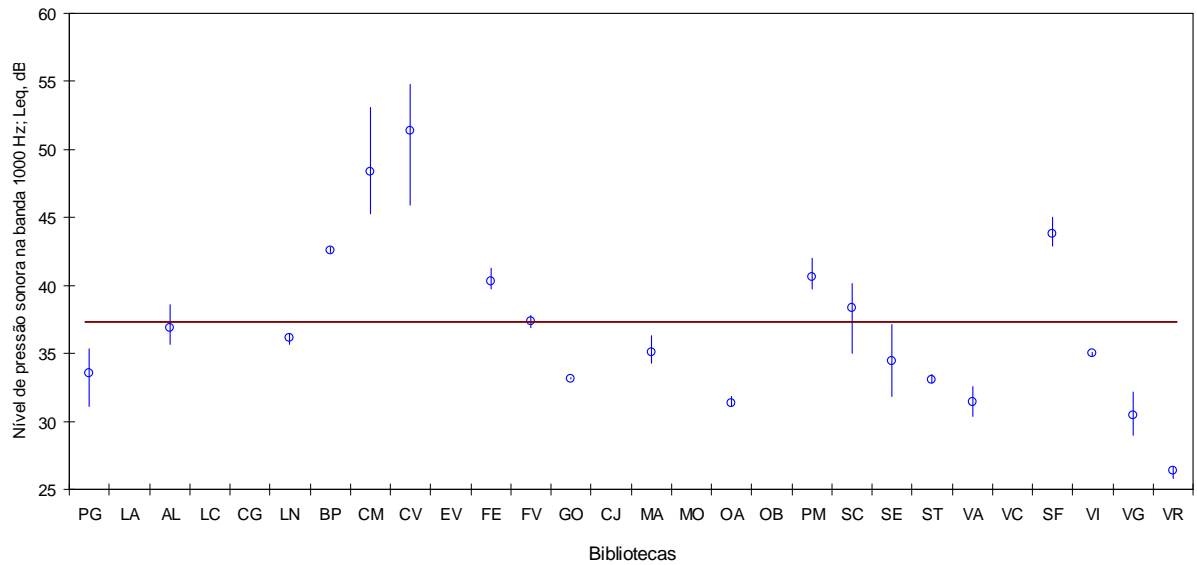


Figura 4.15 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 1000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

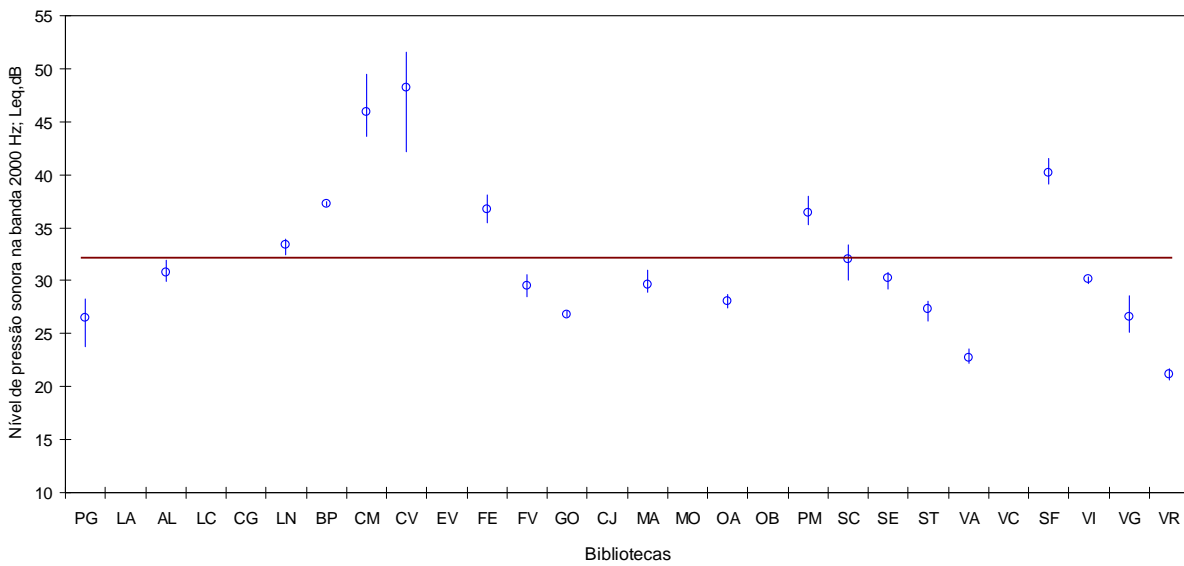


Figura 4.16 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 2000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

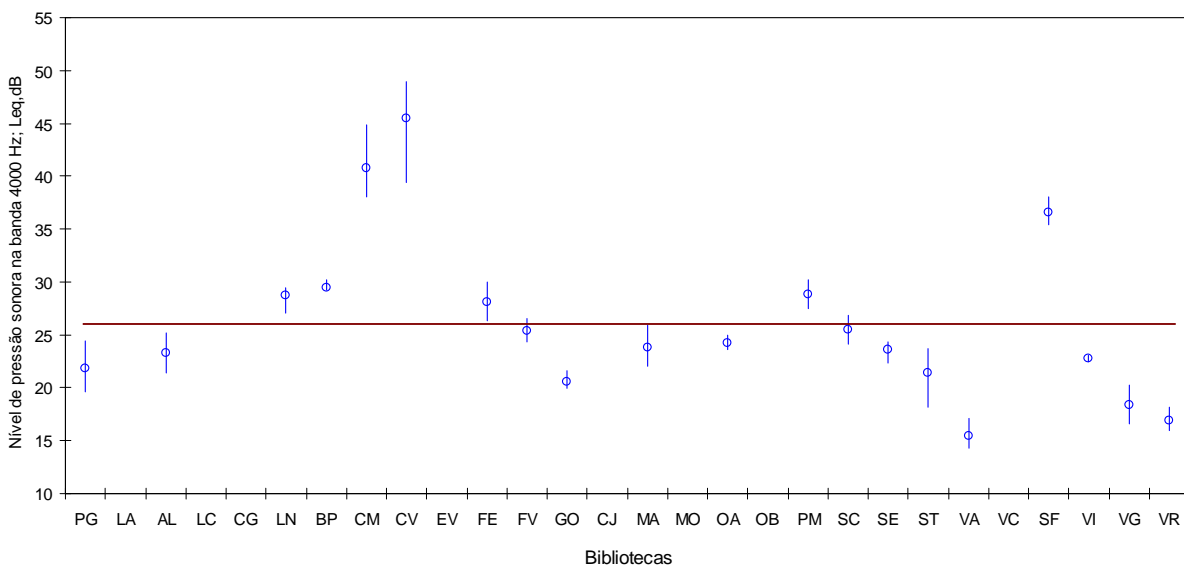


Figura 4.17 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 4000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

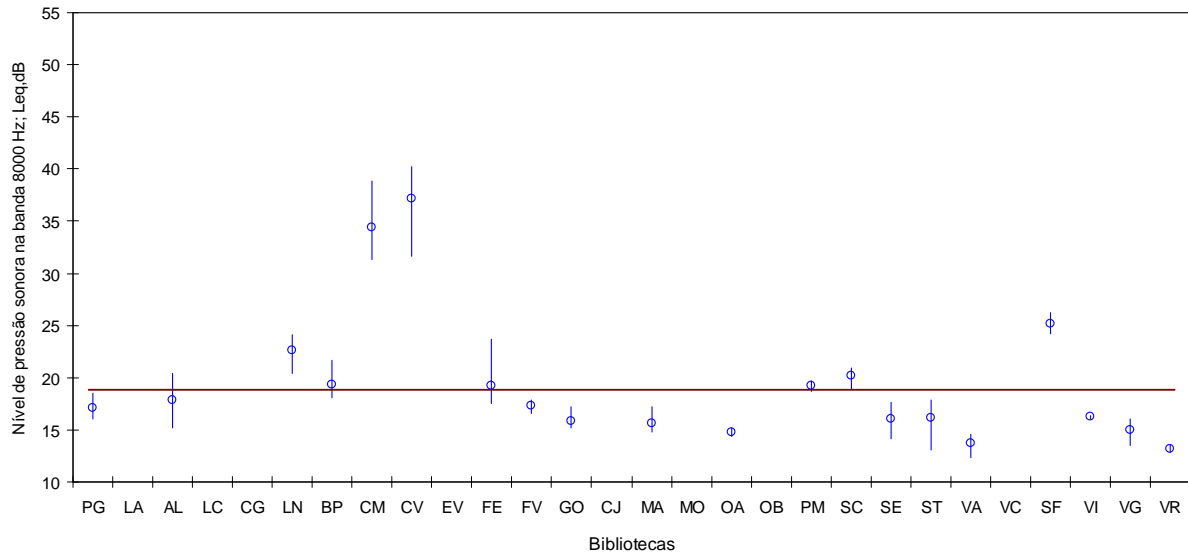


Figura 4.18 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq em dB na banda de oitava dos 8000 Hz para os equipamentos centrais de climatização (apresenta-se a variação entre os valores máximo e mínimo e a média obtida). A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

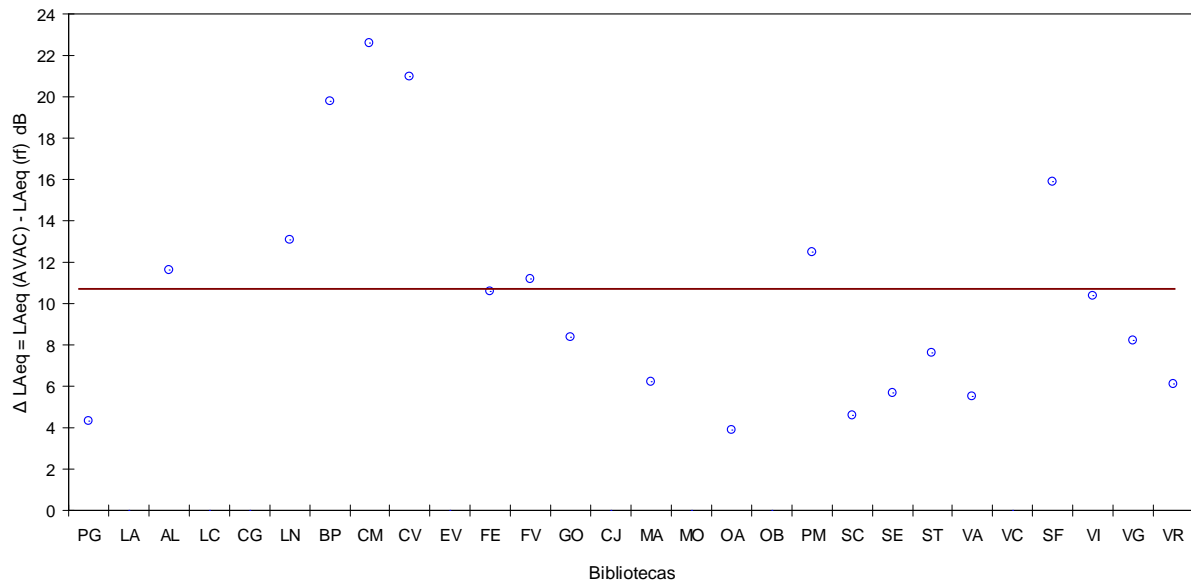


Figura 4.19 – Valor médio obtido em cada biblioteca para o parâmetro  $\Delta LAeq = [LAeq(AVAC) - LAeq(rf)]$  em dB. A linha horizontal corresponde à média global de todas as bibliotecas.

### 4.3. ANÁLISE GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS (INTER-ANÁLISE)

#### 4.3.1. ANÁLISE COMPARATIVA

Apresenta-se neste subcapítulo a análise comparativa global entre bibliotecas, que permite caracterizar e diferenciar os valores médios medidos em cada biblioteca e identificar a sua variabilidade, relativamente ao conjunto de todas as bibliotecas estudadas.

Com base nos resultados das medições efectuadas em cada biblioteca, foi possível fazer uma análise comparativa global, utilizando agora unicamente, os valores médios (em cada sala) dos parâmetros acústicos em estudo. Apresentam-se nos quadros 4.10 a 4.12, alguns resultados estatísticos básico referentes aos valores médios (em cada sala) dos parâmetros acústicos medidos para todas as bibliotecas estudadas.

Quadro 4.10 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para o parâmetro RASTI.

Parâmetro	RASTI
Valor mínimo	0,40
Valor médio	0,62
Mediana	0,62
Valor máximo	0,77
Erro-padrão	0,08

Quadro 4.11 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para o parâmetro TR.

Parâmetro	Tempo de reverberação (s)							
	125	250	500	1000	2000	4000	[500,1000]	[500,1000, 2000]
Valor mínimo	0,69	0,54	0,49	0,48	0,53	0,52	0,49	0,52
Valor médio	1,41	1,24	1,28	1,30	1,26	1,15	1,29	1,28
Mediana	1,29	1,10	1,21	1,24	1,24	1,14	1,23	1,21
Valor máximo	3,27	3,14	3,38	3,47	3,15	2,57	3,43	3,33
Erro-padrão	0,59	0,52	0,55	0,55	0,50	0,41	0,55	0,53

Quadro 4.12 – Resultados estatísticos simples relativos aos valores médios em cada biblioteca, para os parâmetros médios LAeq(rf) do ruído de fundo, LAeq(AVAC) relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença  $\Delta$ LAeq = [LAeq(AVAC) - LAeq(rf)].

Parâmetros	LAeq(rf) dB	LAeq(AVAC) dB	$\Delta$ LAeq dB
Valor mínimo	22,0	34,7	3,9
Valor médio	32,0	43,0	10,5
Mediana	32,3	41,8	9,4
Valor máximo	39,7	57,2	22,6
Erro-padrão	3,3	6,0	5,6

Dada a grande diversidade de salas de leitura e com o objectivo de verificar a variação dos parâmetros acústicos nas bibliotecas, efectuou-se também uma análise aos valores médios dos parâmetros acústicos, fazendo agora a distinção entre o grupo das bibliotecas designadas “Clássicas” (Quadro 3.2) e o grupo das bibliotecas designadas “Modernas” (Quadro 3.3).

Apresentam-se nos quadros 4.13 a 4.16 alguns resultados estatísticos, referentes aos valores médios dos parâmetros acústicos medidos para as bibliotecas estudadas, distinguindo o grupo das bibliotecas “Clássicas” das mais recentes designadas de bibliotecas “Modernas”.

Quadro 4.13 – Resultados estatísticos simples relativos aos dois grupos de bibliotecas (“Clássicas” e “Modernas”), para o parâmetro médio RASTI.

Parâmetro	RASTI	
	Bibliotecas “Clássicas”	Bibliotecas “Modernas”
Valor mínimo	0,40	0,52
Valor médio	0,59	0,63
Mediana	0,61	0,64
Valor máximo	0,74	0,77
Erro-padrão	0,10	0,07

Quadro 4.14 – Resultados estatísticos simples relativos ao grupo de bibliotecas “Clássicas”, para o parâmetro médio TR.

Parâmetro	Tempo de reverberação (s)							
	125	250	500	1000	2000	4000	[500,1000]	[500,1000, 2000]
Valor mínimo	0,69	0,83	0,88	0,87	0,84	0,76	0,88	0,88
Valor médio	1,51	1,42	1,53	1,53	1,48	1,32	1,53	1,51
Mediana	1,18	1,10	1,19	1,22	1,24	1,16	1,21	1,21
Valor máximo	3,27	3,14	3,38	3,47	3,15	2,57	3,43	3,33
Erro-padrão	0,94	0,79	0,83	0,84	0,76	0,59	0,83	0,81

Quadro 4.15 – Resultados estatísticos simples relativos ao grupo de bibliotecas “Modernas”, para o parâmetro médio TR.

Parâmetro	Tempo de reverberação (s)							
	125	250	500	1000	2000	4000	[500,1000]	[500,1000, 2000]
Valor mínimo	0,76	0,54	0,49	0,48	0,53	0,52	0,49	0,52
Valor médio	1,37	1,16	1,18	1,21	1,18	1,08	1,20	1,19
Mediana	1,36	1,20	1,26	1,26	1,21	1,14	1,26	1,23
Valor máximo	2,30	1,93	1,89	1,90	1,85	1,70	1,90	1,88
Erro-padrão	0,40	0,37	0,37	0,37	0,34	0,32	0,37	0,36

Quadro 4.16 – Resultados estatísticos simples relativos aos dois grupos de bibliotecas (“Clássicas” e “Modernas”), para os parâmetros médios LAeq(rf) do ruído de fundo, LAeq(AVAC) relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização e diferença  $\Delta LAeq = [LAeq(AVAC) - LAeq(rf)]$ .

Parâmetros	LAeq(rf) dB		LAeq(AVAC) dB		$\Delta LAeq$ dB	
	“Clássicas”	“Modernas”	“Clássicas”	“Modernas”	“Clássicas”	“Modernas”
Valor mínimo	22,0	28,6	45,3	34,7	12,5	3,9
Valor médio	29,8	32,9	46,4	42,4	15,1	9,6
Mediana	31,3	32,6	46,3	40,8	13,1	8,2
Valor máximo	34,6	39,7	47,7	57,2	19,8	22,6
Erro-padrão	4,4	2,4	1,2	6,3	4,1	5,6

Representam-se de forma gráfica, nas figuras 4.20 a 4.39 os resultados médios obtidos em cada biblioteca para os parâmetros acústicos e onde se inclui também, os resultados médios globais de cada grupo de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”.

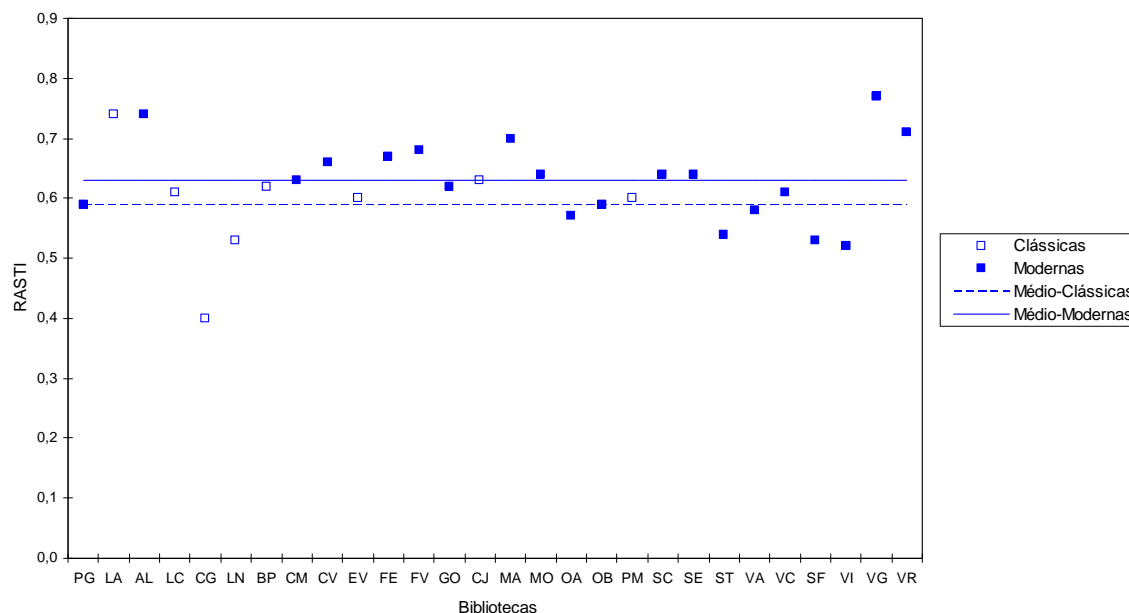


Figura 4.20 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro RASTI, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

### – RASTI

Pela análise efectuada na totalidade das bibliotecas aos valores médios obtidos do parâmetro RASTI, verificou-se que 50% das bibliotecas têm um valor médio igual ou superior a 0,60 e inferior a 0,70 e que, o valor médio global obtido para este parâmetro foi de 0,62. Observou-se também que 29% das bibliotecas estudadas apresentou um valor do parâmetro RASTI igual ou superior a 0,50 e inferior a 0,60. De referir que pelos resultados médios obtidos se pode inferir que, a inteligibilidade da palavra nas bibliotecas estudadas apresentou valores médios entre *suficiente* e *bom* e que, só em 4% das bibliotecas foram obtidos valores médios do parâmetro RASTI correspondentes a uma inteligibilidade *mediocre*, isto é, menor que 0,45. Neste parâmetro, o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Municipal de Vila Nova de Gaia. O facto de a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra apresentar o valor de RASTI mais baixo, poderá ser justificado por causa da sala de leitura ser a mais reverberante de todas, pois o parâmetro RASTI depende fundamentalmente da reverberação do local. Pelo contrário, na sala de leitura da Biblioteca Municipal de Vila Nova de Gaia, verificou-se um tempo de reverberação baixo, poderá ser esta a justificação para o elevado valor de RASTI encontrado.

Quando se efectuou a análise distinguindo os dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro RASTI para o grupo das bibliotecas “Clássicas” foi de 0,59, enquanto que para o grupo das bibliotecas “Modernas” o valor médio obtido para este parâmetro foi de 0,63. Assim, verificou-se entre estes dois grupos uma diferença de 0,04 para o valor médio do parâmetro RASTI. As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro RASTI, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o

parâmetro RASTI foi de  $0,63 \pm 0,07$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio do RASTI foi de  $0,59 \pm 0,10$ .

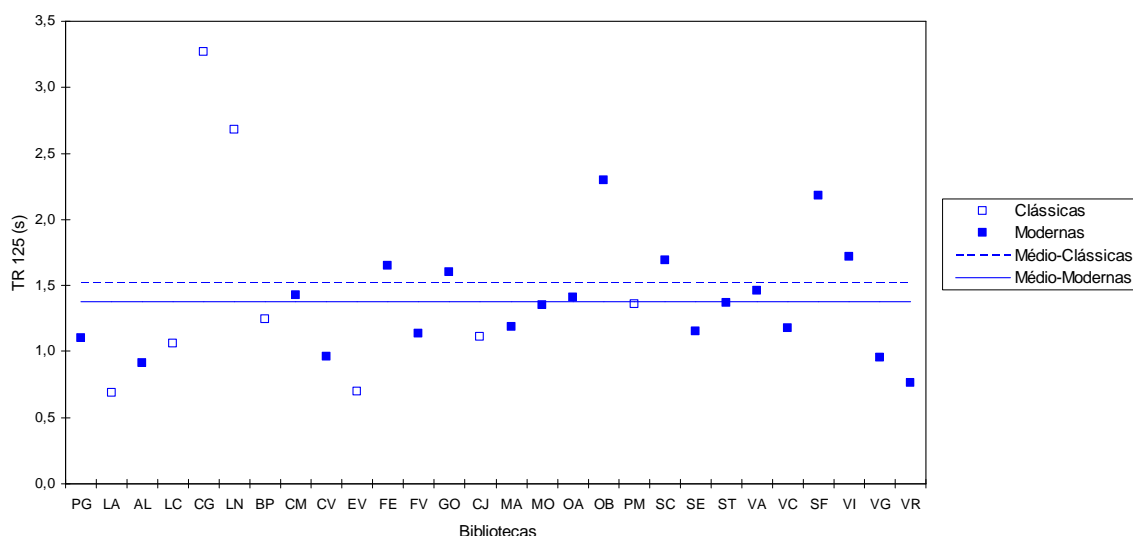


Figura 4.21 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR125, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

#### – TR 125

Da análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas, verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,4 s. Da comparação dos valores médios, observou-se que 25% têm um valor médio inferior a 1,1 s e que, 25% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s mas inferior a 1,3 s. Neste parâmetro, o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca do Palácio da Ajuda. A sala de leitura da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra tem um volume grande, o que associado à pouca absorção sonora da envolvente interior, faz com que seja a mais reverberante.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR125, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR125 foi de  $1,37 \pm 0,40$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio do TR125 foi de  $1,51 \pm 0,94$ .

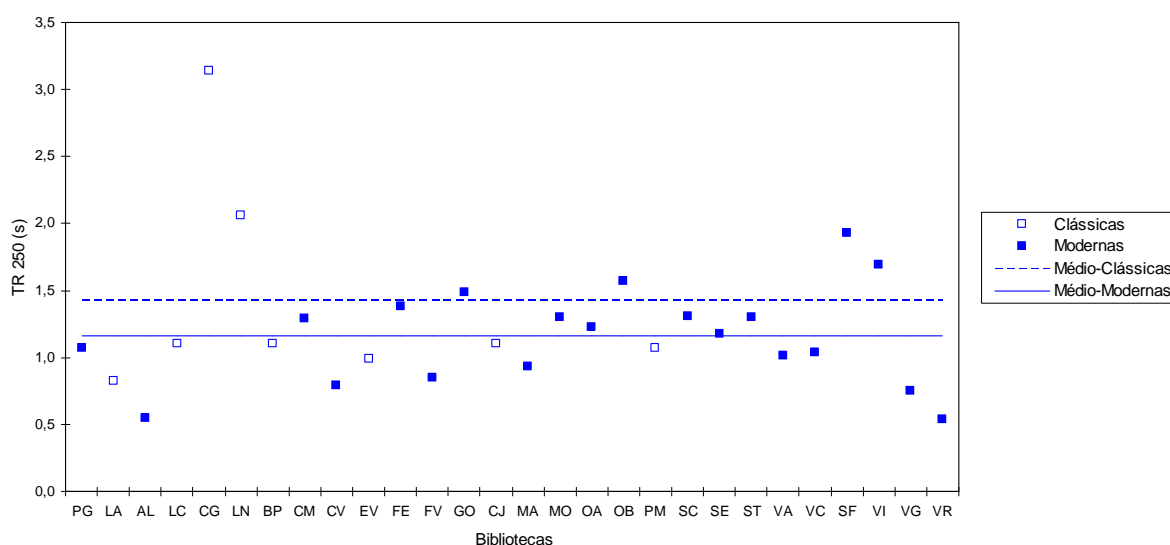


Figura 4.22 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR250, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

#### – TR 250

Da análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas, verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,2 s. Da comparação dos valores médios, observou-se que 50% têm um valor médio inferior a 1,1 s e que, 18% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s e inferior a 1,3 s. Neste parâmetro, o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira em Vila Real. A sala de leitura da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra devido ao grande volume e à pouca absorção sonora da envolvente interior é a mais reverberante.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR250, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR250 foi de  $1,16 \pm 0,37$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio do TR250 foi de  $1,42 \pm 0,79$ .

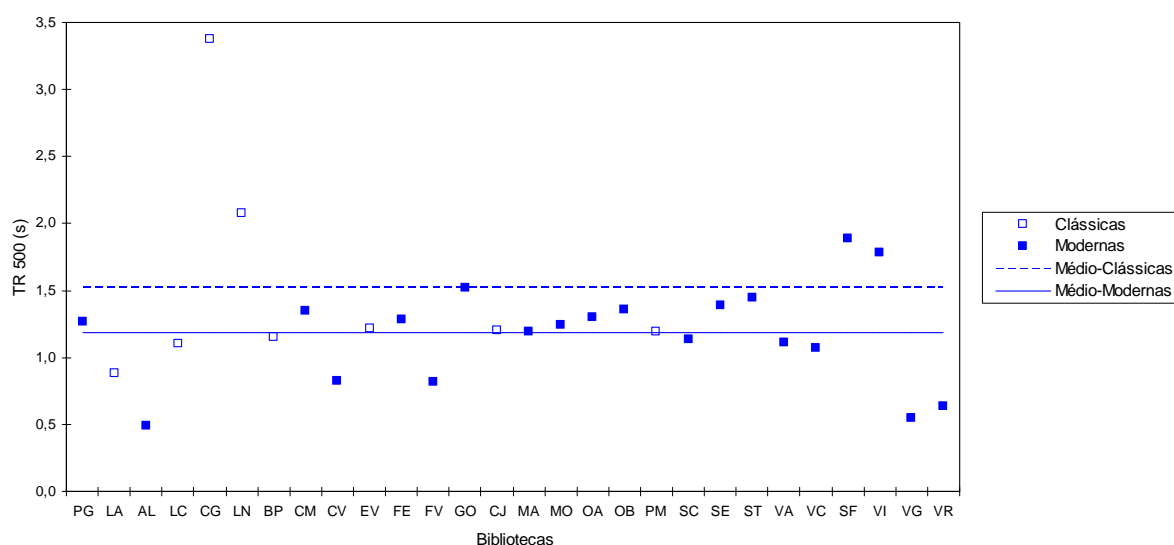


Figura 4.23 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR500, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

– **TR 500**

Da análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas, verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,3 s. Da comparação dos valores médios, verificou-se que 21% têm um valor médio inferior a 0,9 s e que 43% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s e inferior a 1,3 s. Neste parâmetro, o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo. A sala de leitura da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra devido ao grande volume e à pouca absorção sonora da envolvente interior é a mais reverberante.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR500, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR500 foi de  $1,18 \pm 0,37$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio do TR500 foi de  $1,53 \pm 0,83$ .

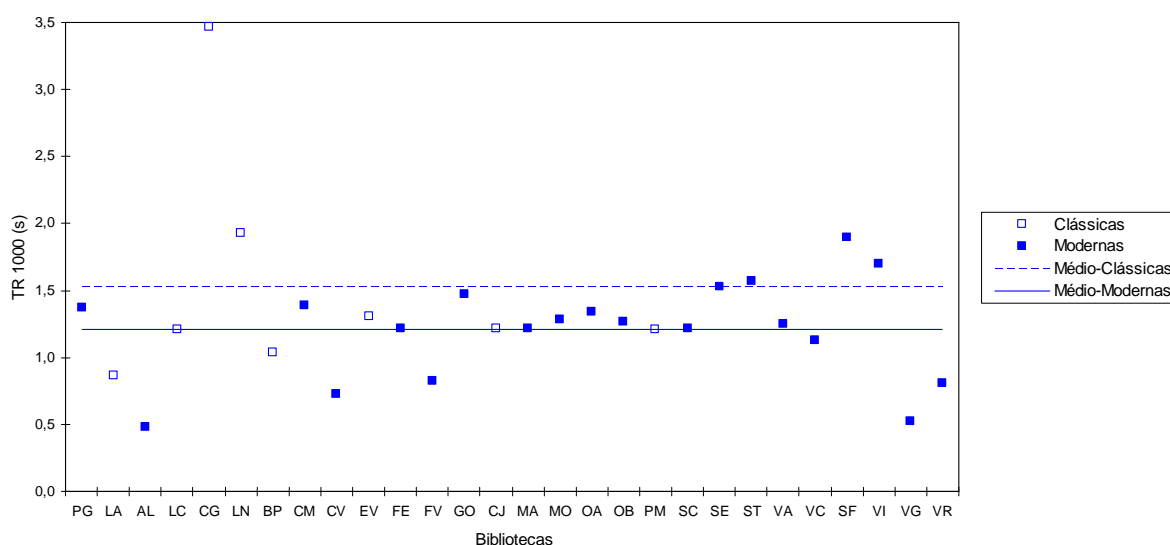


Figura 4.24 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR1000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

#### – TR 1000

Pela análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,3 s. Por comparação dos valores médios verificou-se que 25% têm um valor médio inferior a 1,1 s e que 36% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s e inferior a 1,3 s. Neste parâmetro o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo. Conforme já referido, a sala de leitura da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra é a mais reverberante e apresentou, para esta banda de frequência, o valor mais elevado do tempo de reverberação, com TR1000 de 3,47 s.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR1000, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR1000 foi de  $1,21 \pm 0,37$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio para este parâmetro foi de  $1,53 \pm 0,84$ .

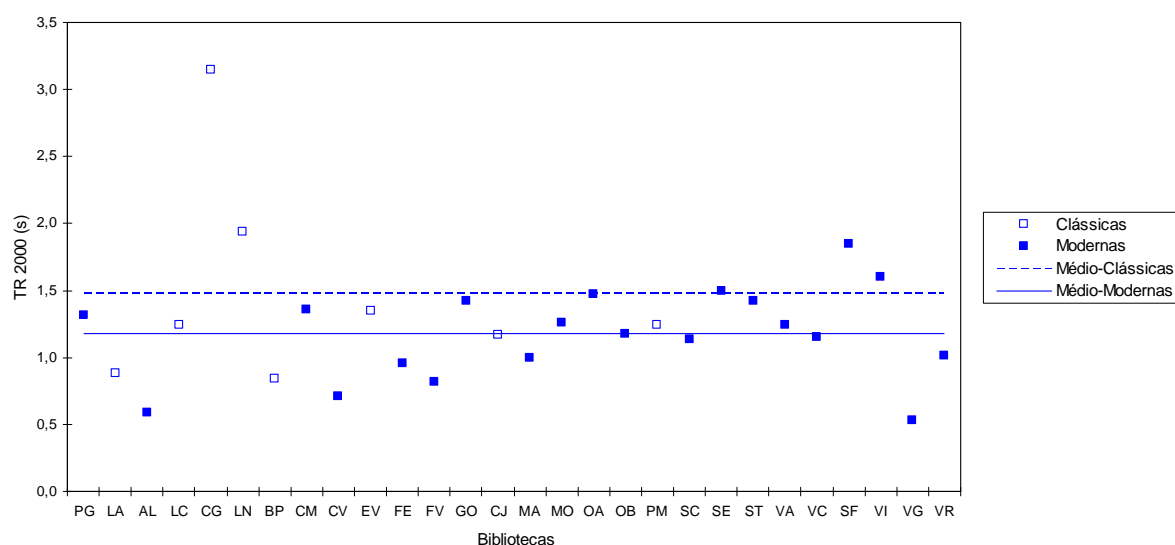


Figura 4.25 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR2000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

#### – TR 2000

Por análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,3 s. Pela comparação dos valores médios verificou-se que 32% têm um valor médio inferior a 1,1 s e que 29% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s e inferior a 1,3 s. Neste parâmetro o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal de Vila Nova de Gaia. Conforme já indicado, devido ao grande volume e à pouca absorção sonora, a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra é a mais reverberante.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR2000, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR2000 foi de  $1,18 \pm 0,34$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio para o parâmetro TR2000 foi de  $1,48 \pm 0,76$ .

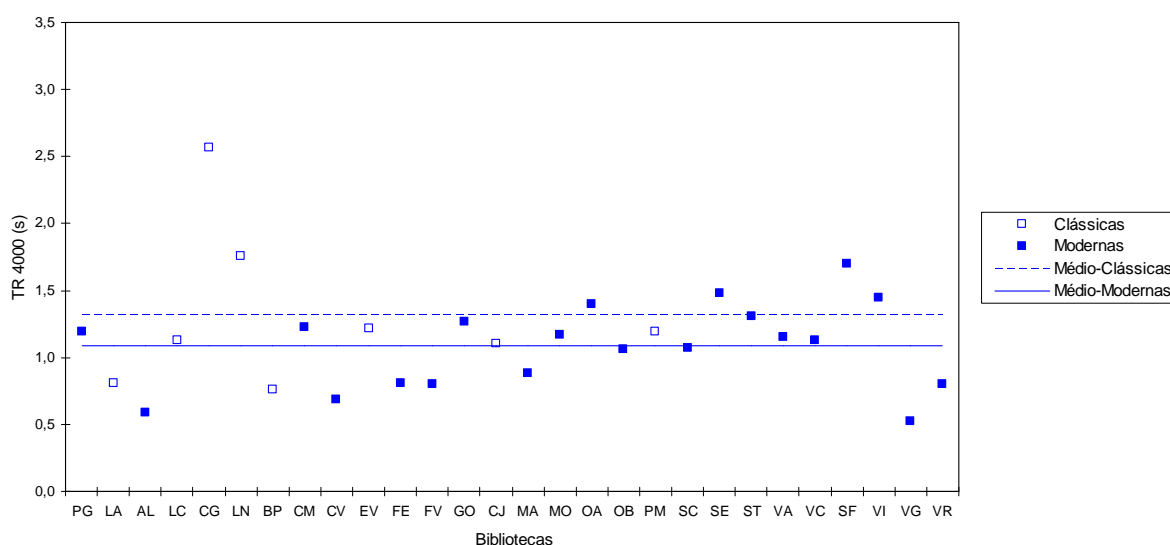


Figura 4.26 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR4000, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem aos valores médios de cada grupo de bibliotecas.

#### – TR 4000

Na análise efectuada aos valores médios obtidos do tempo de reverberação à totalidade das bibliotecas, verificou-se que o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 1,2 s. Por comparação dos valores médios, verificou-se que 43% têm um valor médio inferior a 1,1 s e que, 32% têm um valor médio igual ou superior a 1,1 s e inferior a 1,3 s. Neste parâmetro, o valor mais elevado verificou-se na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal de Vila Nova de Gaia. Conforme já indicado, devido ao grande volume e à pouca absorção sonora, a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra é a mais reverberante.

As bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores em relação ao parâmetro TR4000, mas os intervalos de confiança entrecruzam-se, pois o valor médio obtido para o parâmetro TR4000 foi de  $1,08 \pm 0,32$ , enquanto que nas “Clássicas” o valor médio para o parâmetro TR4000 foi de  $1,32 \pm 0,59$ .

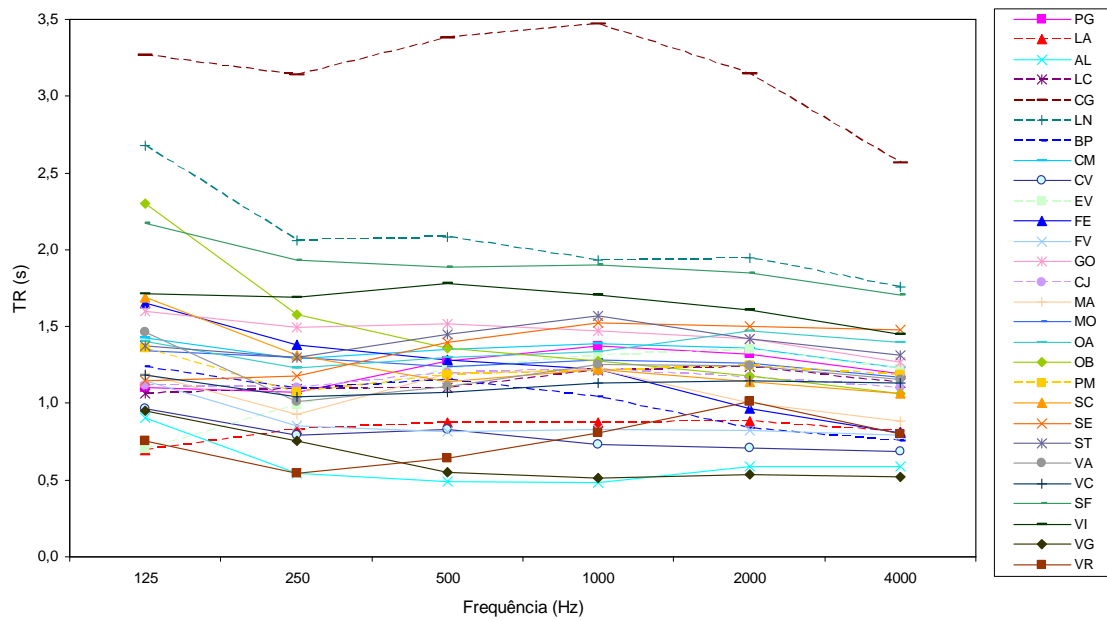


Figura 4.27 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro TR para as bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

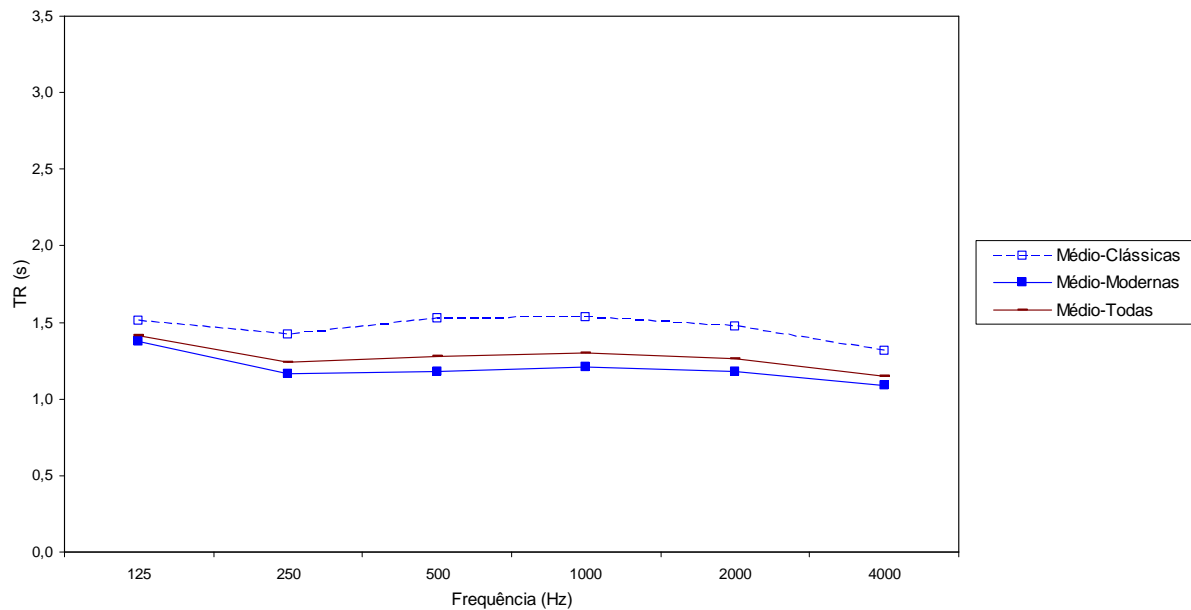


Figura 4.28 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro TR, para as bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. Comparam-se os valores médios de TR obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.

Atendendo aos valores médios obtidos do tempo de reverberação na totalidade das bibliotecas, verificou-se que, para as várias bandas de frequências estudadas, o tempo de reverberação situou-se entre 1,4 s nas baixas frequências e 1,1 s nas frequências mais altas. Quando se efectuou a análise aos dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que em média as bibliotecas “Clássicas” apresentaram um tempo de reverberação 0,3 s superior, em todas as bandas de frequências, que o grupo das bibliotecas “Modernas”. Assim verificou-se que em média as bibliotecas “Clássicas” apresentaram um tempo de reverberação médio de 1,5 s enquanto que nas bibliotecas

“Modernas”, o tempo de reverberação médio se situou nos 1,2 s. Esta diferença pode ser explicada, pelo tipo de mobiliário ou pela volumetria, pois o grupo das bibliotecas “Clássicas” é o que apresenta as salas de leitura com as maiores dimensões, relativamente às outras salas. O volume médio das bibliotecas “Clássicas” é mais do dobro do das bibliotecas “Modernas”, (o volume médio das “Clássicas” é de 2741 m<sup>3</sup> face a 1255 m<sup>3</sup> das “Modernas”). Uma outra explicação poderá resultar do facto das bibliotecas “Modernas”, de construção mais recente, terem de cumprir as exigências regulamentares ao nível da acústica de edifícios, mas mesmo assim as diferenças verificadas não são muito expressivas.

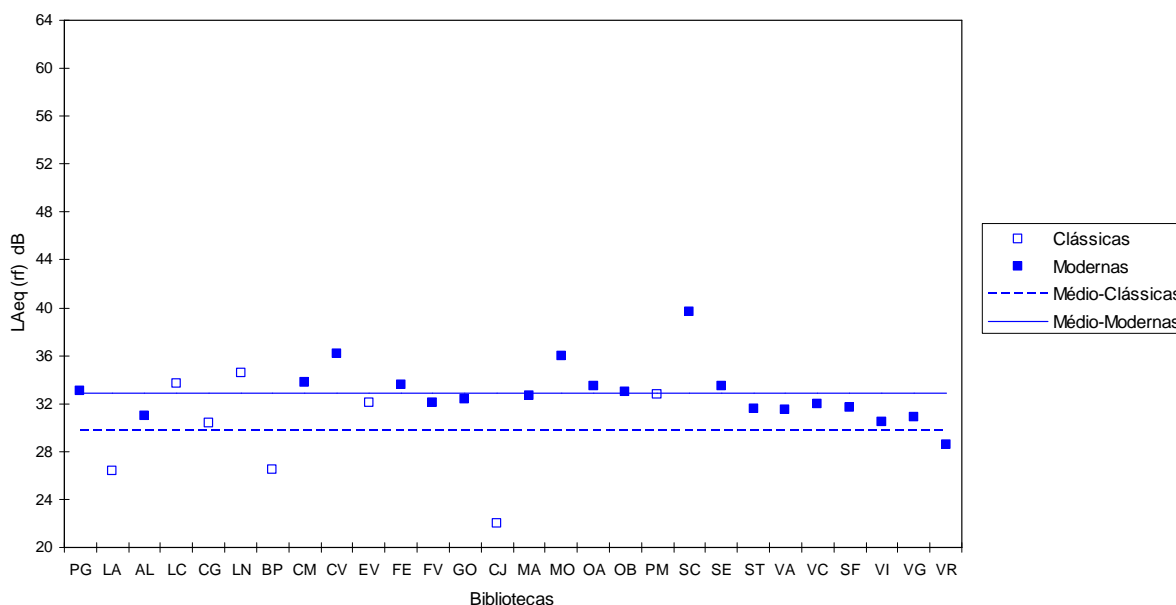


Figura 4.29 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(rf) do ruído de fundo, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas.

#### – LAeq(rf)

Da análise efectuada aos valores do ruído de fundo sem ocupação, à totalidade das bibliotecas, através do parâmetro LAeq(rf) verificou-se que, o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas neste parâmetro foi de 32 dB(A). Constatou-se que 71% das bibliotecas estudadas, apresentaram valores médios do ruído de fundo para o parâmetro LAeq(rf) entre 30 e 34 dB(A), o que corresponde a 20 bibliotecas. Observou-se também que, só 4% das bibliotecas analisadas, apresentaram valores médios para o parâmetro LAeq(rf) do ruído de fundo inferiores a 26 dB(A) e que, 14% das salas de leitura apresentaram valores do ruído de fundo superiores a 34 dB(A). Neste parâmetro, o valor mais elevado registou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Joanina. Conforme já anteriormente referido, o bar de apoio à Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Santiago do Cacém situa-se num espaço livre, ao nível do piso, sem qualquer divisória e é adjacente à sala de leitura. Consequentemente os valores do ruído de fundo medidos foram os mais elevados devido ao funcionamento dos motores de refrigeração, facto que justifica o valor encontrado. A Biblioteca Joanina, situa-se na centro histórico da Universidade de Coimbra, quase completamente isolada e sem qualquer significativa fonte de ruído perturbador na envolvente.

Da análise aos valores do ruído de fundo, distinguindo os dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro LAeq(rf) do ruído de fundo, para o grupo das bibliotecas “Clássicas” foi de 30 dB(A), enquanto que para o grupo das bibliotecas

“Modernas” o valor médio obtido para este parâmetro foi de 33 dB(A). Assim verificou-se entre estes dois grupos uma diferença para o valor médio do parâmetro LAeq(rf) do ruído de fundo de cerca de 3 dB(A). As bibliotecas “Clássicas” parecem ter salas de leitura mais silenciosas, face ao ruído exterior, que as bibliotecas “Modernas”. Poderá haver várias explicações, por um lado, as fachadas exteriores dos edifícios das bibliotecas “Clássicas” terem um melhor isolamento sonoro face as bibliotecas “Modernas”, por outro estarem situadas em locais pouco ruidoso. Uma outra razão poderá ser o facto das bibliotecas “Clássicas” terem salas de leitura perfeitamente fechadas e isoladas dos restantes compartimentos, o que já não se verifica nas bibliotecas “Modernas”, onde nem sempre é possível fechar totalmente a sala, existindo muitas vezes comunicação entre os compartimentos e consequentemente propagação do ruído, tanto ao nível do piso como com outros pisos.

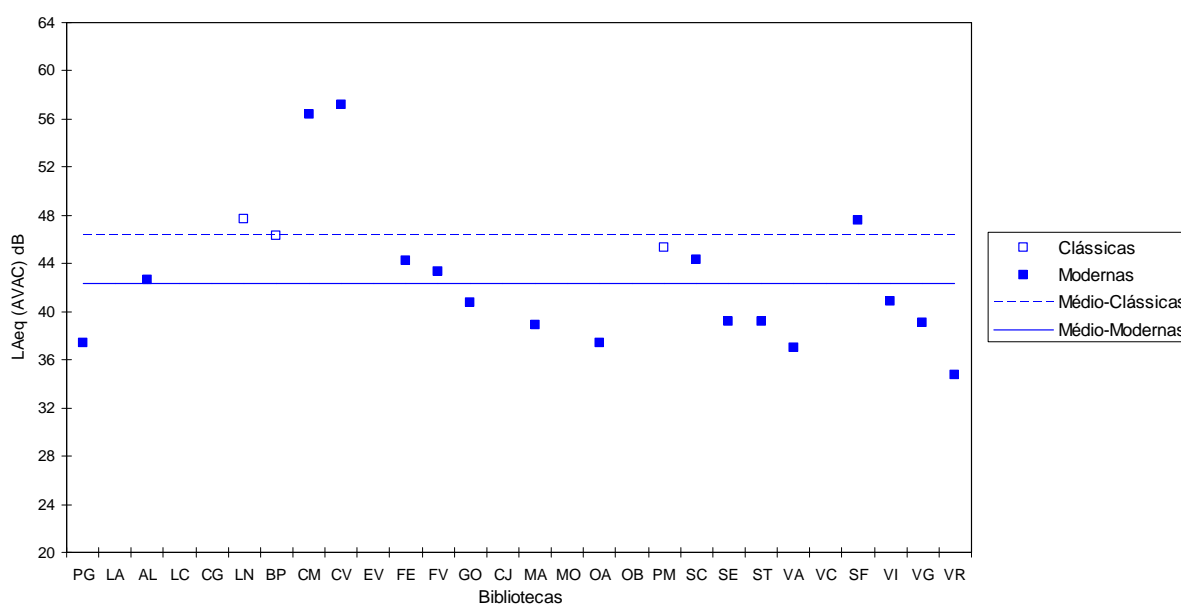


Figura 4.30 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas.

#### – LAeq(AVAC)

Da análise efectuada aos valores do ruído ambiente interior, relativo ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização avaliados através do parâmetro LAeq (AVAC) verificou-se que, o valor médio global obtido nas bibliotecas estudadas foi de 43 dB(A). Constatou-se que 40% das bibliotecas estudadas, apresentaram valores médios do ruído ambiente para o parâmetro LAeq(AVAC) entre 37 e 40 dB(A) e que, 20% das bibliotecas apresentaram valores entre 41 e 44 dB(A). De salientar também que, 30% das bibliotecas apresentaram valores médios do ruído ambiente para o parâmetro LAeq(AVAC) superiores a 45 dB(A) e que, só 10% das bibliotecas analisadas, apresentaram valores médios inferiores ou iguais a 36 dB(A). Neste parâmetro, o valor mais elevado registou-se na Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Castro Verde e o valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira. Conforme já anteriormente referido, os equipamentos centrais de climatização (AVAC) da Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca em Castro Verde, estão instalados mesmo por cima da sala de leitura e sem qualquer elemento envolvente protector, ora esse facto terá originado os valores mais elevados registados na sala de leitura.

Analisando o acréscimo de ruído nas salas de leitura, provocado pelo funcionamento dos equipamentos de climatização, verificou-se que estes provocavam em média um acréscimo de 11

dB(A), nas bibliotecas que têm esses equipamentos instalados. Este acréscimo face ao ruído de fundo é um valor elevado, pois a avaliação efectuou-se com a sala desocupada. De referir ainda que caso o equipamento funcione em modo intermitente, poderá tornar-se ainda mais incomodativo, sobretudo nos momentos de início de funcionamento do equipamento, quebrando o silêncio existente na sala de leitura.

Analisando os valores referentes ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização, através do parâmetro LAeq(AVAC), distinguindo os dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro LAeq(AVAC), para o grupo das bibliotecas “Clássicas” foi de 46 dB(A), enquanto que para o grupo das bibliotecas “Modernas” o valor médio obtido para este parâmetro foi de 42 dB(A). Notar que no grupo das bibliotecas “Clássicas” só três têm equipamentos centrais de climatização. Assim verificou-se entre estes dois grupos uma diferença para o valor médio do parâmetro LAeq(AVAC) de 4 dB(A).

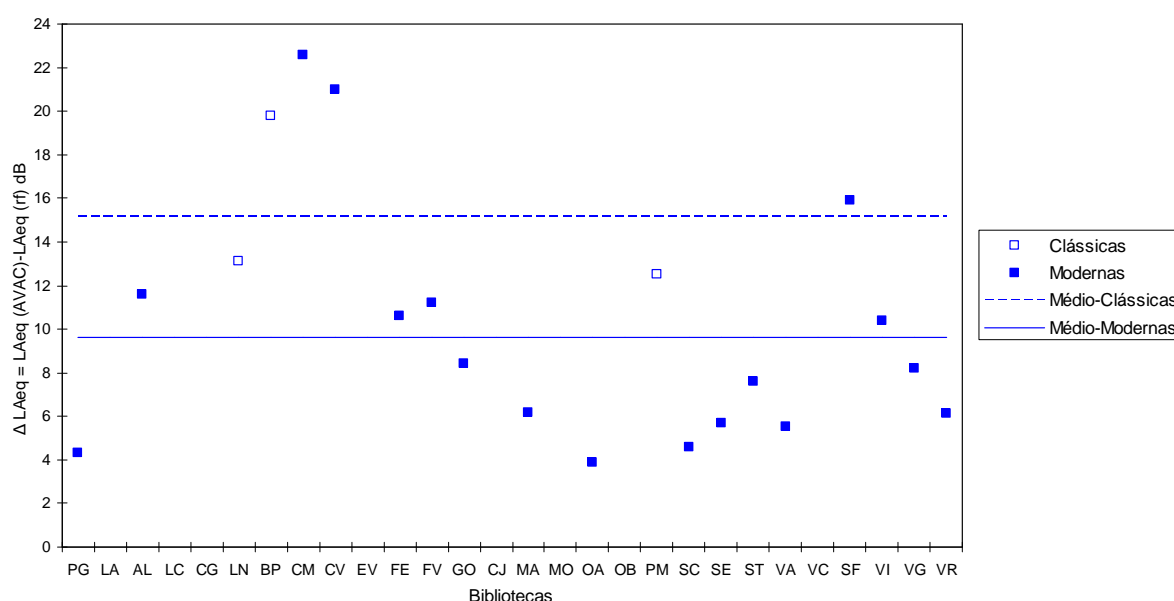


Figura 4.31 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para a diferença  $\Delta LAeq$  em dB, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas horizontais correspondem à média de cada grupo de bibliotecas.

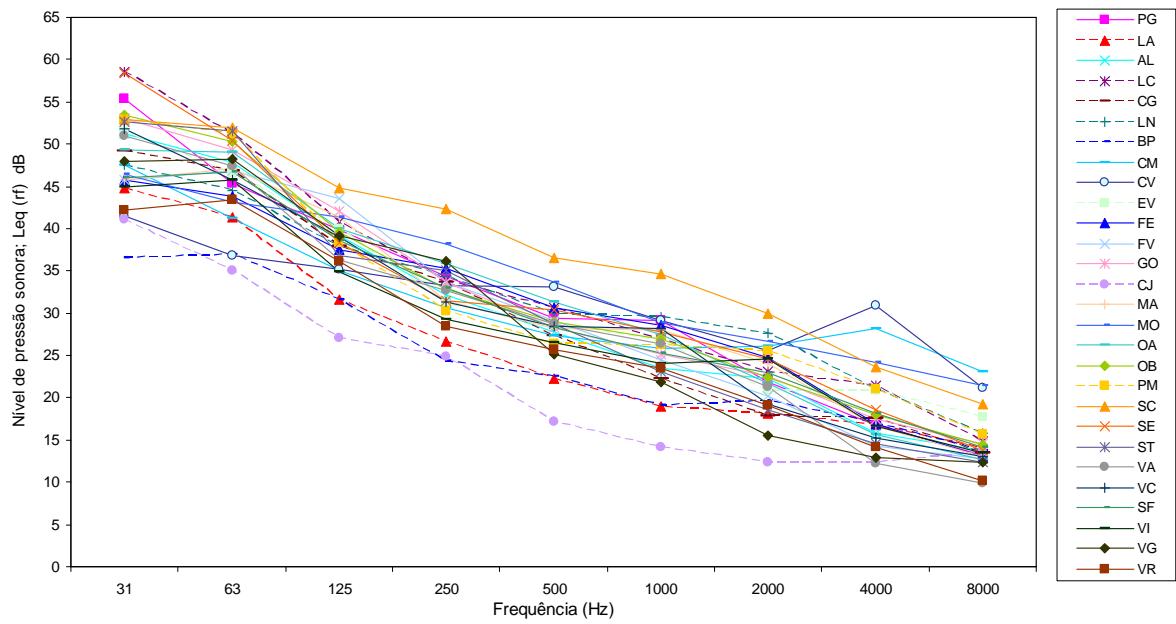


Figura 4.32 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz.

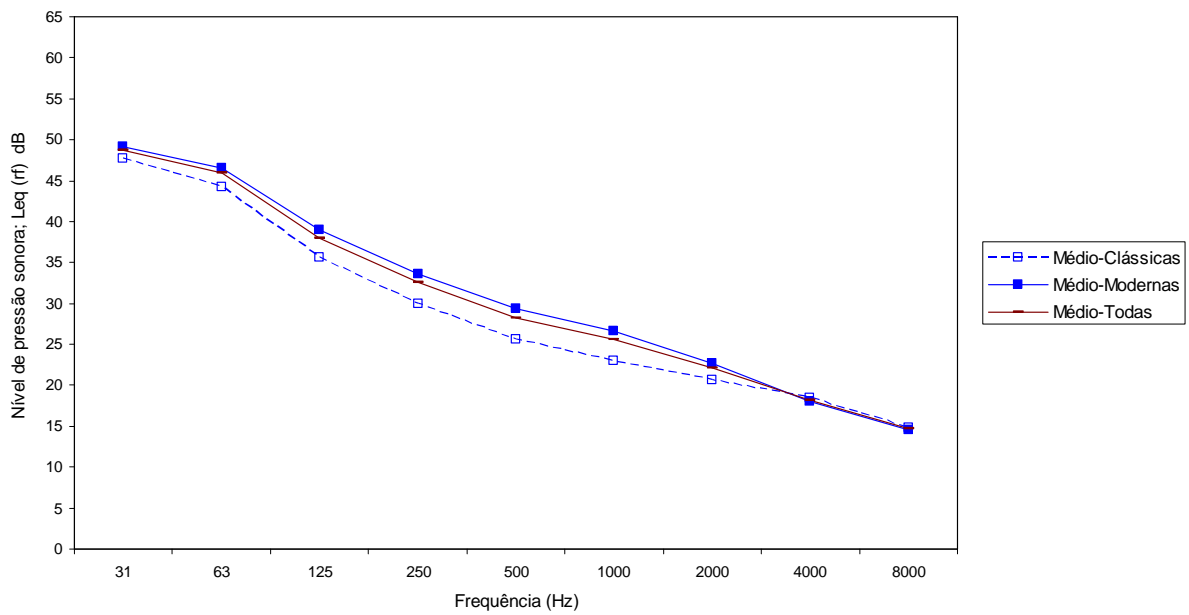


Figura 4.33 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro Leq(rf) em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de Leq(rf) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.

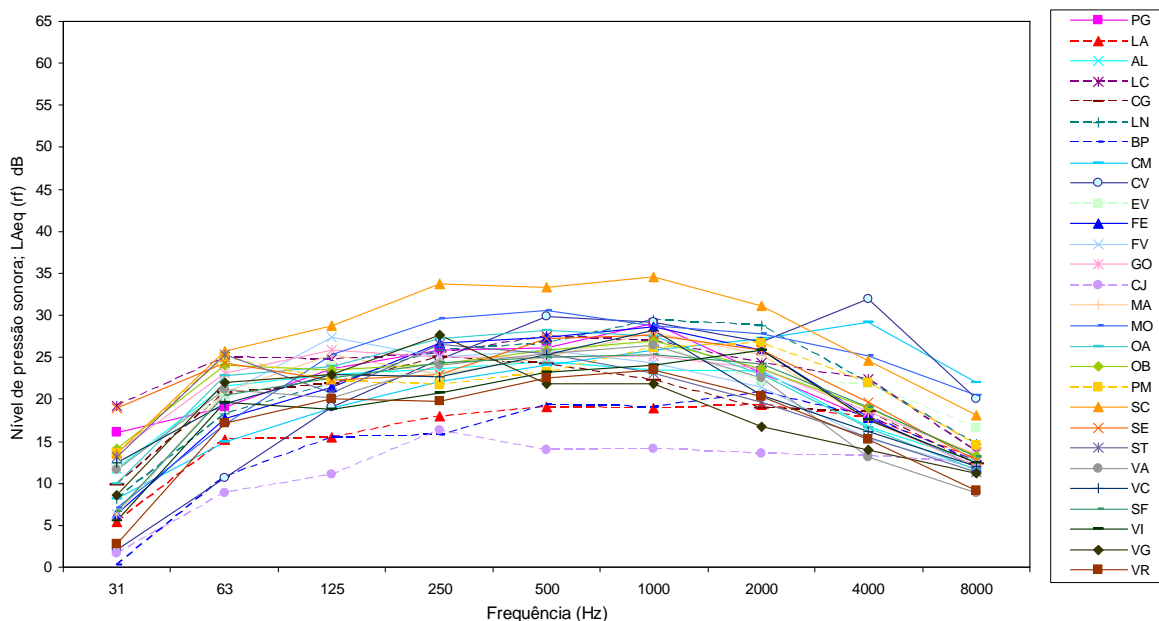


Figura 4.34 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro  $L_{Aeq}(rf)$  em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz.

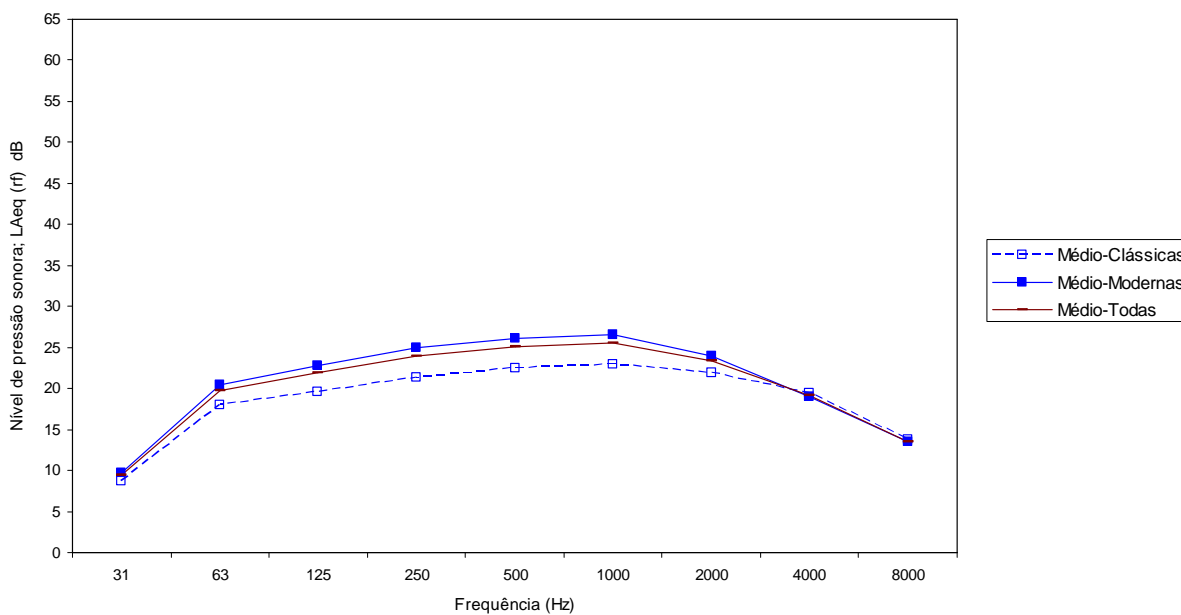


Figura 4.35 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro  $L_{Aeq}(rf)$  em dB do ruído de fundo, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de  $L_{Aeq}(rf)$  obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.

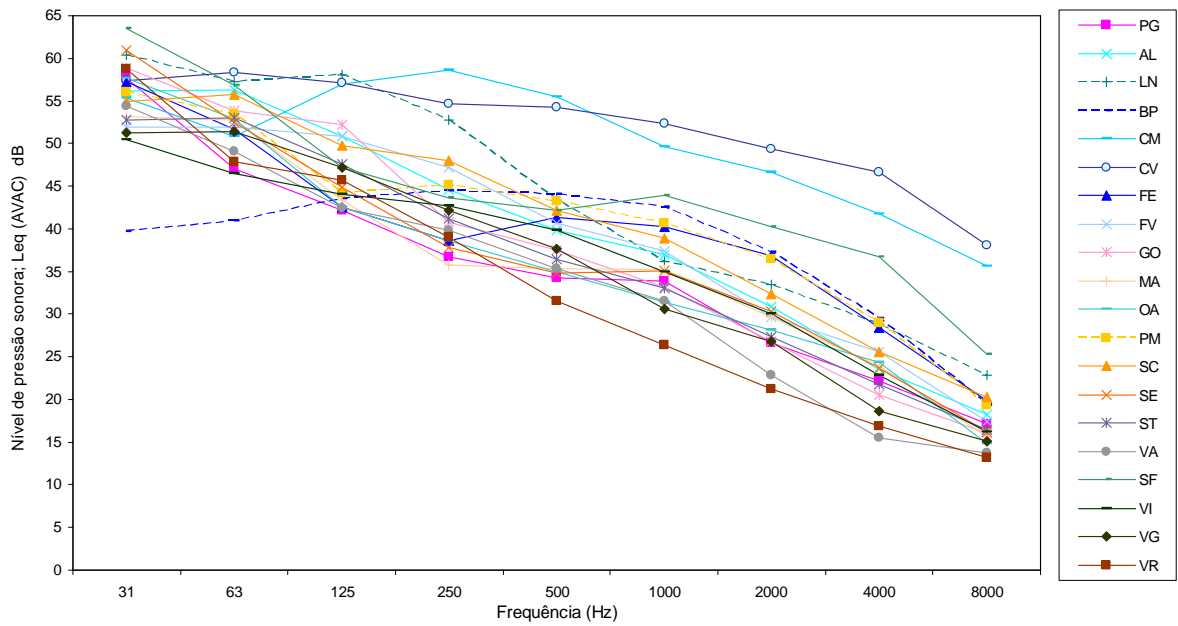


Figura 4.36 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz.

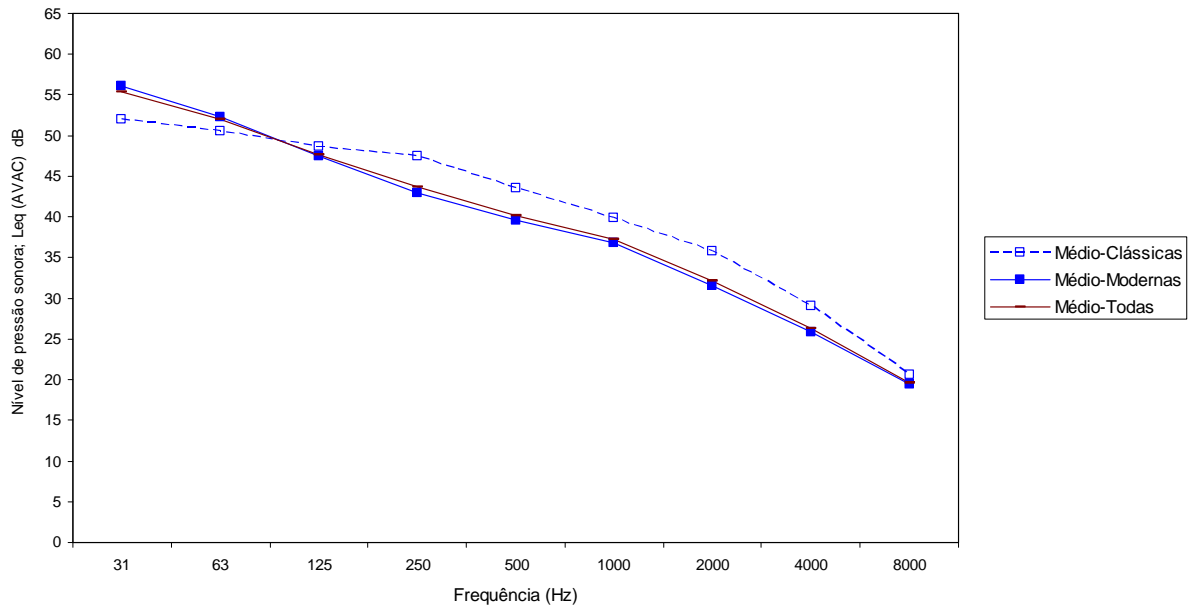


Figura 4.37 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro Leq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de Leq(AVAC) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.

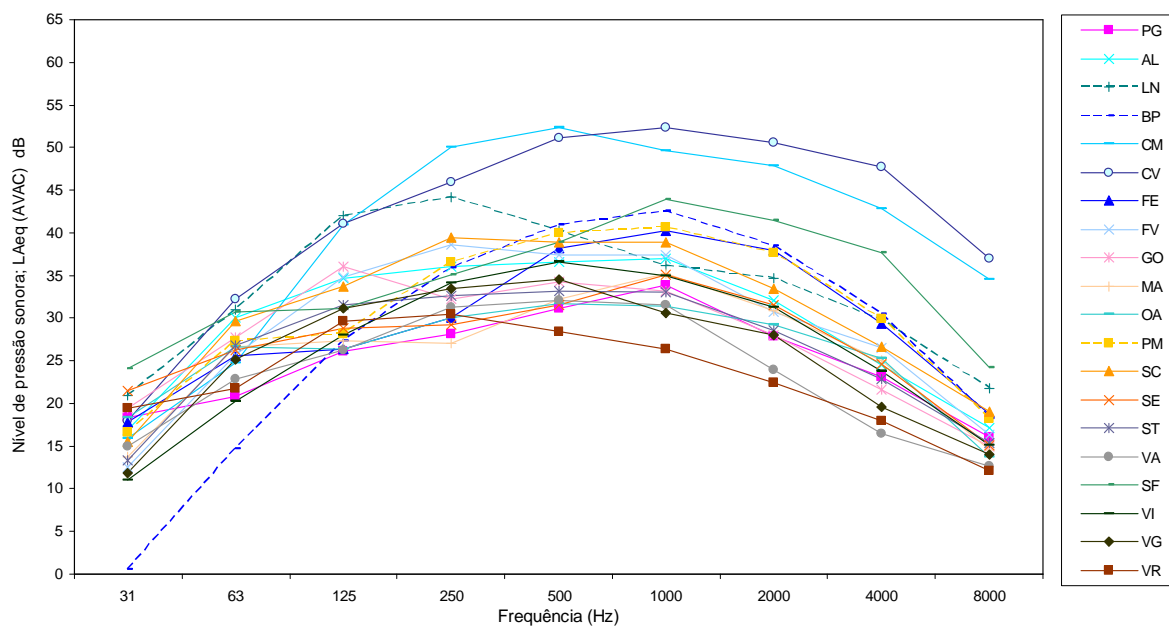


Figura 4.38 – Espectros dos valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz.

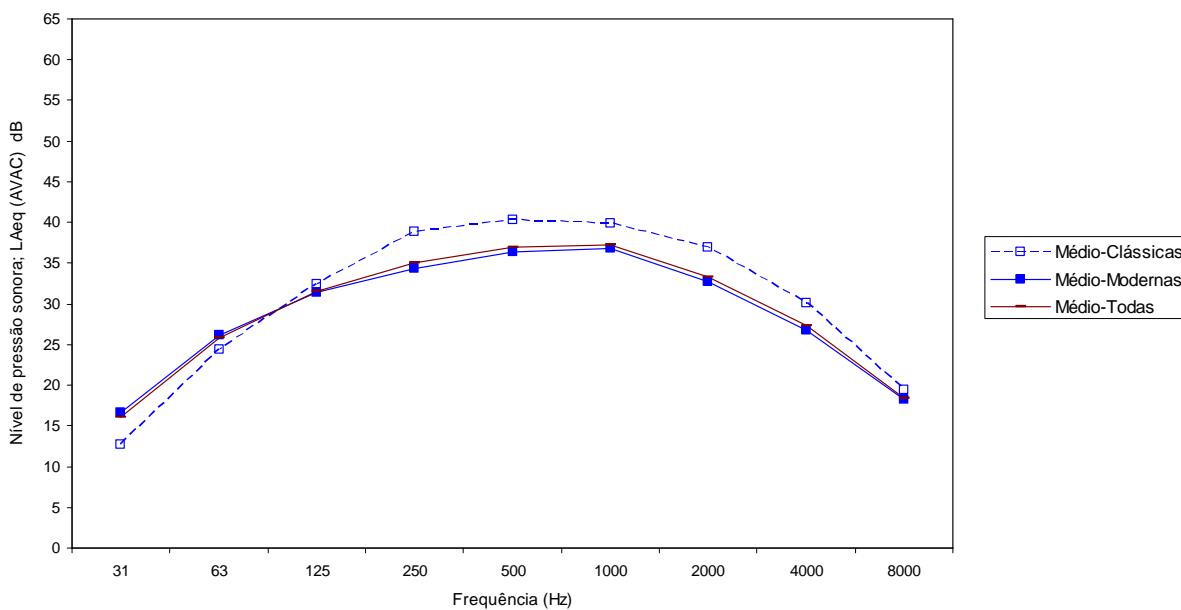


Figura 4.39 – Espectros dos valores médios das médias obtidas nas bibliotecas para o parâmetro LAeq(AVAC) em dB, referentes aos equipamentos centrais de climatização, para as bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz. Comparam-se os valores médios de LAeq(AVAC) obtidos no grupo das “Clássicas” e “Modernas” com o valor médio de todas as bibliotecas.

Efectuando uma observação, ao ruído medido no interior das salas de leitura, provocado pelo funcionamento dos equipamentos centrais de climatização, através do nível de pressão sonora em bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, verificou-se que se destacam como sendo nitidamente mais ruidosos, os equipamentos de climatização instalados nas Bibliotecas Municipais de Manuel da Fonseca em Castro Verde e Campo Maior. Através de uma análise aos espectros em bandas de oitava, verificou-se que a Biblioteca Municipal de Campo Maior, apresentou um espectro com níveis de pressão sonora elevados, nas bandas de oitava para as frequências entre os 125 Hz e os 500 Hz. A Biblioteca Manuel da Fonseca em Castro Verde, apresentou um espectro com níveis de pressão sonora elevados, nas bandas de oitava para as frequências entre os 1000 Hz e os 8000 Hz. Desta análise destaca-se também que, os equipamentos de climatização, instalados na Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira em Vila Real, foram aqueles que apresentaram um espectro medido na sala de leitura, com níveis de pressão sonora, por bandas de oitava mais baixo. Da análise aos espectros dos valores médios das médias, do ruído emitido pelos equipamentos de climatização, em bandas de frequência de oitava, corrigidos para a curva de ponderação (A), verificou-se que as frequências mais críticas situam-se entre os 500 Hz e os 1000 Hz. Os ruído emitidos nestas frequências poderão ser incomodativos para os utentes, existe mais sensibilidade aos ruído emitidos nessas frequências. Esta observação é válida tanto para os equipamentos de climatização das bibliotecas “Clássicas” como das “Modernas”.

De forma a perceber quais as variações observadas entre as salas de leitura das bibliotecas (análise inter-bibliotecas), tendo em atenção os diferentes grupos avaliados, efectuou-se uma análise com base na variabilidade dos resultados médios obtidos através do valor médio  $\pm 1$  erro-padrão, para a totalidade das bibliotecas e compararam-se os resultados com os dois grupos de salas de leitura considerados nas bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”. Apresentam-se graficamente nas figuras 4.40 a 4.49 as variações observadas para a totalidade das bibliotecas comparando-as com o grupo das bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”.

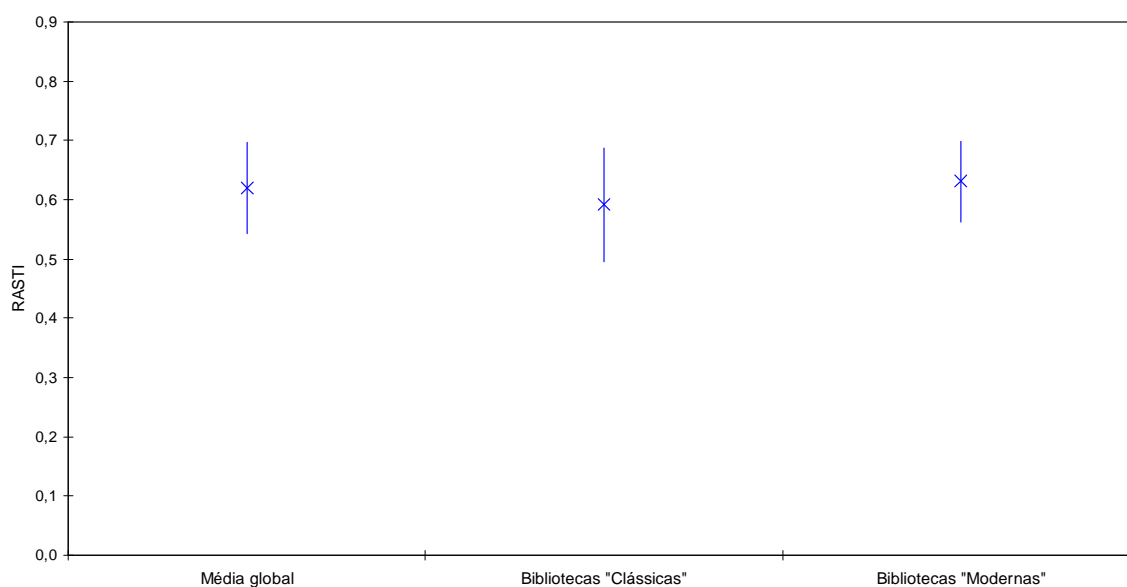


Figura 4.40 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro RASTI,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.

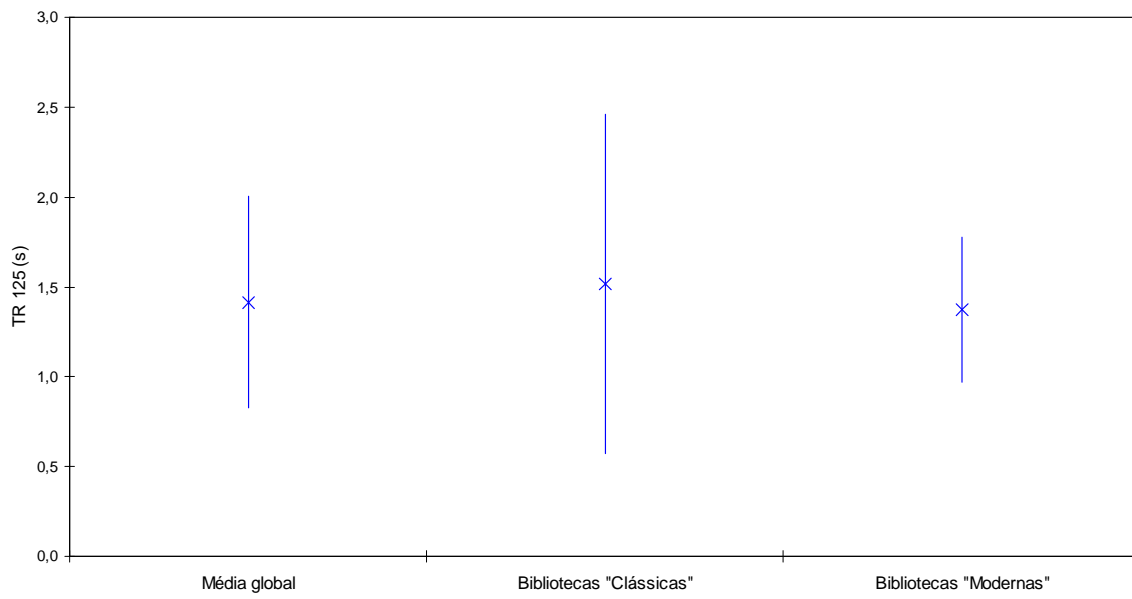


Figura 4.41 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR125,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.

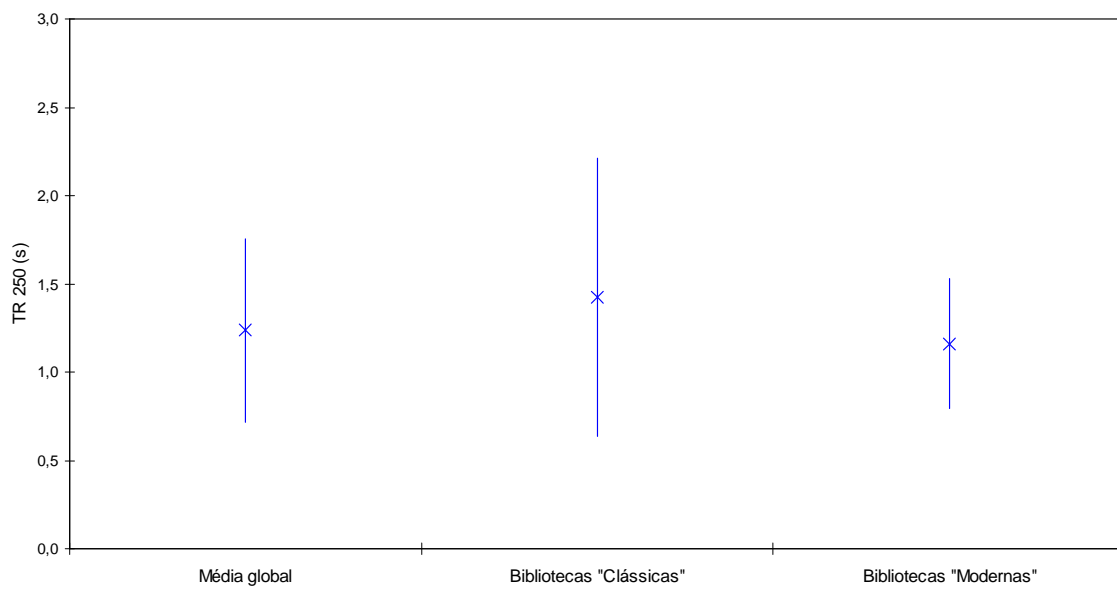


Figura 4.42 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR250,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.

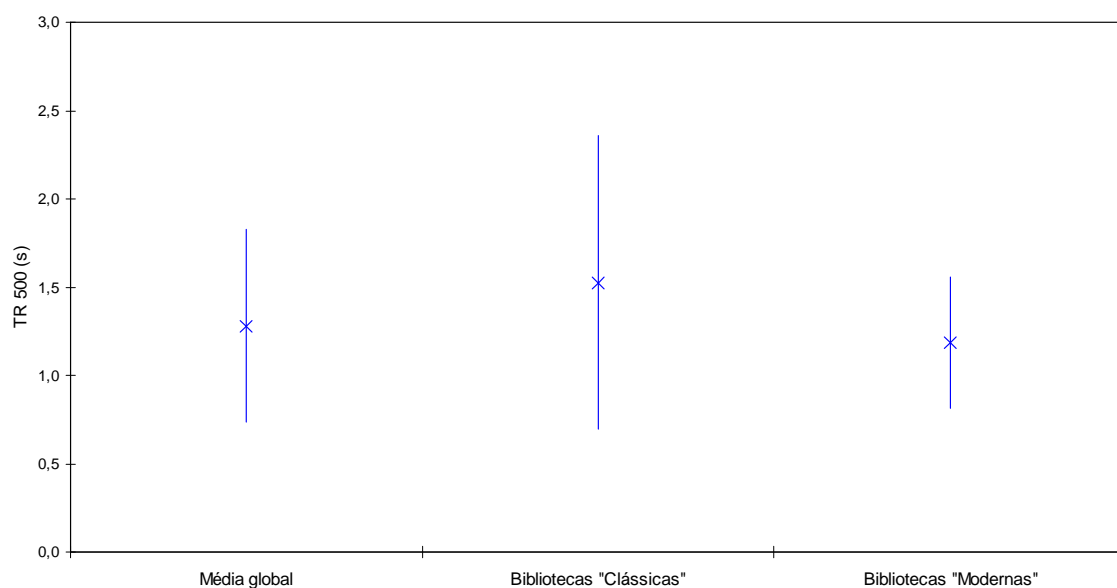


Figura 4.43 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR500,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

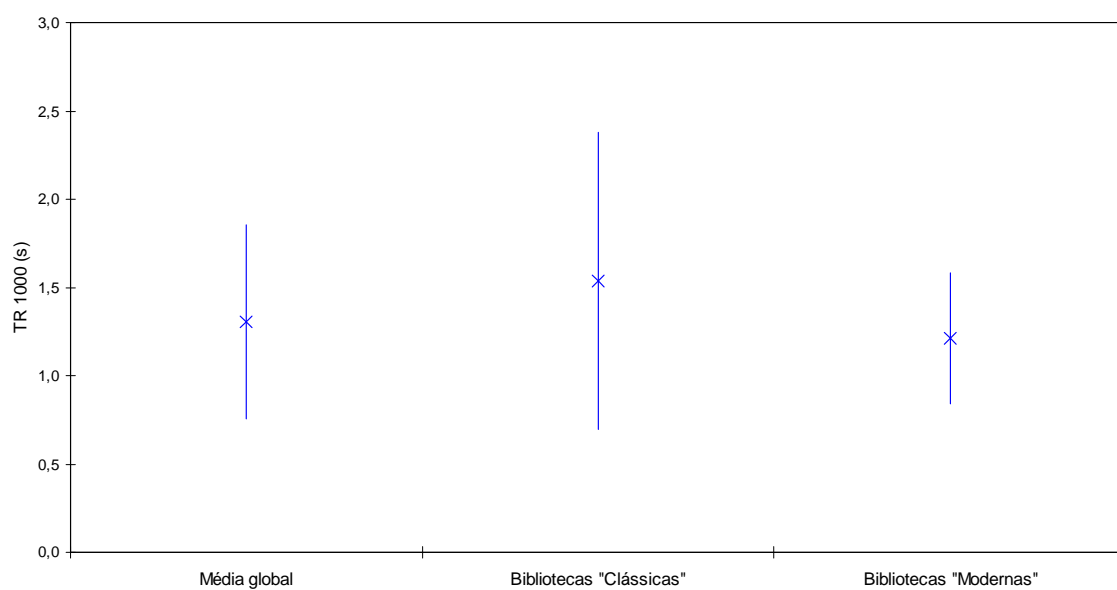


Figura 4.44 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR1000,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

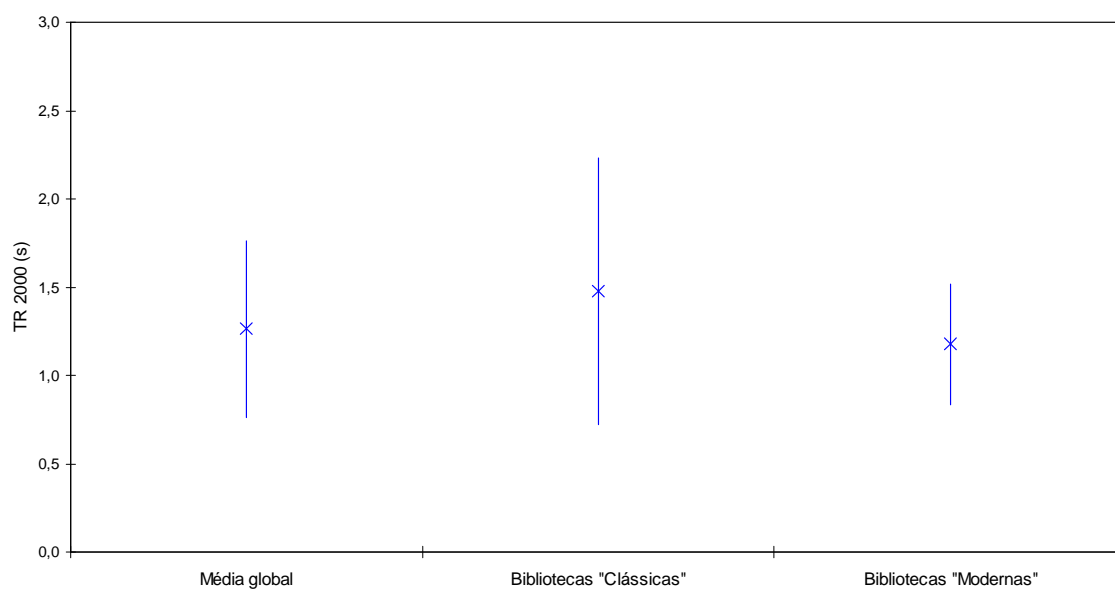


Figura 4.45 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR2000,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

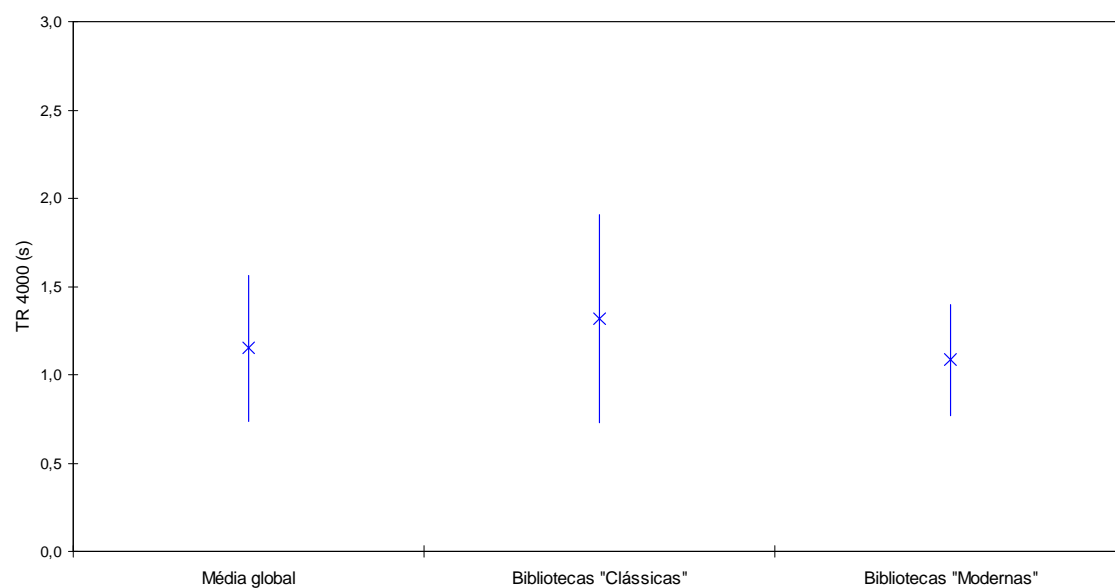


Figura 4.46 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro TR4000,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

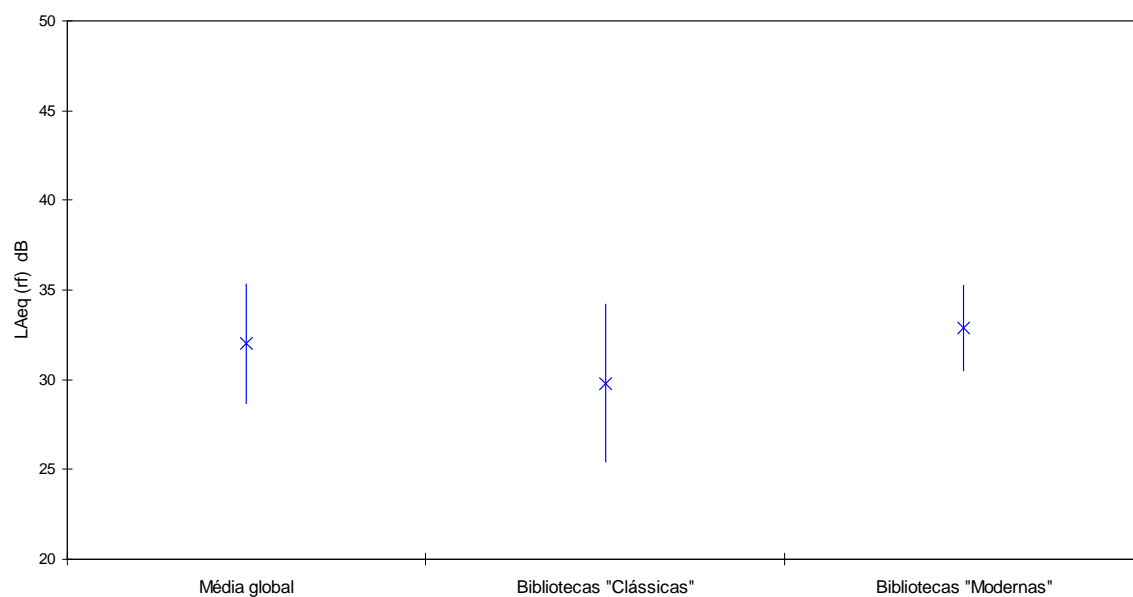


Figura 4.47 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro LAeq(rf),  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

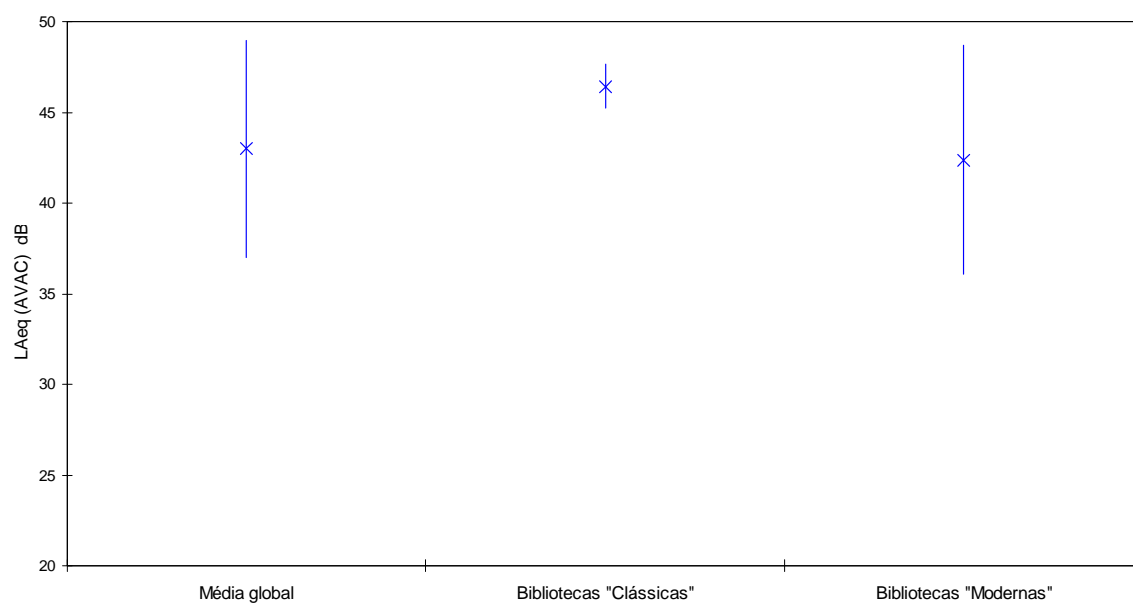


Figura 4.48 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro LAeq(AVAC),  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das "Clássicas" e "Modernas".

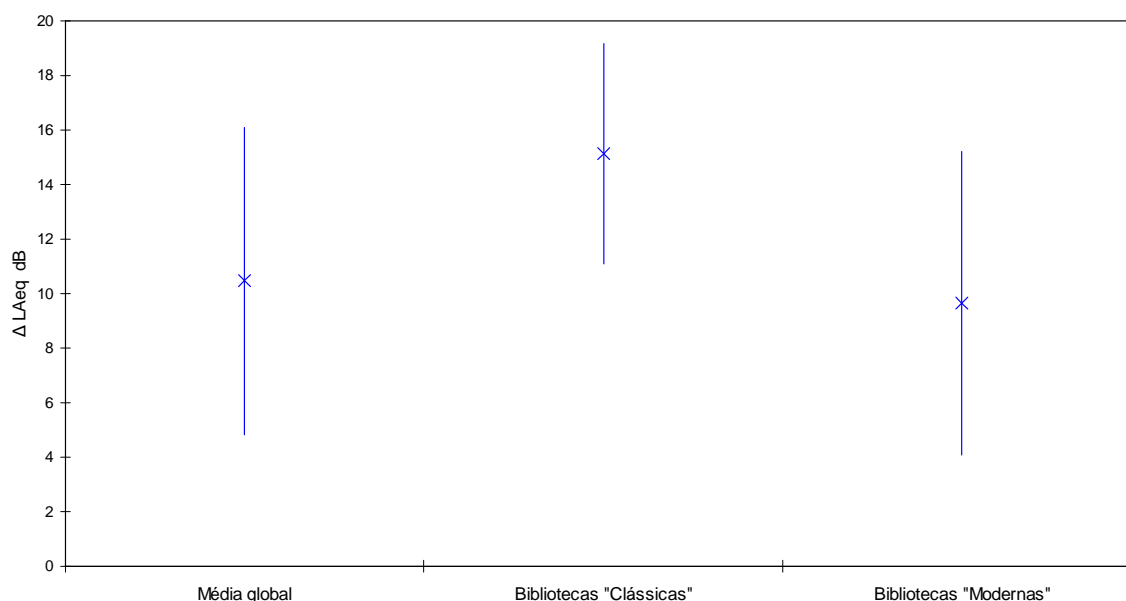


Figura 4.49 – Valores médios obtidos em cada grupo de biblioteca para o parâmetro  $\Delta LA_{eq}$  dB,  $\pm 1$  erro-padrão comparando a totalidade das bibliotecas, como o grupo das “Clássicas” e “Modernas”.

Estatisticamente e relativamente ao parâmetro RASTI, atendendo à diferença verificada relativamente média observada, entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”, não se pode afirmar que exista uma diferença entre estes dois grupos. Assim observou-se também que, relativamente ao parâmetro do tempo de reverberação TR, não foi possível encontrar evidências, relativamente ao facto de haver dois grupos bem diferenciados de salas de leitura com característica acústicas diferentes, nos grupos de bibliotecas considerados. O mesmo se pode referir tanto para o ruído de fundo verificado, como para o ruído dos equipamentos centrais de climatização (AVAC), embora para este parâmetro o grupo das bibliotecas “Clássicas” seja pequeno. Só uma nova análise de variância permitirá dizer se esses dois grupos de são ou não estatisticamente diferentes.

#### 4.3.2. CORRELAÇÕES ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS

Apresenta-se neste subcapítulo a análise entre os diferentes parâmetros acústicos, tentando estabelecer diversas correlações entre os valores médios obtidos, relativamente ao conjunto total das bibliotecas estudadas.

##### a) Modelos simples

Utilizaram-se modelos simples, nomeadamente funções lineares ( $y = ax + b$ ), funções polinomiais do segundo grau ( $y = ax^2 + bx + c$ ), funções exponenciais ( $y = ae^{bx}$ ), funções de potência ( $y = ax^b$ ) e funções logarítmicas ( $y = \ln x + b$ ).

Para além dos parâmetros acústicos estudados nesta análise, incluíram-se também os parâmetros TR[500, 1000], referente a média do tempo de reverberação para as bandas de frequências dos 500 e 1000 Hz. Esta opção deve-se a estudos já realizados em vários por trabalhos por exemplo, estudo em igrejas (Carvalho, 1994) [47], salas de audiência de tribunais (Monteiro, 2003) [48], caracterização de claustros religiosos históricos (Anabela Carvalho, 2005) [49] e caracterização da reabilitação acústica

de claustros (Sílvia Vilela, 2008), [50] por terem demonstrado obter melhores correlações para estas bandas de frequência. Incluiu-se também o parâmetro TR[500, 1000, 2000] calculando a média para as bandas de frequências dos 500, 1000 e 2000 Hz, por ser uma imposição regulamentar (Decreto-Lei 96/2008), assim como o parâmetro TR[500, 2000] relativo à média das bandas de frequências dos 500 e 2000 Hz e ainda, o parâmetro TR[125 a 4000] obtido através da média das bandas de frequências de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Estas fórmulas são fundamentalmente válidas, dentro do domínio de aplicação dos valores dos parâmetros acústicos médios definidos no quadro 4.17. Apresentam-se no quadro 4.18, as melhores correlações para os modelos simples obtidas entre os parâmetros acústicos de TR e RASTI, usando os valores médios para cada biblioteca. O valor de  $R^2$  pode ser entendido como a variabilidade entre parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 4.17 – Domínio de aplicação dos modelos simples de correlação entre parâmetros acústicos.

Parâmetros acústicos		Domínio de aplicação
Tempo de reverberação (s)	TR125	[0,6 – 3,3]
	TR250	[0,5 – 3,2]
	TR500	[0,4 – 3,4]
	TR1000	[0,4 – 3,5]
	TR2000	[0,5 – 3,2]
	TR4000	[0,5 – 2,3]
RASTI		[0,4 – 0,8]

Quadro 4.18 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos para a totalidade das bibliotecas.

Correlações	R <sup>2</sup>
$RASTI = 0,7881e^{-0,1754[TR125]}$	0,61
$RASTI = 0,8095e^{-0,2223[TR250]}$	0,76
$RASTI = 0,8143e^{-0,2191[TR500]}$	0,82
$RASTI = 0,8183e^{-0,2191[TR1000]}$	0,83
$RASTI = 0,8349e^{-0,2421[TR2000]}$	0,83
$RASTI = 0,8604e^{-0,2917[TR4000]}$	0,83
$RASTI = 0,8176e^{-0,2204[TR500,1000]}$	0,83
$RASTI = 0,8288e^{-0,2347[TR500,2000]}$	0,84
$RASTI = 0,8257e^{-0,2298[TR500,1000,2000]}$	0,84
$RASTI = 0,8365e^{-0,2413[TR125 \text{ a } 4000]}$	0,83
$TR125 = 0,9127[TR500,1000] + 0,2344$	0,72
$TR250 = 0,9119[TR500,1000] + 0,0576$	0,93
$TR2000 = 0,8864[TR500,1000] + 0,1169$	0,95
$TR4000 = -0,0527[TR500,1000]^2 + 0,9163[TR500,1000] + 0,0702$	0,92
$RASTI = 4,84E-4[L_{Aeq}(rf)]^2 - 3,18E-2[L_{Aeq}(rf)] + 1,14$	0,02
$RASTI = 9,61E-4[L_{Aeq}(rf)] + 0,67$	0,01

Apresentam-se nas figuras 4.50 a 4.55, os gráficos das melhores correlações simples correspondentes à totalidade das bibliotecas estudadas, entre os parâmetros acústicos médios analisados.

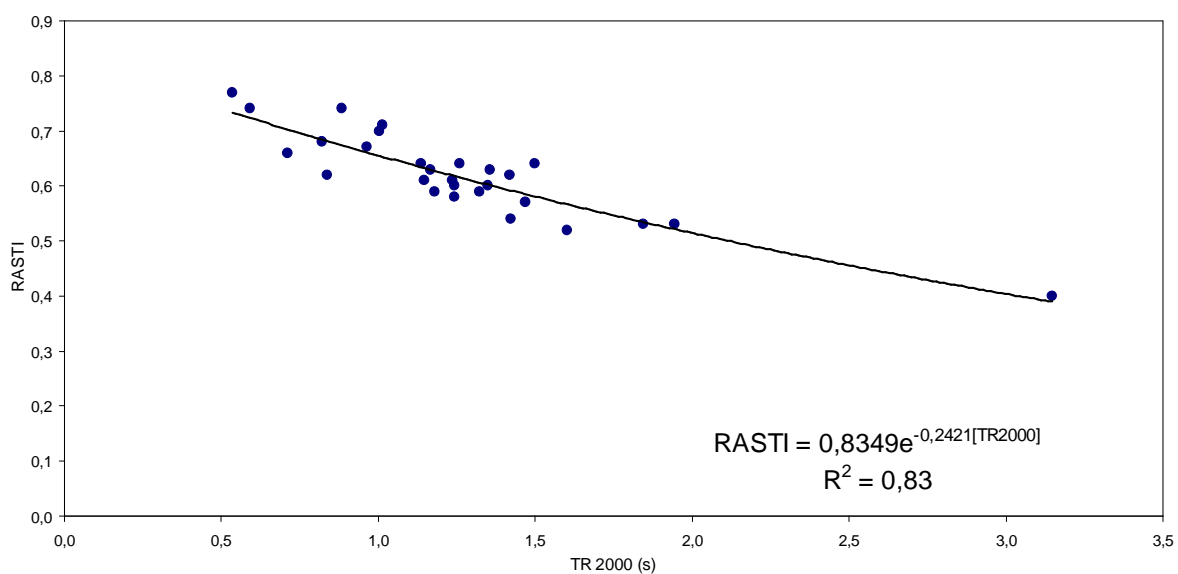


Figura 4.50 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR2000.

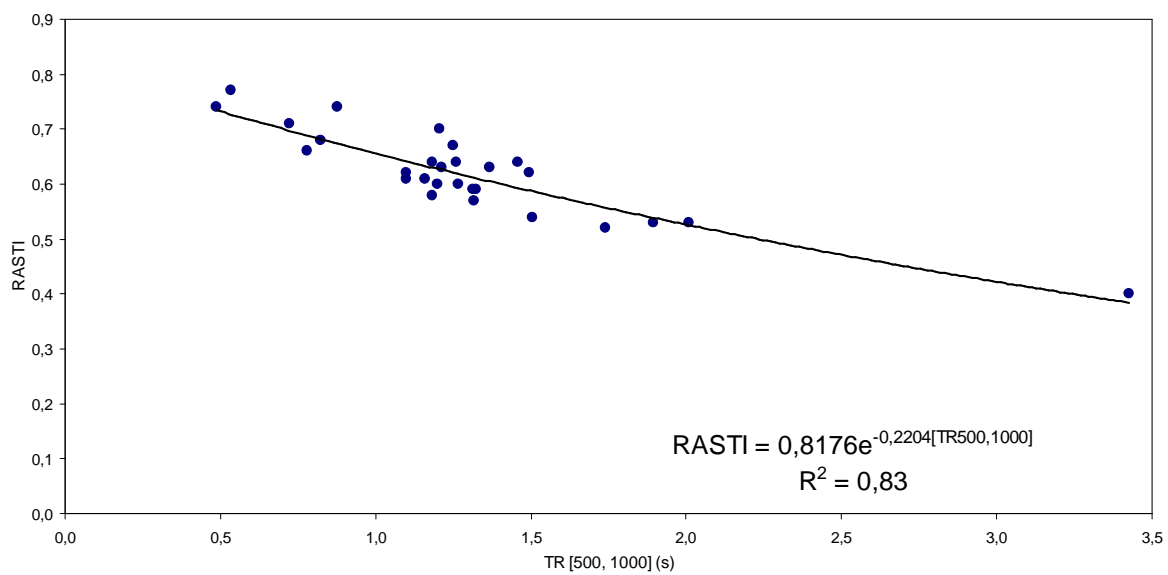


Figura 4.51 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500,1000].

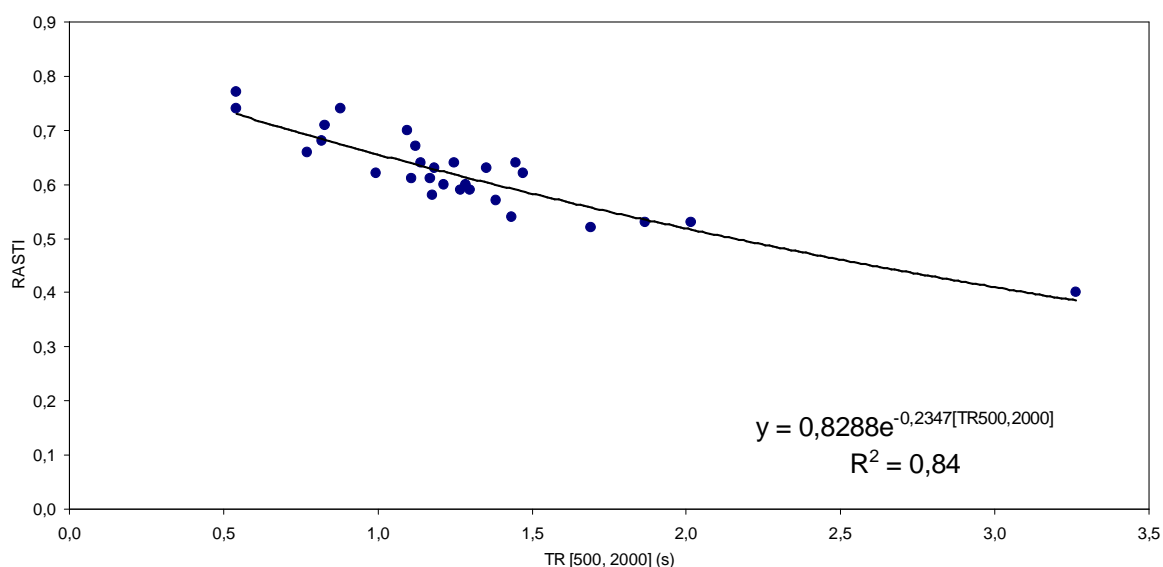


Figura 4.52 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 2000].

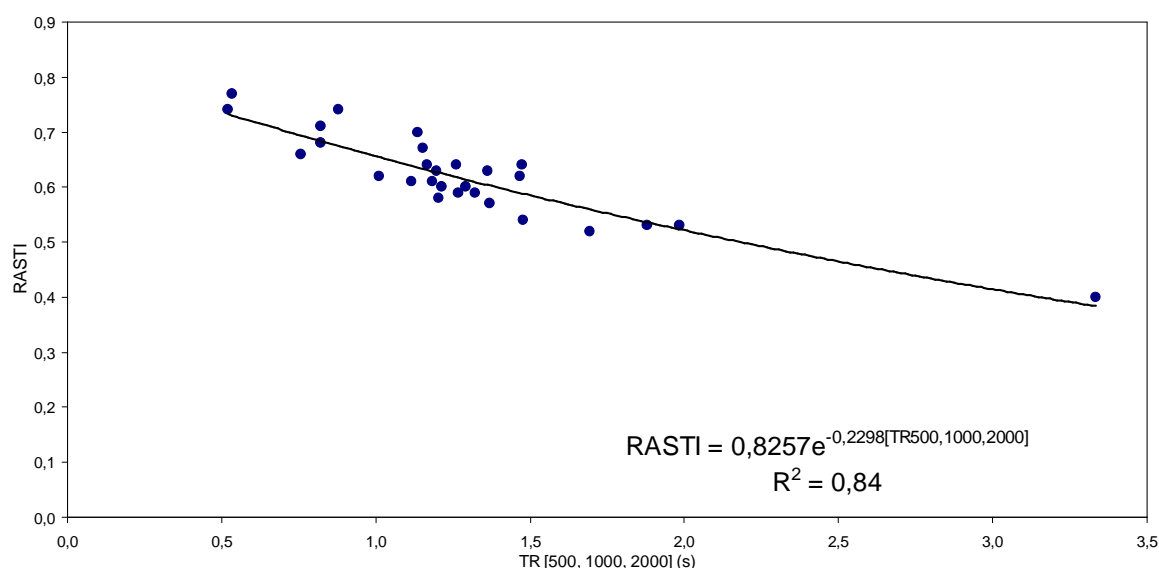


Figura 4.53 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000, 2000].

Da análise efectuada à totalidade das salas de leitura das bibliotecas estudadas, observou-se que as correlações dos modelos simples com  $R^2$  mais baixos encontrados entre os valores médios dos parâmetros acústicos estudados RASTI com TR, verificaram-se para as frequências de 125 Hz e 250 Hz, com  $R^2$  de 0,61 e 0,76 respectivamente e que, para as frequências dos 1000 Hz aos 4000 Hz obteve-se, para cada uma delas, valores de  $R^2$  de 0,83. As melhores correlações correspondentes a todas as salas de leitura estudadas, verificaram-se entre os pares de parâmetros acústicos RASTI com os parâmetros TR médios. Assim observou-se que, tanto para o RASTI com o parâmetro TR[500, 2000], como com o TR[500, 1000, 2000] se verificaram os mais altos  $R^2$ , ambos com valores de 0,84. Seria de prever que as melhores correlações pudessem ocorrer nestas frequências, pois são as bandas

de frequência nas quais o RASTI emite. Assim pode considerar-se que a variabilidade dos valores médios de RASTI, pode ser explicada em grande parte pelos resultados de TR, nomeadamente em 84%, considerando preferencialmente os parâmetros TR[500, 2000] e TR[500, 1000, 2000].

Da análise efectuada entre os parâmetros RASTI com LAeq(rf) e LAeq(AVAC), não se obtiveram valores significativos de  $R^2$  pois obviamente não há relação entre estes parâmetros.

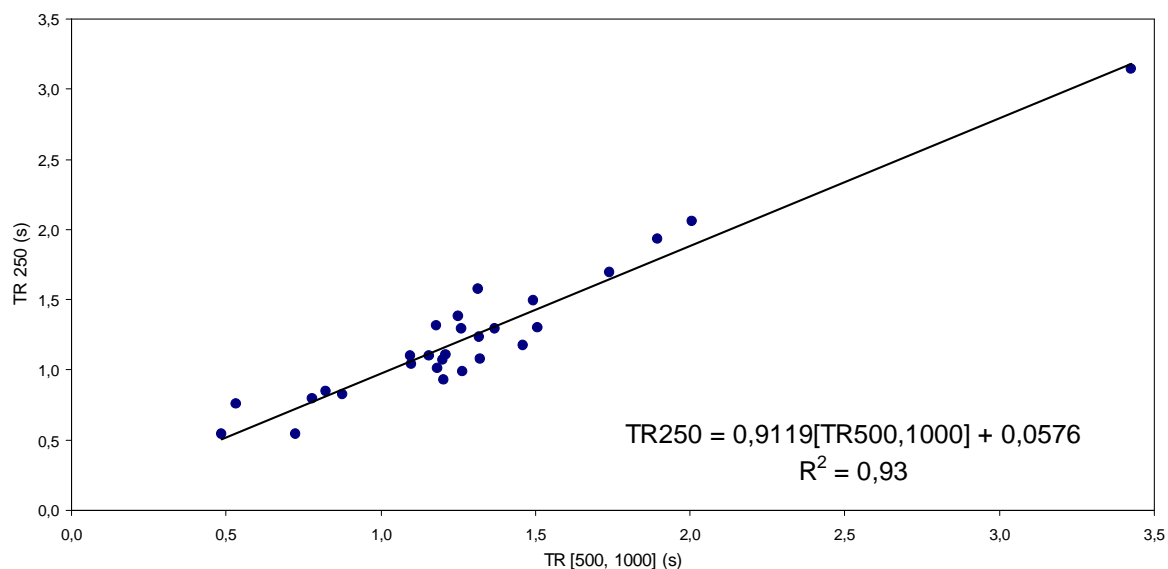


Figura 4.54 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios TR250 e TR[500, 1000].

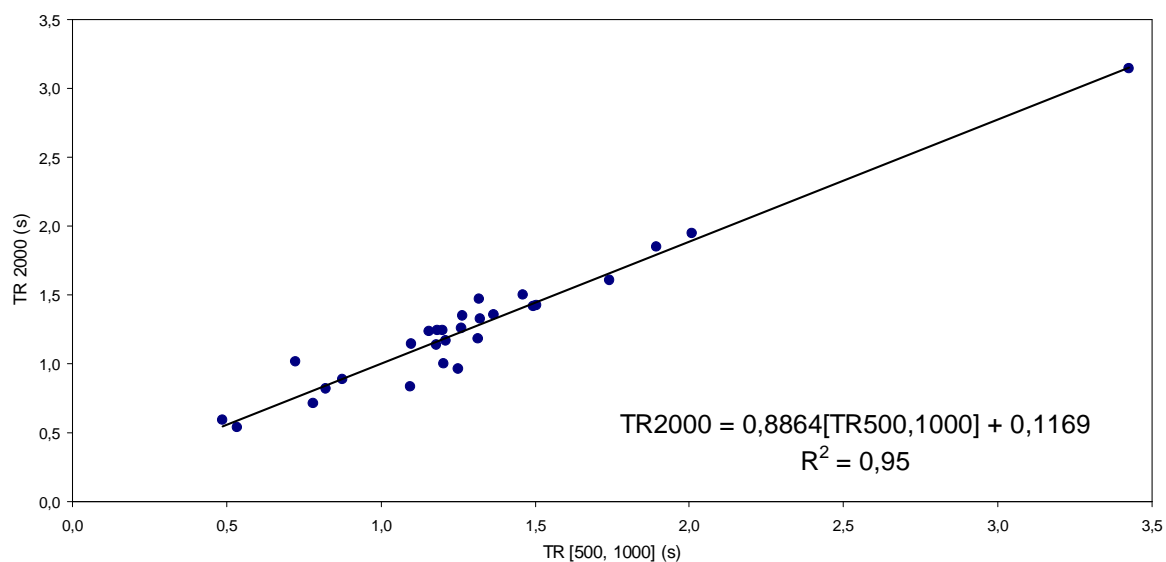


Figura 4.55 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os parâmetros acústicos médios TR2000 e TR[500, 1000].

Efectuando a análise entre os pares de parâmetros acústicos nas várias frequências de TR com o parâmetro TR[500, 1000], observou-se que a melhor correlação verificou-se entre o par de parâmetros TR2000 com TR[500, 1000] com  $R^2$  de 0,95, sendo a segunda melhor correlação correspondente ao par de parâmetros TR250 com TR[500, 1000] com  $R^2$  de 0,93 e logo seguida do par de parâmetros TR4000 com TR[500, 1000] com  $R^2$  de 0,92. A correlação mais baixa para os pares em análise

observou-se para o par de parâmetros TR125 com TR[500, 1000] com  $R^2$  de 0,72. Pela análise dos valores encontrados, podemos considerar que com o parâmetro TR[500, 1000] é possível obter os valores de TR para as frequências de 250 Hz, 2000 Hz e 4000 Hz com fiabilidade elevada entre 92% e 95%. Seria de prever o que o valor de  $R^2$  fosse muito alto pois são parâmetros muito semelhantes.

Apresentam-se, no quadro 4.19, os valores entre o par de parâmetros RASTI e TR[500, 1000], obtidos no presente trabalho comparando-os com os obtidos nos trabalhos semelhantes já anteriormente referidos em igrejas, em salas de audiências de tribunais e em claustros “abertos”.

Quadro 4.19 – Valores de  $R^2$  para a relação entre par de parâmetros RASTI e TR[500, 1000] obtidos comparando-os com: estudos de igrejas, salas de audiência de tribunais, claustros “abertos”.

Parâmetros	$R^2$ RASTI vs TR[500, 1000]
$R^2$ - estudos em igrejas (Carvalho, 1994)	0,74
$R^2$ - estudos em salas de audiência de tribunais (Monteiro, 2003)	0,95
$R^2$ - estudo em claustros “abertos” (Anabela Carvalho, 2005)	0,91
$R^2$ - estudo em salas de leitura de bibliotecas - Totalidade	0,83

Da análise comparativa aos resultados observados em outros estudos, verifica-se que o valor de  $R^2$  agora encontrado ( $R^2 = 0,83$ ) se aproxima dos valores já obtidos, sendo inferior ao verificado em claustros “abertos” e superior ao obtido no estudo em igrejas. Podemos apontar como justificação provavelmente devido ao facto das salas de leitura das bibliotecas estudadas, serem bastante heterogéneas no que diz respeito às suas dimensões, ou até às suas características arquitectónicas. Pois para o estudo em claustros “abertos” ou em salas de audiências de tribunais, a amostra estudada, era bastante mais homogénea que a existente para o estudo em igrejas ou em salas de leitura de bibliotecas, provavelmente poderá ser essa uma causa provável. De referir também que uma outra explicação poderá resultar das características arquitectónicas serem bastante diferentes entre as bibliotecas existentes neste estudo.

#### b) Modelos gerais lineares entre parâmetros acústicos

Com o objectivo de tentar encontrar um melhor modelo linear que pudesse explicar ou prever as relações entre valores médios dos parâmetros acústicos, foram calculados modelos gerais lineares com mais de uma variável independente. Estes modelos foram efectuados com as médias obtidas em cada parâmetro acústico, para da totalidade das salas de leitura das bibliotecas analisadas.

Apresenta-se no quadro 4.20 o melhor modelo geral linear encontrado, entre os parâmetros acústicos RASTI com TR[500, 1000, 2000] e LAeq(rf) do ruído de fundo.

Quadro 4.20 – Melhor modelo geral linear entre parâmetros acústico.

Modelo	$R^2$
$RASTI = 0,81756 - 0,00096[LAeq(rf)] - 0,13011[TR500, 1000, 2000]$	0,77

Como seria de prever, a variabilidade dos valores do RASTI é explicada em 77% pelo tempo de reverberação médio TR[500, 1000, 2000] e pelo LAeq(rf) do ruído de fundo, que são as características que mais interferem na definição de cálculo desse parâmetro.

Dada a grande diversidade de salas de leitura e com o objectivo de verificar a influência dos parâmetros acústicos nas bibliotecas, efectuou-se novamente a análise entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”, de modo a encontrar correlações entre os parâmetros acústicos médios estudados.

No quadro 4.21, apresentam-se as melhores correlações dos modelos simples entre os parâmetros acústicos de TR e RASTI, usando os valores médios obtidos para cada biblioteca, efectuando a distinção entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”. O valor de R<sup>2</sup> pode ser entendido como a variabilidade entre parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 4.21 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos controlando para os dois grupos de bibliotecas.

Correlações			
Bibliotecas “Clássicas”	R <sup>2</sup>	Bibliotecas “Modernas”	R <sup>2</sup>
$RASTI = 0,7557e^{-0,1707[TR125]}$	0,82	$RASTI = 0,0947[TR125]^2 - 0,3965[TR125] + 0,983$	0,49
$RASTI = 0,6423[TR250]^{-0,38}$	0,91	$RASTI = -0,1528\ln[TR250] + 0,6463$	0,60
$RASTI = 0,6648[TR500]^{-0,3983}$	0,94	$RASTI = 0,0183[TR500]^2 - 0,1964[TR500] + 0,8358$	0,71
$RASTI = 0,6678[TR1000]^{-0,4047}$	0,96	$RASTI = -0,1556[TR1000] + 0,8201$	0,73
$RASTI = 0,8138e^{-0,2253[TR2000]}$	0,92	$RASTI = 0,0223[TR2000]^2 - 0,2233[TR2000] + 0,861$	0,75
$RASTI = 0,8517e^{-0,2871[TR4000]}$	0,91	$RASTI = -0,1873\ln[TR4000] + 0,6383$	0,77
$RASTI = 0,667[TR500,1000]^{-0,4039}$	0,96	$RASTI = -0,1568[TR500,1000] + 0,8192$	0,73
$RASTI = 0,663[TR500,2000]^{-0,4049}$	0,94	$RASTI = -0,1705[TR500,2000] + 0,8327$	0,76
$RASTI = 0,6653[TR500,1000,2000]^{-0,4111}$	0,95	$RASTI = -0,1636[TR500,1000,2000] + 0,8237$	0,73
$RASTI = 0,6539[TR125 \text{ a } 4000]^{-0,3961}$	0,94	$RASTI = -0,1906\ln[TR125 \text{ a } 4000] + 0,658$	0,75
$TR125 = 2,069\ln[TR500,1000] + 0,8299$	0,90	$TR125 = 0,6525e0,5894[TR500,1000]$	0,59
$TR250 = 0,9358[TR500,1000] - 0,0089$	0,98	$TR250 = 0,3997e0,8471[TR500,1000]$	0,83
$TR2000 = 0,8963[TR500,1000] + 0,1041$	0,98	$TR2000 = 0,8656[TR500,1000] + 0,1409$	0,89
$TR4000 = 1,3444\ln[TR500,1000] + 0,8723$	0,96	$TR4000 = 0,783[TR500,1000] + 0,1473$	0,84
$RASTI = -0,0088[LAeq(rf)] + 0,8522$	0,16	$RASTI = 0,0016[LAeq(rf)]^2 - 0,11[LAeq(rf)] + 2,52$	0,05
$RASTI = -0,0314[LAeq(AVAC)] + 2,04234$	0,64	$RASTI = -0,0002[LAeq(AVAC)]^2 - 0,0169[LAeq(AVAC)] + 0,23$	0,03

Apresentam-se nas figuras 4.56 a 4.66 de forma mais elucidativa os gráficos dos melhores modelos simples obtidos entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios analisados.

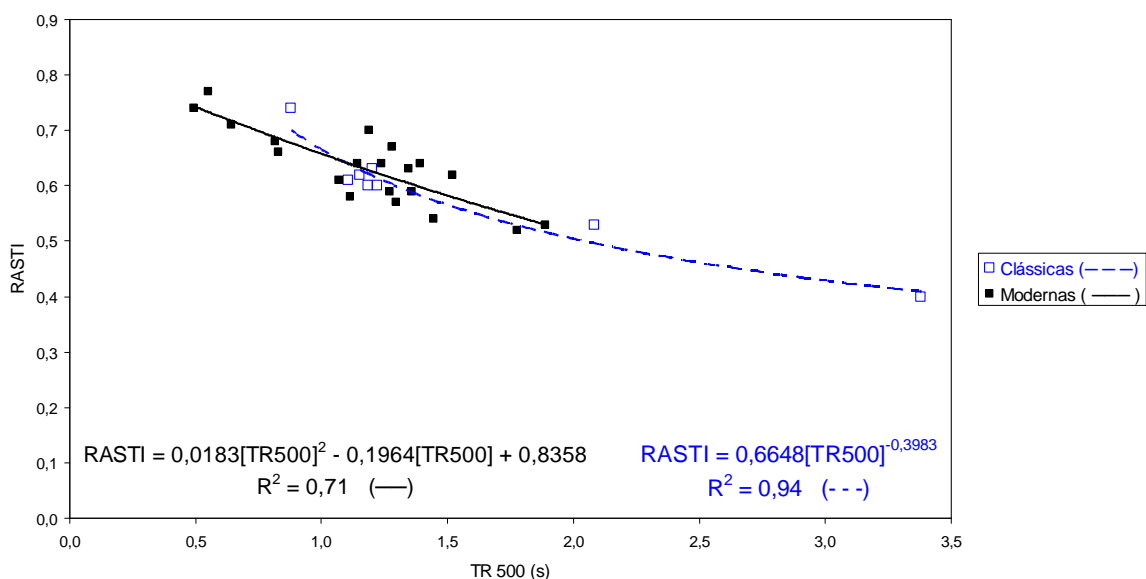


Figura 4.56 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR500.

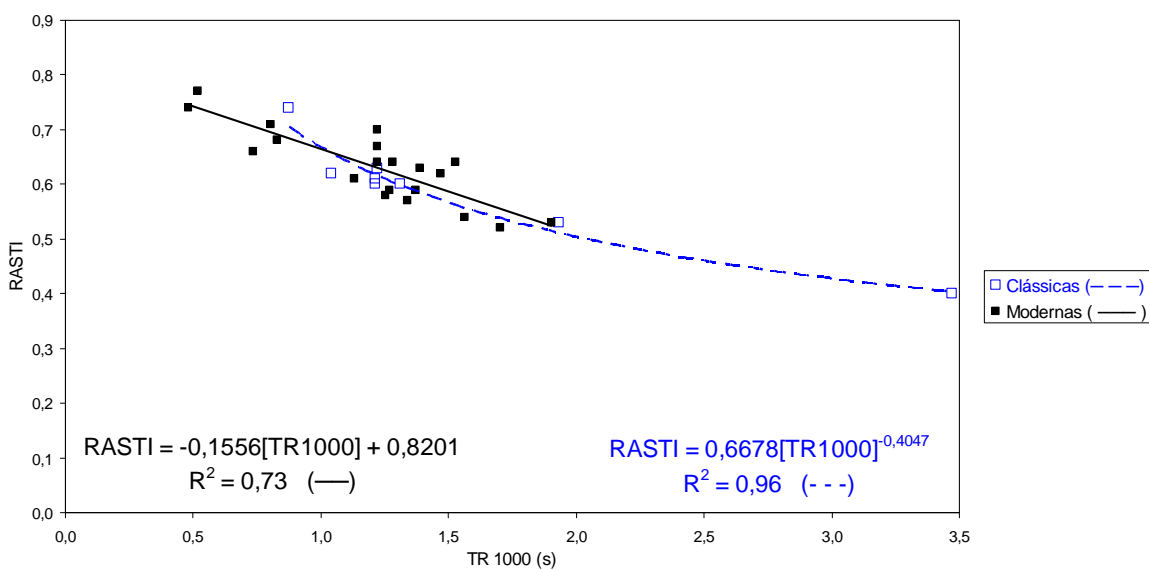


Figura 4.57 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR1000.

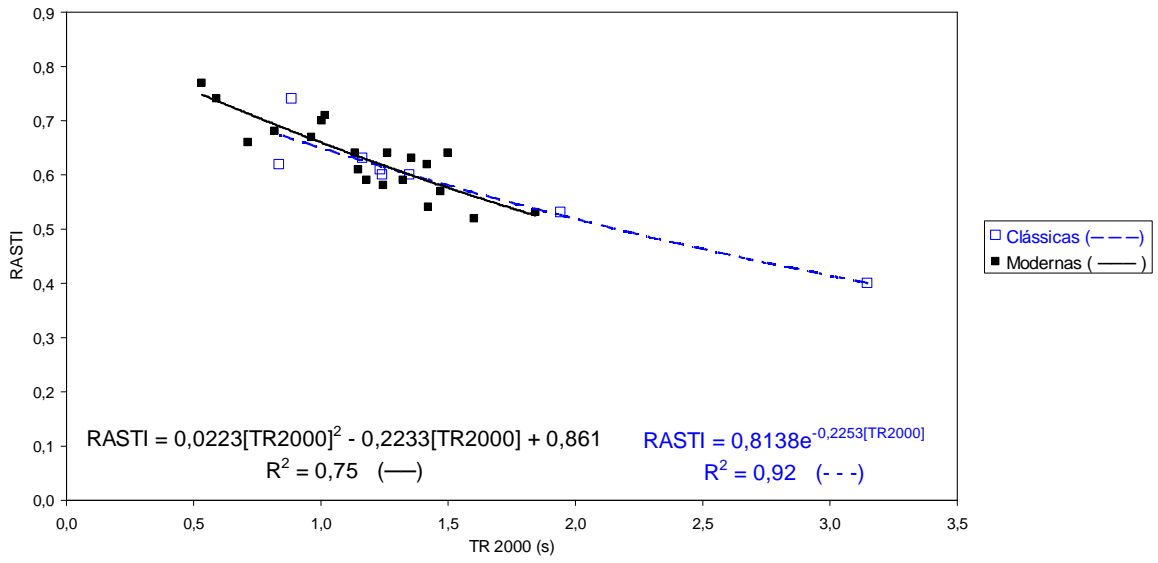


Figura 4.58 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR2000.

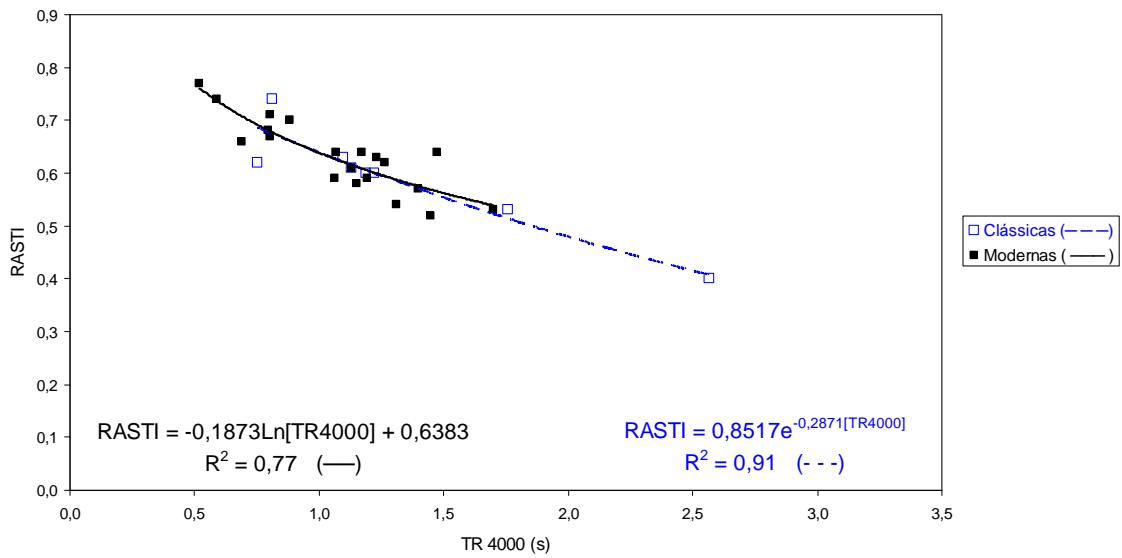


Figura 4.59 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR4000.

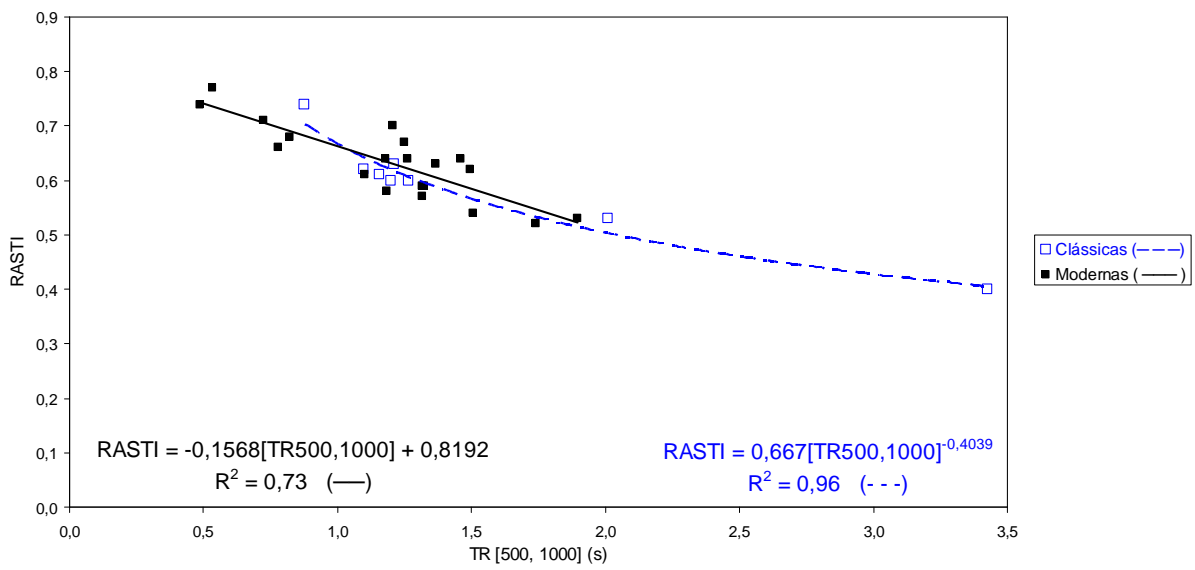


Figura 4.60 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000].

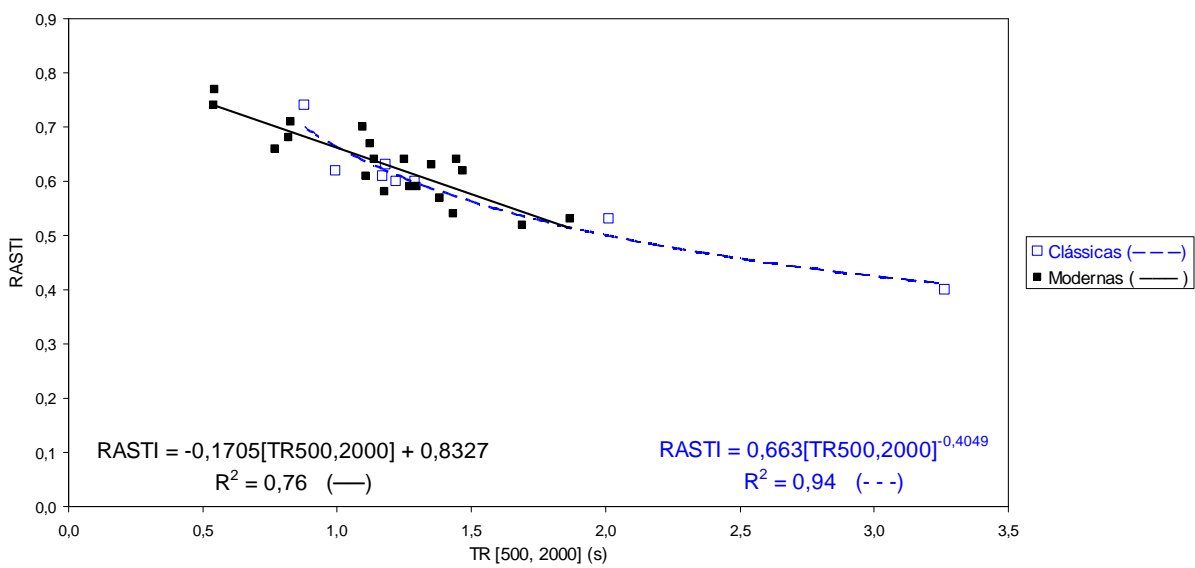


Figura 4.61 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 2000].

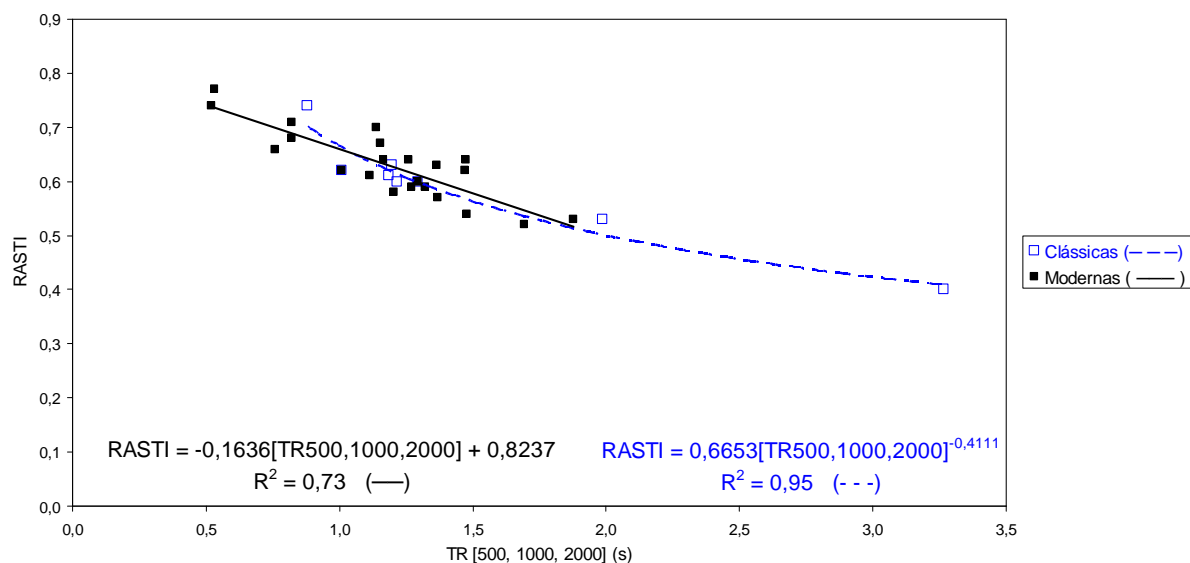


Figura 4.62 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[500, 1000, 2000].

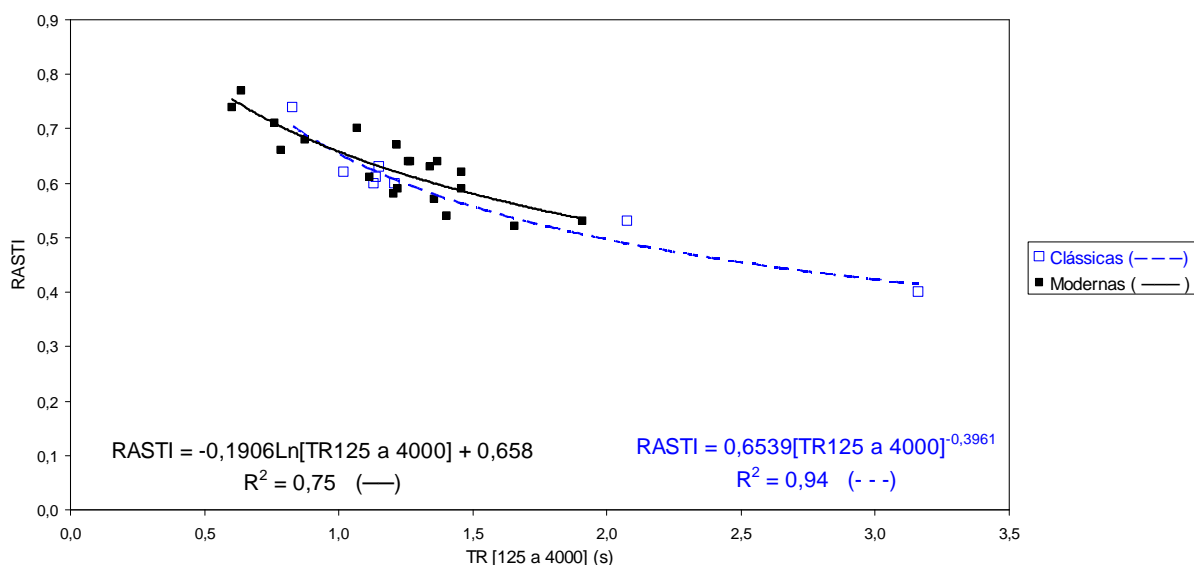


Figura 4.63 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios RASTI e TR[125 a 4000].

Pela análise efectuada distinguindo as salas de leitura das bibliotecas entre “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que as correlações mais baixas dos modelos simples, encontradas para os valores médios dos parâmetros acústicos estudados RASTI e TR, verificaram-se nas bandas de frequência de 125 Hz, com  $R^2$  de 0,82 e 0,49, respectivamente para os grupos “Clássicas” e “Modernas”. As melhores correlações entre esse par de parâmetros, verificou-se na banda de frequência de 1000 Hz, com  $R^2$  de 0,96 para o grupo das bibliotecas “Clássicas” enquanto que, para o grupo das “Modernas” ocorreu na banda de frequência de 4000 Hz, com  $R^2$  de 0,77. Analisando agora as melhores correlações para o parâmetro RASTI com os TR médios calculados em várias frequências, observou-se que a melhor

correlação ocorreu no grupo das bibliotecas “Clássicas”, entre o par RASTI e TR[500, 1000, 2000] com  $R^2$  de 0,95, enquanto que para o grupo das “Modernas” se verificou entre o par RASTI com TR[500, 2000] com  $R^2$  de 0,76.

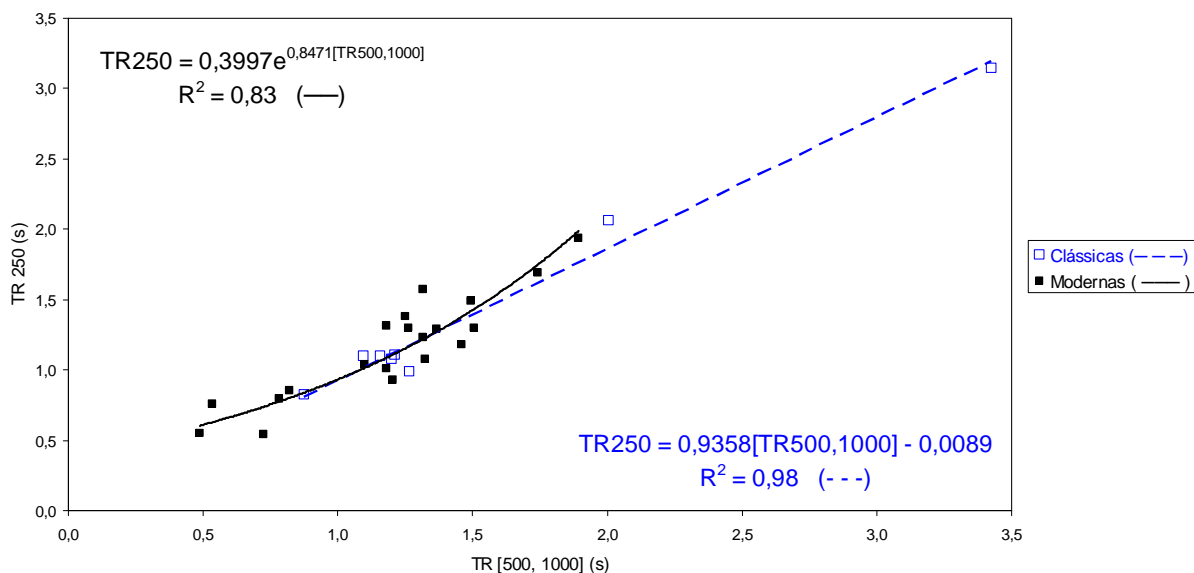


Figura 4.64 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR250 e TR[500, 1000].

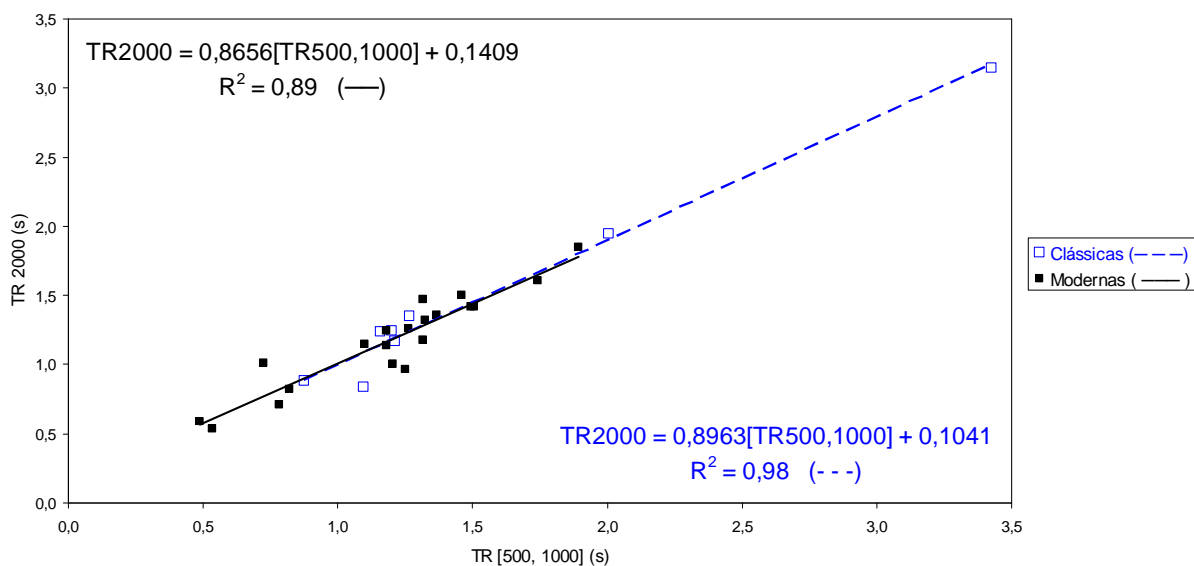


Figura 4.65 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR2000 e TR[500, 1000].

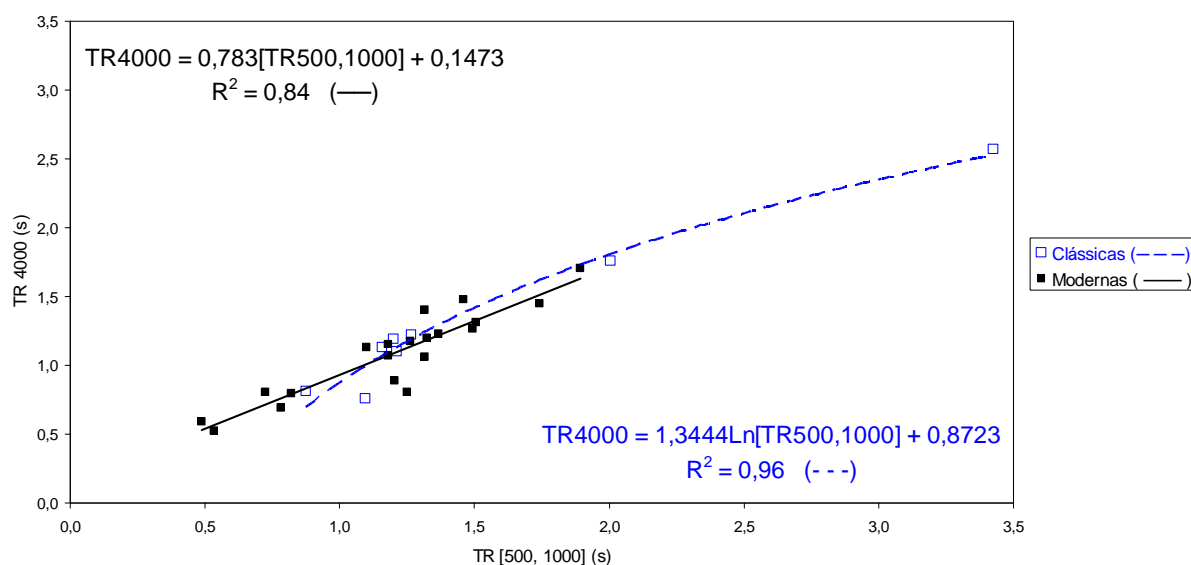


Figura 4.66 – Melhores modelos simples, comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”, entre os parâmetros acústicos médios TR4000 e TR[500, 1000].

Efectuando agora a análise entre os pares de parâmetros acústicos nas várias frequências de TR com o parâmetro médio TR[500, 1000], observou-se que para o grupo das bibliotecas “Clássicas”, as melhores correlação ocorreram entre os valores de TR250 e TR2000 com o parâmetro médio TR[500, 1000] ambos com  $R^2$  de 0,98. Para o grupo das bibliotecas “Modernas”, as melhores correlações obtidas com o parâmetro médio TR[500, 1000], ocorreram igualmente entre os valores de TR250 e TR2000 com valores de  $R^2$  de 0,83 e 0,89 respectivamente. Efectuando uma análise aos valores agora encontrados para os dois grupos de bibliotecas, observa-se que no grupo das “Clássicas”, obtiveram-se sempre melhores correlações que no grupo das “Modernas”, tanto para os parâmetros RASTI e TR, como para os parâmetros TR com TR médio. Este facto pode ser explicado pela grande homogeneidade das salas de leitura que constituem o grupo das bibliotecas “Clássicas”, relativamente às salas do grupo das “Modernas”.

No quadro 4.22 apresentam-se os valores de  $R^2$  entre o par de parâmetros médios RASTI e TR[500, 1000], obtidos para a totalidade das bibliotecas estudadas incluindo também os grupos de bibliotecas “Clássicas”, “Modernas” e comparam-se com os resultados obtidos nos trabalhos em igrejas, em salas de audiências de tribunais e em claustros “abertos”.

Quadro 4.22 – Valores de  $R^2$  para a relação entre par de parâmetros RASTI e TR[500, 1000] obtidos comparando-os com: estudos de igrejas, salas de audiência de tribunais e claustros “abertos”.

Parâmetros	$R^2$ RASTI vs TR[500, 1000]
$R^2$ - estudos em igrejas (Carvalho, 1994)	0,74
$R^2$ - estudos em salas de audiência de tribunais (Monteiro, 2003)	0,95
$R^2$ - estudo em claustros “abertos” (Anabela Carvalho, 2005)	0,91
$R^2$ - estudo em salas de leitura de bibliotecas - Totalidade	0,83
$R^2$ - estudo em salas de leitura de bibliotecas - “Clássicas”	0,96
$R^2$ - estudo em salas de leitura de bibliotecas - “Modernas”	0,73

Pela análise comparativa aos resultados agora obtidos, com os verificados em outros estudos similares, observa-se que o valor de  $R^2$  de 0,96 agora encontrado para o grupo das bibliotecas “Clássicas” é semelhante aos valores já obtidos, nomeadamente nos estudos em salas de audiência de tribunais (Monteiro, 2003) [48] onde obteve o valor de  $R^2$  de 0,95. Em contrapartida o resultado agora obtido, para o grupo das bibliotecas “Modernas” com o valor de  $R^2$  de 0,73, é idêntico ao valor encontrado no trabalho em igrejas (Carvalho, 1994) [47] que obteve valor de  $R^2$  de 0,74.

Assim verificou-se que as bibliotecas “Clássicas”, têm salas de leitura bastante mais homogêneas e representam uma amostra com características acústicas semelhantes às verificadas nos estudos de salas de audiências de tribunais (Monteiro, 2003) ou em claustros “abertos” (Anabela Carvalho, 2005). [49] Por outro lado, as salas de leitura das bibliotecas “Modernas”, dada a sua heterogeneidade no que diz respeito às dimensões ou até às suas características arquitectónicas, representam uma amostra cujo resultado se aproxima mais do verificado no trabalho em igrejas (Carvalho, 1994). [47] A justificação para estes valores agora encontrados para as bibliotecas “Modernas”, poderá resultar do facto das salas de leitura terem geometrias muito diversificadas, pois nem sempre podem ser fechadas, podendo ser contíguas com outros compartimentos ao nível do mesmo piso, ou servir de ligação entre pisos, por vãos livres.

# 5

## RELAÇÃO ENTRE PARÂMETROS ACÚSTICOS E ARQUITECTÓNICOS

### 5.1. PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS

Neste capítulo comparam-se os resultados obtidos para os parâmetros acústicos, com os parâmetros arquitectónicos das bibliotecas. A relação entre os valores dos parâmetros arquitectónicos, com os valores médios obtidos para os parâmetros acústicos, permitirá concluir acerca do grau de influência das dimensões das bibliotecas (comprimento médio, largura média, altura média, área da sala de leitura e volume) e verificar possíveis relações com os parâmetros acústicos.

Apresentam-se no quadro 5.1, os parâmetros arquitectónicos assim como a simbologia utilizada nesta análise.

- Comprimento médio (Cm) – comprimento médio da sala de leitura da biblioteca;
- Largura média (Lm) – largura média da sala de leitura da biblioteca;
- Altura média (Hm) – altura média da sala de leitura da biblioteca;
- Superfície do pavimento (Sp) – área do pavimento da sala de leitura da biblioteca (corresponde ao produto do comprimento médio pela largura média);
- Volume (Vm) – Volume médio interior da sala de leitura da biblioteca.
- Absorção sonora (A) – obtida através do cálculo matemático da formulação de “Sabine”, tendo em conta o volume médio (Vm) da sala de leitura e o tempo de reverberação médio TR[500, 1000, 2000], determinando depois a absorção sonora da sala de leitura com a expressão:  $A = 0,16 \cdot V/T$  com  $A = \sum(\alpha_i \cdot S_i) + \sum A_j + m \cdot V$  (Carvalho, 2009)

Quadro 5.1 – Parâmetros arquitectónicos utilizados no estudo das bibliotecas.

Parâmetros arquitectónicos	Símbolos
Comprimento médio (m)	Cm
Largura média (m)	Lm
Altura média (m)	Hm
Superfície de pavimento (m <sup>2</sup> )	Sp
Absorção sonora (m <sup>2</sup> )	A
Volume médio (m <sup>3</sup> )	Vm

## 5.2. ANÁLISE DOS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS DAS SALAS DE LEITURA DAS BIBLIOTECAS

### 5.2.1. ANÁLISE GLOBAL ENTRE BIBLIOTECAS

Apresentam-se no quadro 5.2, os valores obtidos, correspondentes às características arquitectónicas das salas de leitura das bibliotecas estudadas. Para cada parâmetro, assinalam-se os maiores (+) e menores (-) valores obtidos.

Quadro 5.2 – Valores dos parâmetros arquitectónicos obtidos em cada biblioteca, assinalando-se os maiores (+) e menores (-) valores.

BIBLIOTECA	Código	Parâmetros arquitectónicos					
		Cm (m)	Lm (m)	Hm (m)	Sp (m <sup>2</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	Vm (m <sup>3</sup> )
M. de Almeida Garrett	PG	41,3	<b>24,1 (+)</b>	3,3	<b>996 (+)</b>	394	3256
do Palácio da Ajuda	LA	15,5	7,8	9,1	121	200	1099
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	16,9	12,1	3,0	204	185	604
M. Central - Palácio Galveias	LC	17,9	7,7	4,2	137	78	579
Geral da Universidade de Coimbra	CG	27,6	17,3	8,9	477	205	4261
Nacional de Portugal	LN	37,6	22,1	9,7	831	<b>652 (+)</b>	<b>8094 (+)</b>
Pública de Braga	BP	<b>10,2 (-)</b>	<b>4,5 (-)</b>	4,7	<b>46 (-)</b>	<b>34 (-)</b>	<b>214 (-)</b>
M. de Campo Maior	CM	16,0	11,3	3,7	182	79	675
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	19,9	12,0	3,2	238	158	749
Pública de Évora	EV	31,6	6,1	6,2	194	148	1197
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	27,8	20,9	3,0	581	245	1765
M. Simões de Almeida (tio)	FV	14,9	11,1	3,1	164	98	501
M. de Gondomar	GO	35,0	9,3	3,1	326	110	1014
Joanina	CJ	33,9	12,6	<b>10,2 (+)</b>	428	586	4382
M. Florbela Espanca	MA	34,8	15,0	3,6	521	262	1866
M. de Monforte	MO	24,6	10,9	3,0	268	103	812
M. Ferreira de Castro	OA	<b>43,8 (+)</b>	11,8	3,8	518	228	1954
M. de Oliveira do Bairro	OB	10,3	8,6	3,3	89	37	292
M. Pública do Porto	PM	33,0	10,4	6,1	344	277	2100
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	23,7	11,3	3,0	268	110	804
M. de Sesimbra	SE	26,0	11,6	3,5	301	114	1047
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	39,6	9,3	<b>2,7 (-)</b>	368	108	994
M. de Viana do Castelo	VA	31,4	11,4	3,0	359	143	1077
M. José Régio	VC	25,7	13,6	3,1	350	158	1098
M. de Santa Maria da Feira	SF	21,9	19,7	4,9	429	179	2100
M. D. Miguel da Silva	VI	32,2	9,6	4,7	308	137	1452
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	31,6	13,5	3,0	428	385	1283
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	36,0	13,4	3,6	482	341	1750
Valor médio total		27	13	5	356	206	1679
Valor médio "Clássicas"		26	11	7	322	273	2741
Valor médio "Modernas"		28	13	3	369	179	1255

M. – Municipal.

Apresentam-se no quadro 5.3, os resultados estatísticos simples, referentes aos parâmetros arquitectónicos obtidos relativos às salas de leitura das bibliotecas estudadas.

Quadro 5.3 – Resultados estatísticos simples dos parâmetros arquitectónicos médios obtidos nas bibliotecas.

Parâmetros	Cm (m)	Lm (m)	Hm (m)	Sp (m <sup>2</sup> )	A (m <sup>2</sup> )	Vm (m <sup>3</sup> )
Valor mínimo	10,2	4,5	2,7	46	34	214
Valor médio	27,2	12,5	4,5	356	206	1679
Mediana	27,7	11,5	3,5	335	158	1099
Valor máximo	43,8	24,1	10,2	996	652	8094
Desvio-padrão	9,4	4,7	2,3	212	150	1634

Da observação do quadro 5.1 Quadro 5.1 Quadro 5.1 Quadro 5.1 ao quadro 5.3 verificou-se que tal como desejado, fazem parte do estudo, uma vasta diversidade de salas de leitura das bibliotecas, tanto ao nível das dimensões, tipologia quer ainda da arquitectura. Verificou-se que a Biblioteca Nacional de Portugal é a que tem o maior volume de todas as salas de leitura estudadas, seguida da Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, sendo a Biblioteca Pública de Braga aquela que tem o menor volume, apresentando aproximadamente uma volumetria quarenta vezes menor que a primeira e vinte vezes menor que a segunda.

Relativamente ao comprimento médio, a sala de leitura da Biblioteca Municipal Ferreira de Castro em Oliveira de Azeméis é que apresenta o maior comprimento médio, sendo novamente a Biblioteca Pública de Braga a mais pequena nessa dimensão. Quanto à largura média, as salas de leitura que apresentam as maiores dimensões são: a sala da Biblioteca Municipal de Almeida Garrett no Porto e a sala da Biblioteca Nacional de Portugal, sendo a sala da Biblioteca Pública de Braga, relativamente a essa dimensão, aproximadamente cinco vezes menor.

#### 5.2.2. VARIABILIDADE DOS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS

Nas figuras 5.1 a 5.6, apresentam-se graficamente, as diferenças encontradas para os parâmetros arquitectónicos entre as salas de leitura das bibliotecas analisadas, onde se comparam também os valores médios, efectuando a distinção entre bibliotecas “Clássicas” e bibliotecas “Modernas”, com o valor médio obtido para a totalidade das bibliotecas.

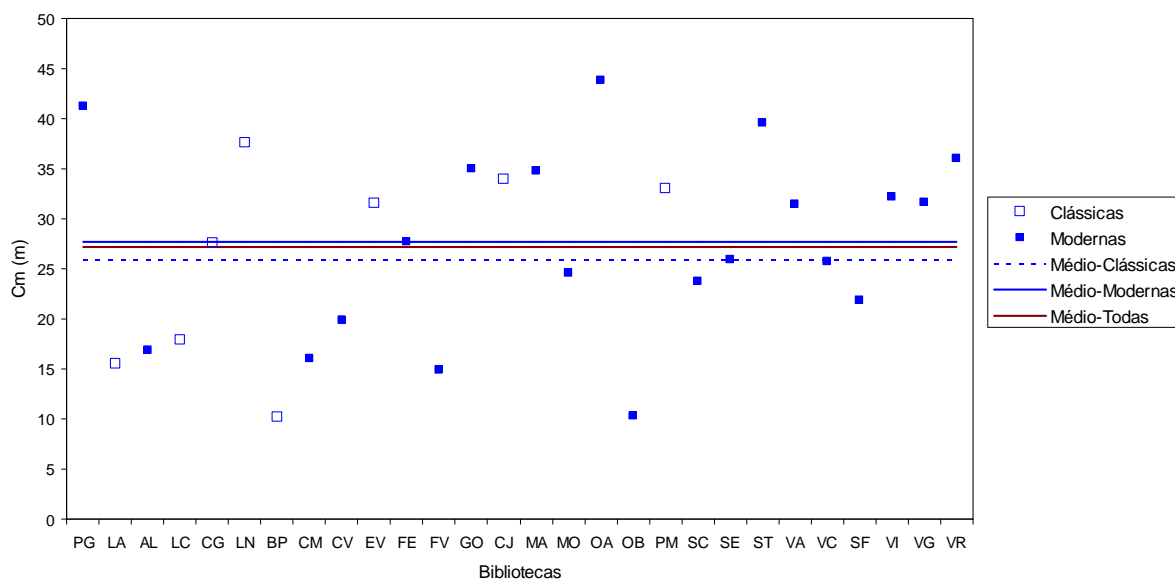


Figura 5.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Comprimento médio Cm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

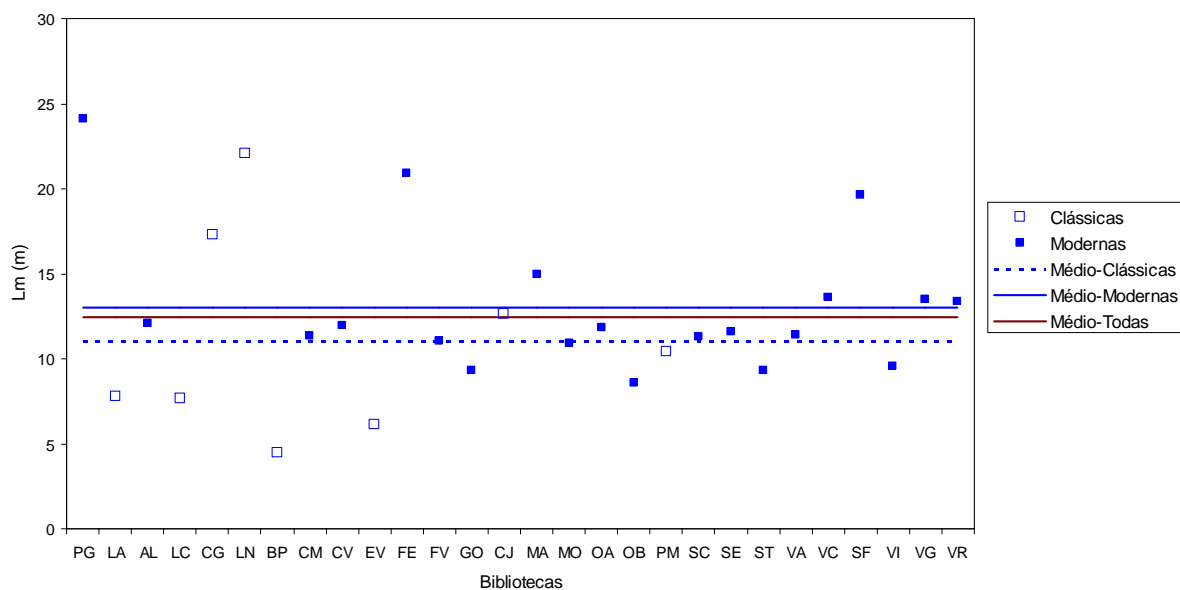


Figura 5.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Largura média Lm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

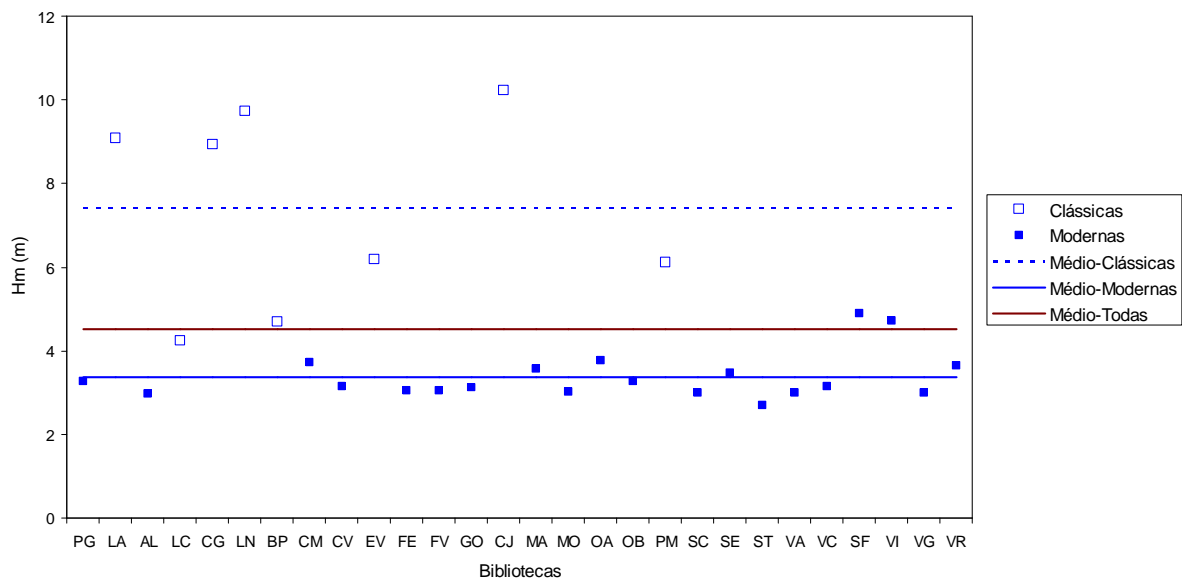


Figura 5.3 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Altura média Hm (m), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

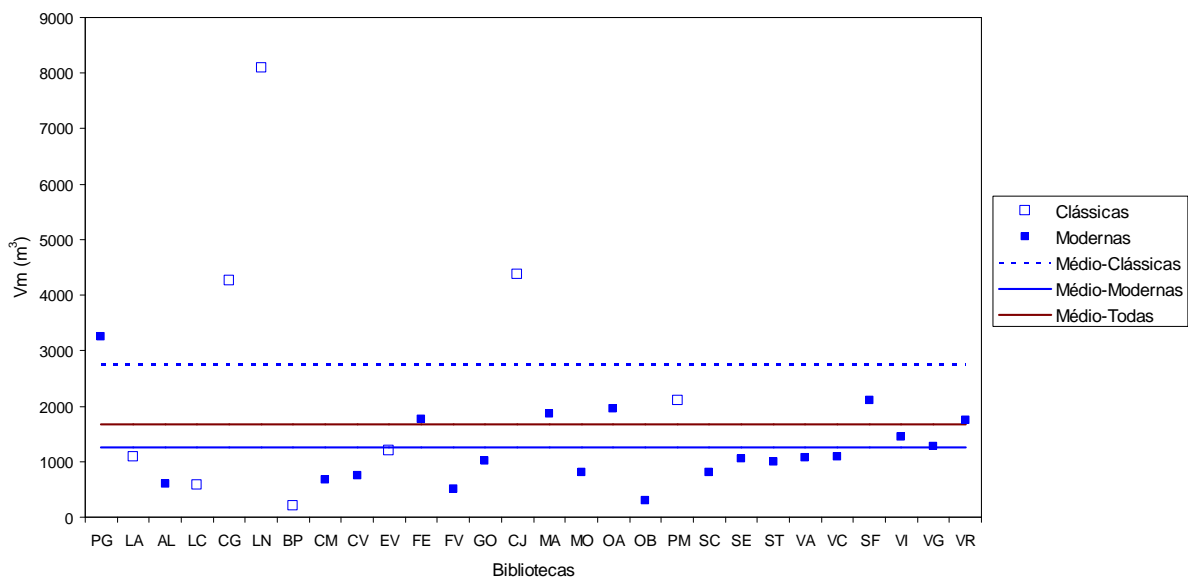


Figura 5.4 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Volume médio Vm (m³), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

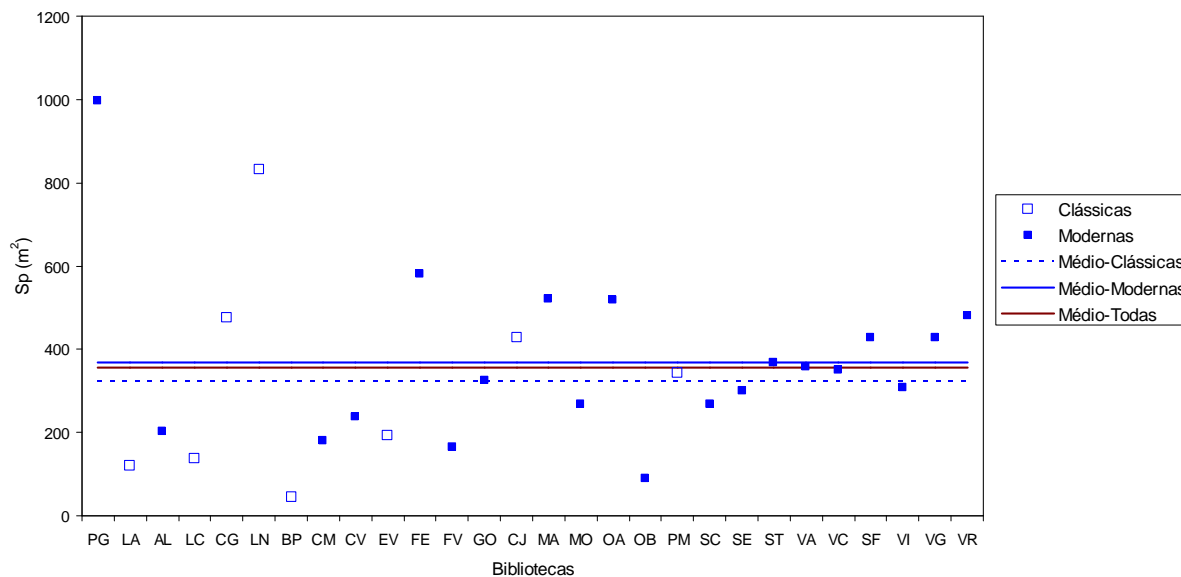


Figura 5.5 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Área de pavimento  $S_p$  ( $m^2$ ), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

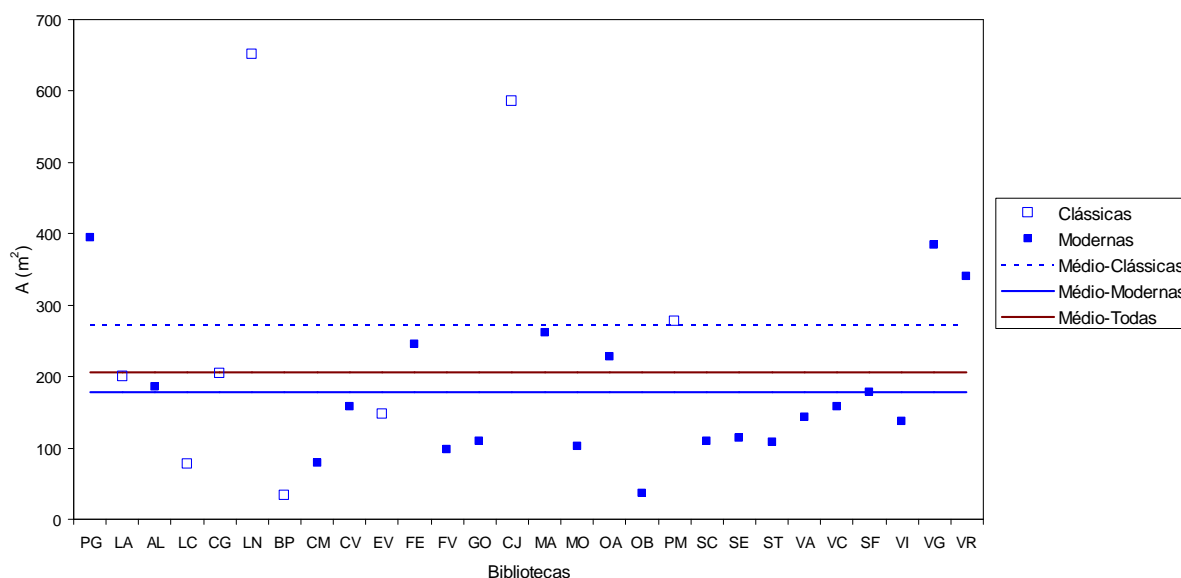


Figura 5.6 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Absorção sonora  $A$  ( $m^2$ ), comparando-se os valores médios dos grupos das “Clássicas” e “Modernas”, com o valor médio de todas as bibliotecas.

Da observação gráfica aos diferentes parâmetros geométricos médios, relativamente à totalidade das salas de leitura das bibliotecas estudadas, conclui-se que não existe um grupo padrão muito bem definido de salas de leitura, conforme já referido, verificando-se uma grande diversidade relativamente aos parâmetros arquitectónicos médios das salas de leitura das bibliotecas estudadas. Verificou-se que as salas de leitura do grupo das bibliotecas “Clássicas” em geral parecem ter em geral uma maior altura, volume e também em média uma maior absorção sonora, o que poderá resultar do tipo de arquitectura ou mobiliário. Pelo contrário as salas de leitura do

grupo das bibliotecas “Modernas” parecem ter em média maior comprimento, largura e área de pavimento, apresentando em média metade do volume das bibliotecas “Clássicas”.

### 5.3. CORRELAÇÕES SIMPLES ENTRE OS PARÂMETROS ACÚSTICOS E OS PARÂMETROS ARQUITECTÓNICOS

Efectuou-se uma análise entre os diferentes parâmetros arquitectónicos e acústicos, tentando estabelecer diversas correlações, baseadas em modelos simples, entre os valores médios obtidos, relativamente ao conjunto total das salas de leitura das bibliotecas estudadas.

#### a) Modelos simples

Utilizaram-se modelos simples, nomeadamente funções lineares ( $y = ax + b$ ), funções polinomiais do segundo grau ( $y = ax^2 + bx + c$ ), funções exponenciais ( $y = ae^{bx}$ ), funções de potência ( $y = ax^b$ ) e funções logarítmicas ( $y = a \ln x + b$ ).

Tal como efectuado anteriormente pelas razões já referidas, também aqui foi incluída na análise o parâmetro TR[500, 1000] referente a média do tempo de reverberação para as bandas de frequências dos 500 e 1000 Hz, o parâmetro TR[500, 1000, 2000] calculando a média para as bandas de frequências dos 500 aos 2000 Hz, o parâmetro TR[500, 2000] relativo à média das bandas de frequências dos 500 e 2000 Hz e o parâmetro TR[125 a 4000] obtido através da média das bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Todas as expressões encontradas são válidas fundamentalmente, dentro do domínio de aplicação dos valores dos parâmetros arquitectónicos definidos no quadro 5.4. Apresentam-se no quadro 5.5 as melhores correlações obtidas nos modelos simples entre os parâmetros acústicos e arquitectónicos, usando os valores médios obtidos nas salas de leitura. O valor de  $R^2$  pode ser entendido como a variabilidade entre parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 5.4 – Domínio de aplicação dos modelos de correlação com parâmetros arquitectónicos.

Parâmetros geométricos	Domínio de aplicação
Cm (m)	[10 – 45]
Lm (m)	[4 – 25]
Hm (m)	[2 – 12]
Sp (m <sup>2</sup> )	[40 – 1000]
A (m <sup>2</sup> )	[30 – 700]
Vm (m <sup>3</sup> )	[200 – 8100]

Quadro 5.5 – Melhores modelos simples entre parâmetros acústicos e arquitectónicos.

Correlações	R <sup>2</sup>
$RASTI = 0,0044[Hm]^2 - 0,066[Hm] + 0,8064$	0,15
$RASTI = 0,6532e^{-3,59E-05[Vm]}$	0,20
$RASTI = -6,69E-07[A]^2 + 0,00045[A] + 0,5713$	0,06
$TR125 = 0,0508[Lm] + 0,7809$	0,16
$TR250 = 0,0378[Lm] + 0,7656$	0,12
$TR500 = 0,6393Ln[Hm] + 0,374$	0,23
$TR1000 = -2,75E-08[Vm]^2 + 3,74E-04[Vm] + 0,8237$	0,30
$TR2000 = 0,4361[Cm]^{0,3089}$	0,12
$TR2000 = 0,5763Ln[Hm] + 0,4449$	0,22
$TR2000 = 0,0002[Vm] + 0,9848$	0,29
$TR4000 = 0,4306[Cm]^{0,2864}$	0,11
$TR[500,1000] = -2,28E-08[Vm]^2 + 3,44E-04[Vm] + 0,8372$	0,31
$TR[500,2000] = 0,6078Ln[Hm] + 0,4094$	0,23
$TR[500,2000] = -2,08E-08[Vm]^2 + 3,27E-04[Vm] + 0,8355$	0,33
$TR[500,1000,2000] = 0,606Ln[Hm] + 0,4227$	0,22
$TR[500,1000,2000] = -2,30E-08[Vm]^2 + 3,42E-04[Vm] + 0,8316$	0,32
$TR[125 a 4000] = 0,0378[Lm] + 0,8035$	0,12
$TR[125 a 4000] = -1,29E-08[Vm]^2 + 2,62E-04[Vm] + 0,9049$	0,31
$TR[500,1000,2000] = 0,00024[A] + 1,2331$	0,01

Apresentam-se nas figuras 5.7 a 5.18 os gráficos das melhores correlações, referentes aos valores médios correspondentes à totalidade das bibliotecas estudadas, entre os parâmetros acústicos e parâmetros arquitectónicos.

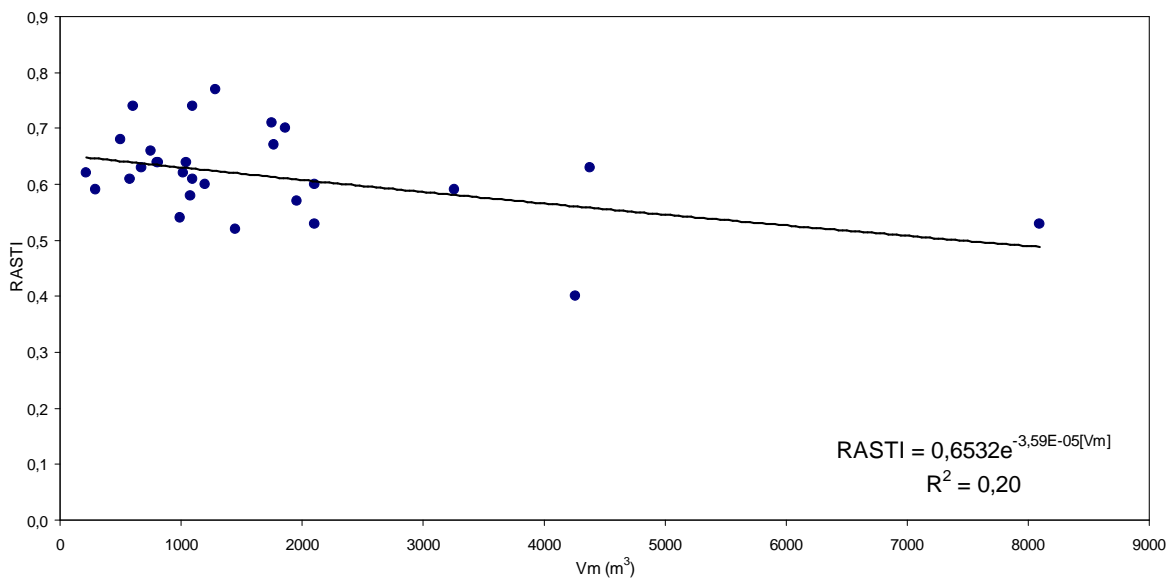


Figura 5.7 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m$  ( $m^3$ ).

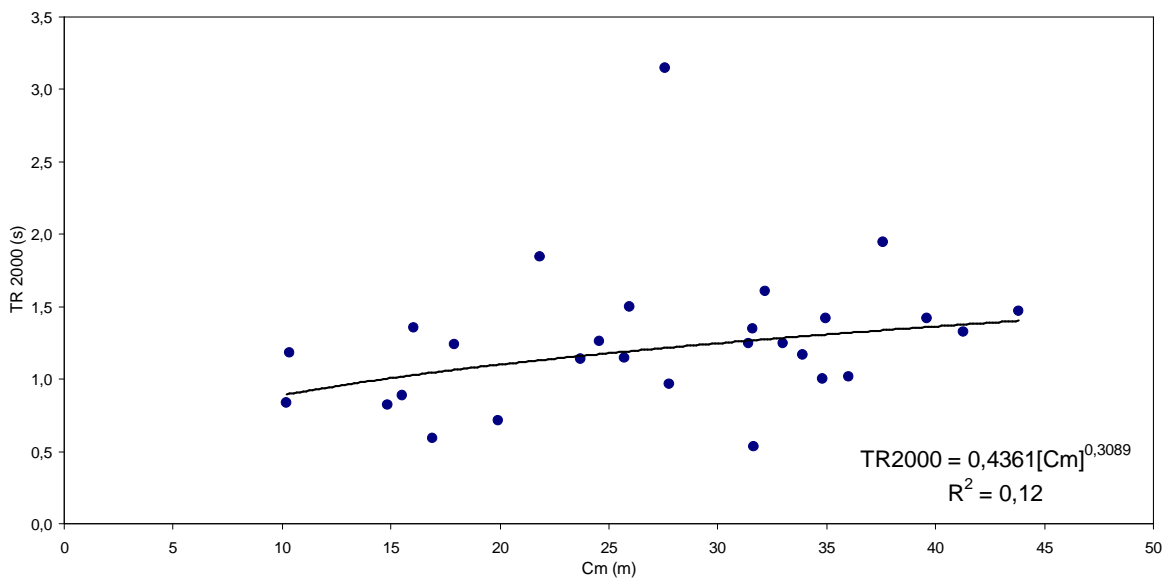


Figura 5.8 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR2000 e os do parâmetro arquitectónico Comprimento médio  $C_m$  (m).

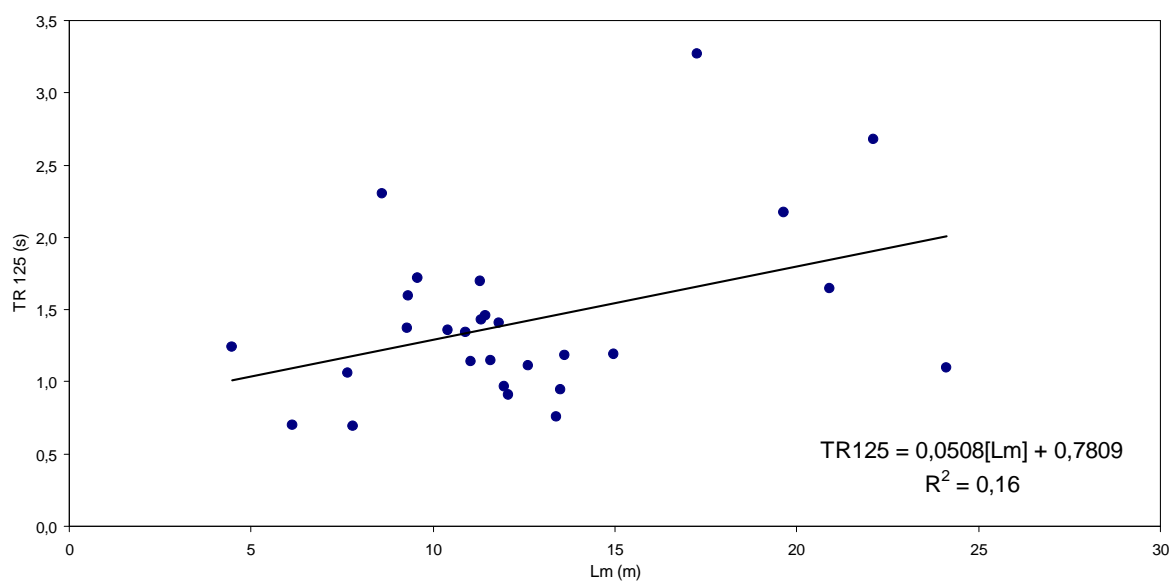


Figura 5.9 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR125 e os do parâmetro arquitectónico Largura média Lm (m).

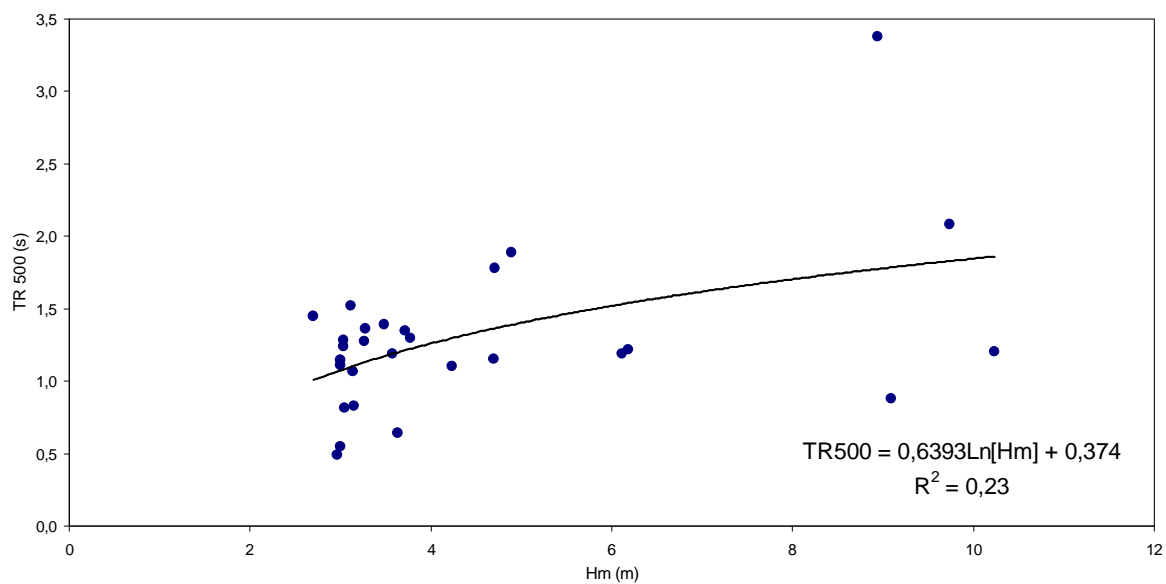


Figura 5.10 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR500 e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m).

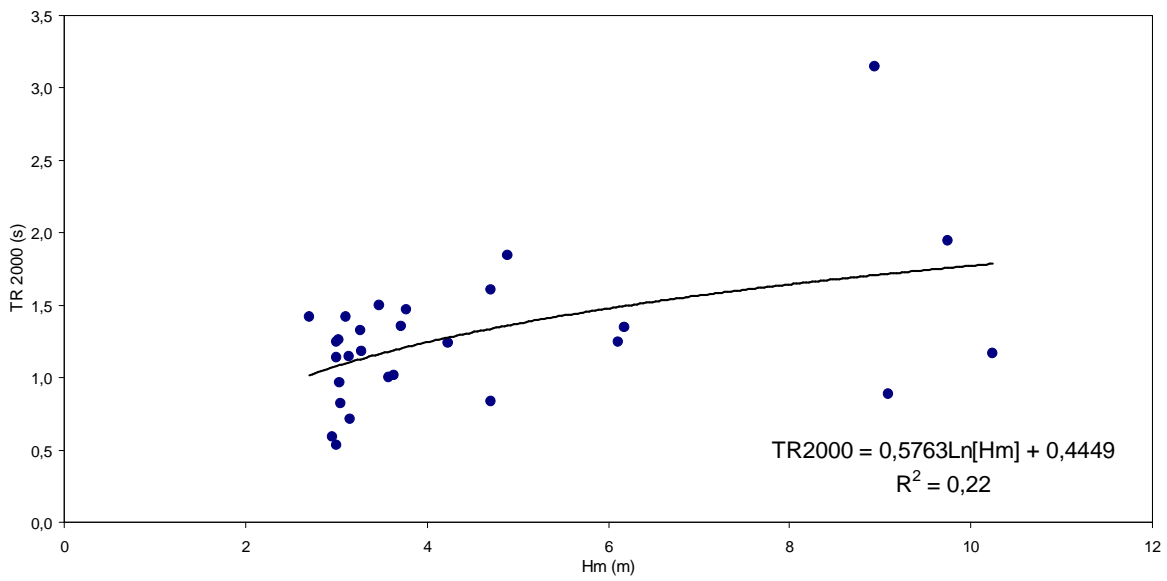


Figura 5.11 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR2000 e os do parâmetro arquitectónico Altura média  $H_m$  (m).

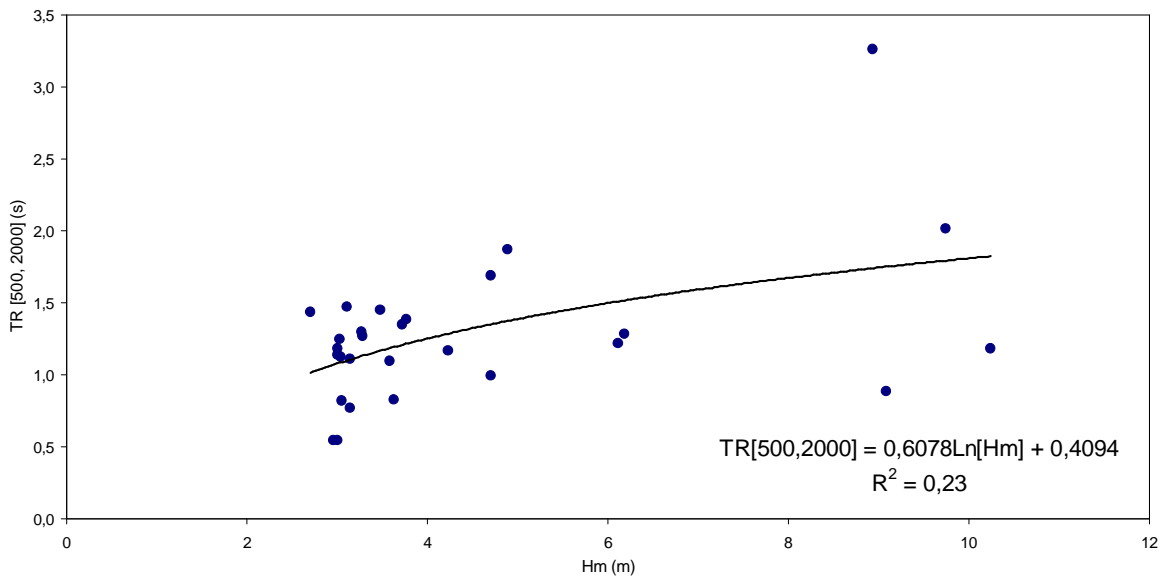


Figura 5.12 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média  $H_m$  (m).

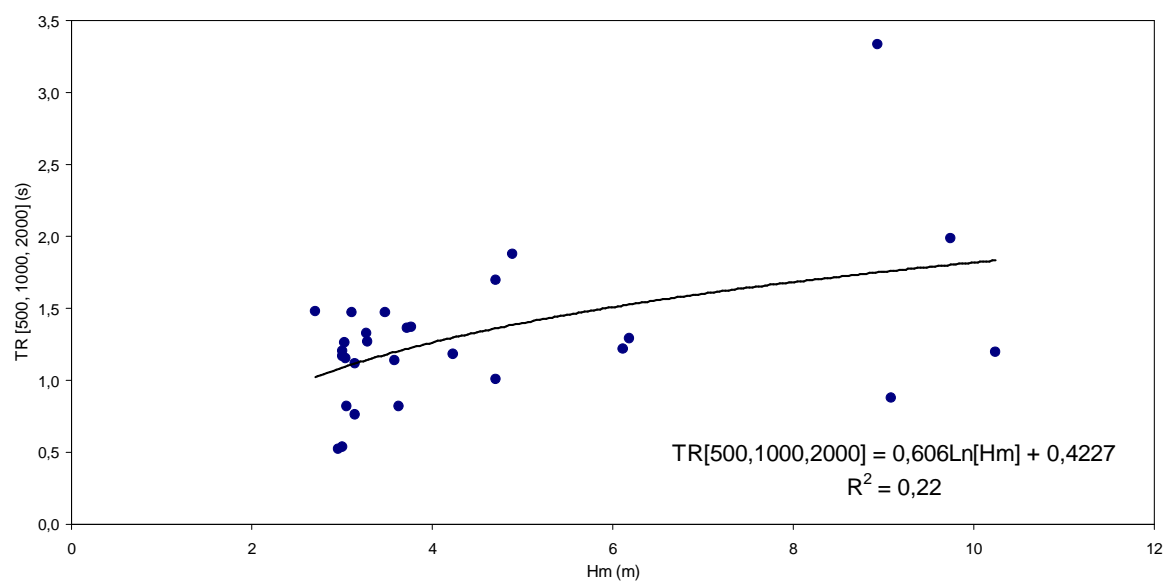


Figura 5.13 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m).

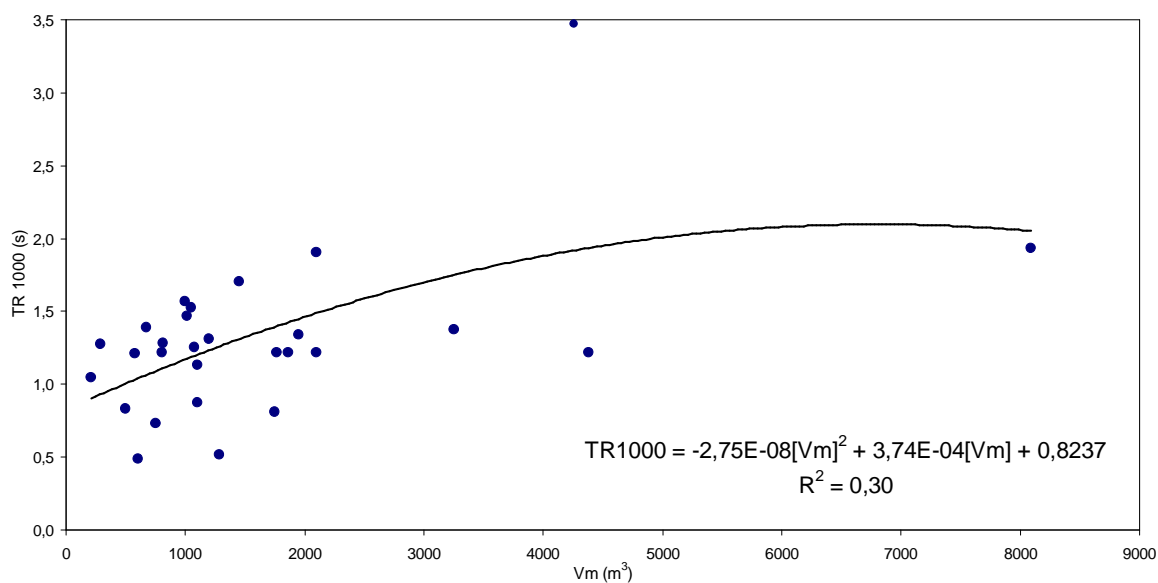


Figura 5.14 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR1000 e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m³).

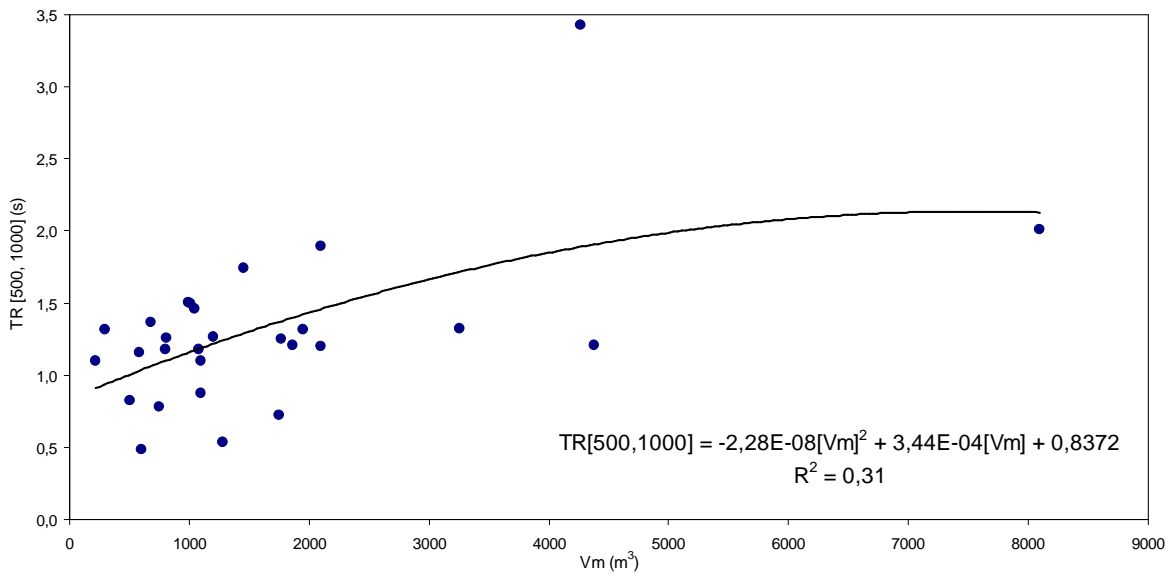


Figura 5.15 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m (m^3)$ .

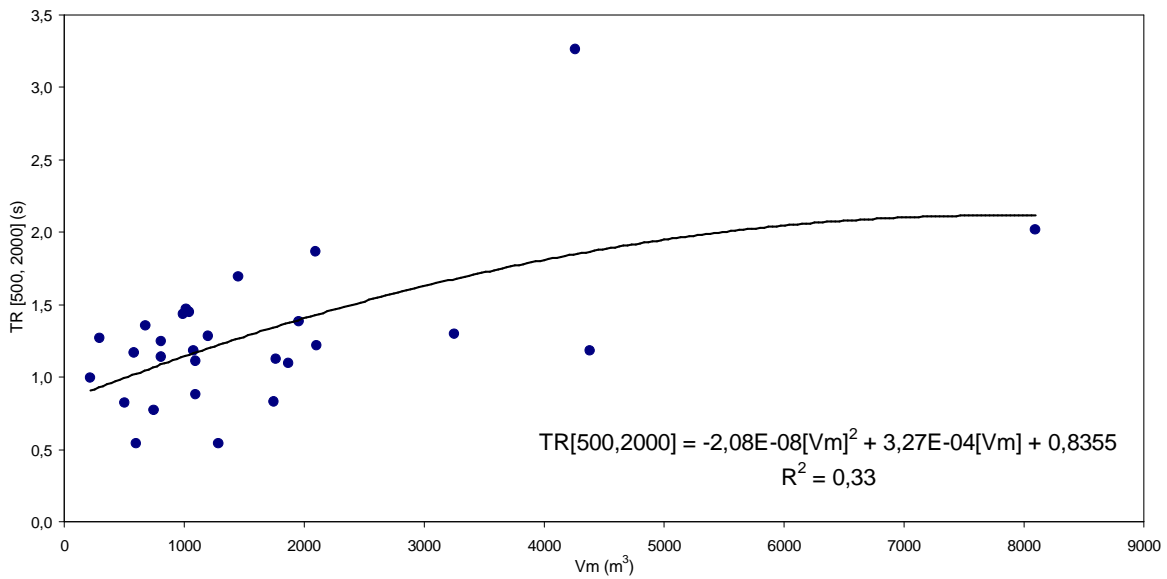


Figura 5.16 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m (m^3)$ .

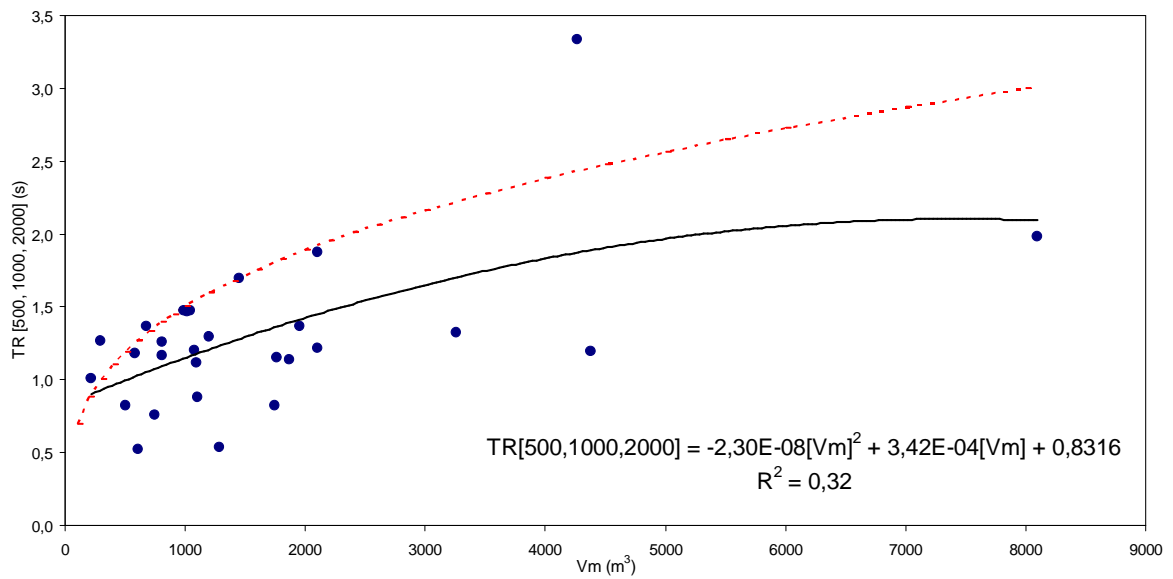


Figura 5.17 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m (m^3)$ . A curva a tracejado representa os valores do parâmetro TR[500, 1000, 2000], conforme máximo regulamentado (R.R.A.E. 2008).

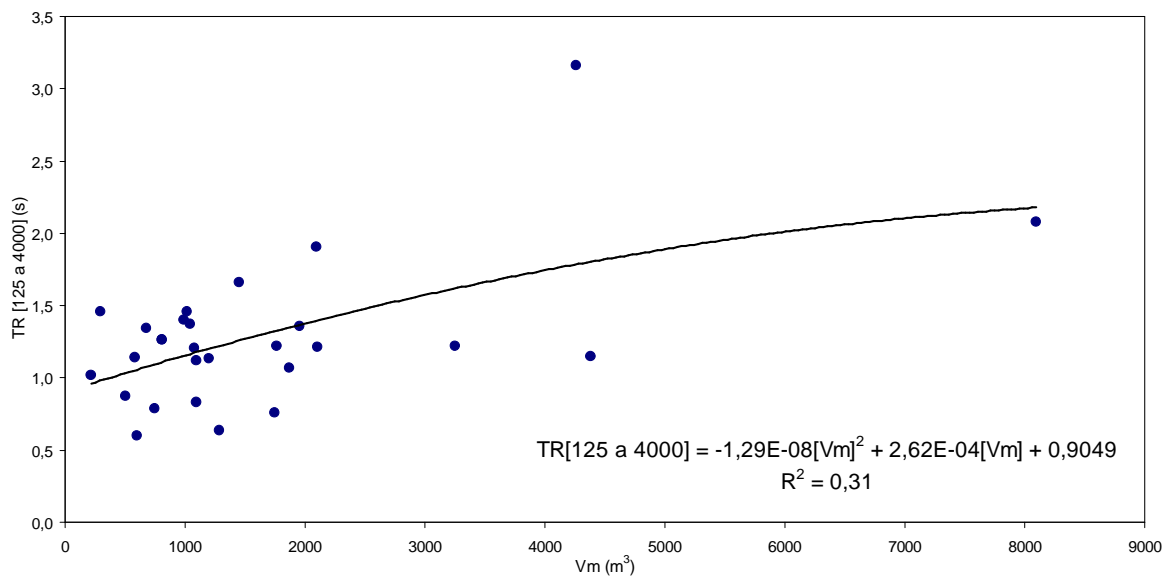


Figura 5.18 – Melhor correlação correspondente à totalidade das bibliotecas estudadas entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m (m^3)$ .

Pela análise às correlações dos modelos simples, entre os parâmetros acústicos e os arquitectónicos, para a totalidade das salas de leitura das bibliotecas estudadas, observou-se que não existem valores muito significativos.

Assim, considerando os modelos simples e atendendo aos valores de  $R^2$  obtidos, observou-se que 20% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI é justificado pelo Volume ( $V_m$ ) das salas.

Efectuando uma análise à variabilidade dos valores obtidos entre o parâmetro acústico TR nas várias frequências e os parâmetros arquitectónicos, observou-se que:

- 16% da variabilidade dos valores de TR125 é justificada pela Largura (Lm) das salas;
- 12% da variabilidade dos valores de TR250 é justificada pela Largura (Lm) das salas;
- 23% da variabilidade dos valores de TR500 é justificada pela Altura (Hm) das salas;
- 30% da variabilidade dos valores de TR1000 é justificada pelo Volume (Vm) das salas;
- 29% da variabilidade dos valores de TR2000 é justificada pelo Volume (Vm) das salas;
- 11% da variabilidade dos valores de TR4000 é justificada pelo Comprimento (Cm) das salas.

Da observação podemos concluir que o parâmetro arquitectónico que melhor correlação obteve com os parâmetros acústicos foi a Volume (Vm) das salas. A melhor correlação entre o parâmetro acústico TR e os parâmetros arquitectónicos observou-se entre o TR1000 e o Volume (Vm) com  $R^2$  de 0,30. Ou seja a maior parte da variabilidade poderá ser dada por outros factores, como por exemplo a absorção sonora ou a configuração geometria.

Analisando também, a variabilidade para o parâmetro acústico TR médio (obtido pela média das diferentes bandas de frequência) e os parâmetros arquitectónicos, entre a totalidade das salas de leitura das bibliotecas estudadas, verificou-se que:

- 31% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000] é justificada pelo Volume (Vm) das salas;
- 33% da variabilidade dos valores de TR[500, 2000] é justificada pelo Volume (Vm) das salas;
- 32% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000, 2000] é justificada pelo Volume (Vm) das salas;
- 31% da variabilidade dos valores de TR[125 a 4000] é justificada pelo Volume (Vm) das salas.

Da observação podemos concluir que o Volume (Vm) das salas é o parâmetro arquitectónico que melhor se correlaciona com os parâmetros acústicos tanto para o RASTI, como para os parâmetros acústicos TR e TR médio nas várias frequências. O segundo parâmetro arquitectónico que melhor correlação obteve com os parâmetros acústicos foi a Altura (Hm) das salas, o que parece ser lógico pois existe uma dependência entre o Volume e a Altura das salas. A melhor correlação entre o parâmetro acústico TR médio e os parâmetros arquitectónicos, observou-se entre TR[500, 2000] e o Volume (Vm) com  $R^2$  de 0,33 e também com a Altura (Hm) sendo o  $R^2$  de 0,23. O valor mais alto de  $R^2$  verificou-se sempre com o tempo de reverberação TR e com o volume (Vm), o que parece ser lógico pois ambos estão relacionados pela expressão de “Sabine”.

#### 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 ou prever as relações entre parâmetros acústicos e os parâmetros arquitectónicos, foram calculados modelos gerais lineares, com mais variáveis independentes. Estes modelos, foram efectuados com as médias de cada parâmetro acústico e os valores dos parâmetros arquitectónicos, para a totalidade das salas de leitura das bibliotecas estudadas. Assim consideraram-se os parâmetros acústicos RASTI e TR[500, 1000, 2000] como variáveis dependentes dos outros parâmetros.

Apresentam-se no quadro 5.6 os melhores modelos gerais lineares encontrados.

Quadro 5.6 – Melhores modelos gerais lineares entre os parâmetros acústicos e arquitectónicos.

Modelo	R <sup>2</sup>
$\text{RASTI} = 0,87021 - 0,27183[\text{TR}_{125 \text{ a } 2000}] + 0,00577[\text{LAeq}(\text{rf})] - 0,00380[\text{LAeq}(\text{AVAC})] + 0,22204[\text{TR}_{500}] - 0,00387[\text{Cm}] - 0,03637[\text{Hm}] - 0,00028[\text{Sp}] + 0,00074[\text{A}]$	0,84
$\text{TR}[500, 1000, 2000] = 0,01913 + 0,02869[\text{Cm}] + 0,08684[\text{Lm}] + 0,03011[\text{Hm}] + 0,00017[\text{Vm}] - 0,0286[\text{Sp}]$	0,21

Da análise efectuada os valores de R<sup>2</sup> permitem verificar que, a variabilidade dos valores do RASTI podem ser explicados em cerca de 84% pelo conjunto Comprimento (Cm), Altura (Hm), Área de pavimento (Sp), Absorção sonora (A), ruído de fundo LAeq(rf), ruído dos equipamentos LAeq(AVAC), tempo de reverberação na frequência dos 500 Hz (TR500) e o tempo de reverberação médio dos 125 Hz aos 4000 Hz. Esta variabilidade está de acordo com o que seria de prever, pois a determinação do parâmetro RASTI, depende das características geométricas da envolvente, da absorção sonora, tempo de reverberação e do ruído de fundo do local.

Os parâmetros arquitectónicos Comprimento (Cm), Largura (Lm), Altura (Hm), Volume (Vm) e Área de pavimento (Sp), explicam em 21% a variabilidade do tempo de reverberação médio, nas bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz. O que parece ser lógico pois só estamos a contabilizar a configuração geométrica do local, quando na realidade falta considerar outro factor importante na variação deste parâmetro que é a absorção sonora existente.

Conforme efectuado no anterior capítulo e com o objectivo de verificar a influência dos parâmetros arquitectónicos nas bibliotecas, efectuou-se novamente a análise confrontando para os grupos das bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”.

No quadro 5.7 apresentam-se as melhores correlações dos modelos simples entre os parâmetros acústicos e arquitectónicos TR e RASTI, usando os valores médios obtidos para cada biblioteca, efectuando a distinção entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”. O valor de R<sup>2</sup> pode ser entendido como a variabilidade entre parâmetros que é explicada pela expressão matemática em causa.

Quadro 5.7 – Melhores modelos simples de regressão entre parâmetros acústicos e arquitectónicos controlando para os dois grupos de bibliotecas.

Correlações			
Bibliotecas “Clássicas”	R <sup>2</sup>	Bibliotecas “Modernas”	R <sup>2</sup>
$RASTI = -0,0039[Cm] + 0,693$	0,17	$RASTI = -1,61E-04[Cm]^2 + 7,38E-03[Cm] + 0,5646$	0,10
$RASTI = -0,0102[Lm] + 0,7043$	0,41	$RASTI = 7,11E-04[Lm] + 0,6222$	0,01
$RASTI = 0,716[Hm]^{0,1047}$	0,04	$RASTI = 0,8549e^{-0,0914[Hm]}$	0,23
$RASTI = 3,48E-09[Vm]^2 - 4,64E-05[Vm] + 0,6705$	0,32	$RASTI = 0,6541e^{-3,25E-05[Vm]}$	0,04
$TR[500,1000] = 0,7658e^{0,054[Lm]}$	0,57	$TR[500,1000] = 7,04E-03[Lm] + 1,1054$	0,01
$TR[500,1000] = 0,1305[Hm] + 0,5639$	0,14	$TR[500,1000] = 0,37[Hm] - 0,0517$	0,32
$TR[500,1000] = 1,0533e^{1,02E-04[Vm]}$	0,40	$TR[500,1000] = 1,45E-04[Vm] + 1,015$	0,08
$TR[500,2000] = 0,7471e^{0,0549[Lm]}$	0,60	$TR[500,2000] = 0,0043[Lm] + 1,1242$	0,01
$TR[500,2000] = 0,1278[Hm] + 0,5547$	0,15	$TR[500,2000] = 0,3726[Hm] - 0,0777$	0,37
$TR[500,2000] = 1,0319e^{1,03E-04[Vm]}$	0,43	$TR[500,2000] = 0,9557e^{1,29E-04[Vm]}$	0,07
$TR[500,1000,2000] = 0,3299[Cm]^{0,451}$	0,24	$TR[500,1000,2000] = 0,0084[Cm] + 0,9591$	0,05
$TR[500,1000,2000] = 0,7576e^{0,0542[Lm]}$	0,58	$TR[500,1000,2000] = 0,0055[Lm] + 1,1189$	0,01
$TR[500,1000,2000] = 0,1271[Hm] + 0,5707$	0,14	$TR[500,1000,2000] = 0,3687[Hm] - 0,0541$	0,34
$TR[500,1000,2000] = 1,0439e^{1,02E-04[Vm]}$	0,41	$TR[500,1000,2000] = 1,47E-04[Vm] + 1,006$	0,08
$TR[125 a 4000] = 0,7007e^{0,0582[Lm]}$	0,65	$TR[125 a 4000] = 1,3692[Lm]^{-0,0693}$	0,01
$TR[125 a 4000] = 0,1283[Hm] + 0,5147$	0,15	$TR[125 a 4000] = 0,3406[Hm] + 0,0487$	0,33
$TR[125 a 4000] = 0,9844e^{1,11E-04[Vm]}$	0,46	$TR[125 a 4000] = 9,24E-05[Vm] + 1,0826$	0,04
$TR[500,1000,2000] = 0,6478[A]^{0,144}$	0,11	$TR[500,1000,2000] = -0,0012[A] + 1,4119$	0,12

Apresentam-se nas figuras 5.19 a 5.30 de forma mais elucidativa, os gráficos das melhores correlações simples obtidas, entre o grupo das bibliotecas “Clássicas” e o grupo das bibliotecas “Modernas”, entre os parâmetros acústicos e arquitectónicos.

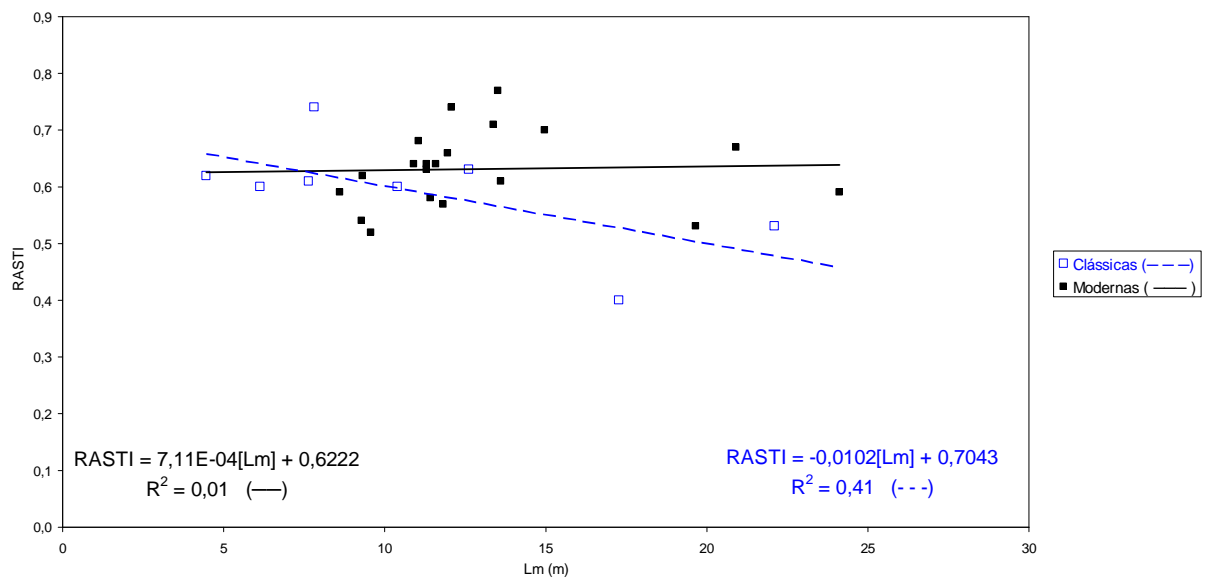


Figura 5.19 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Largura média Lm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

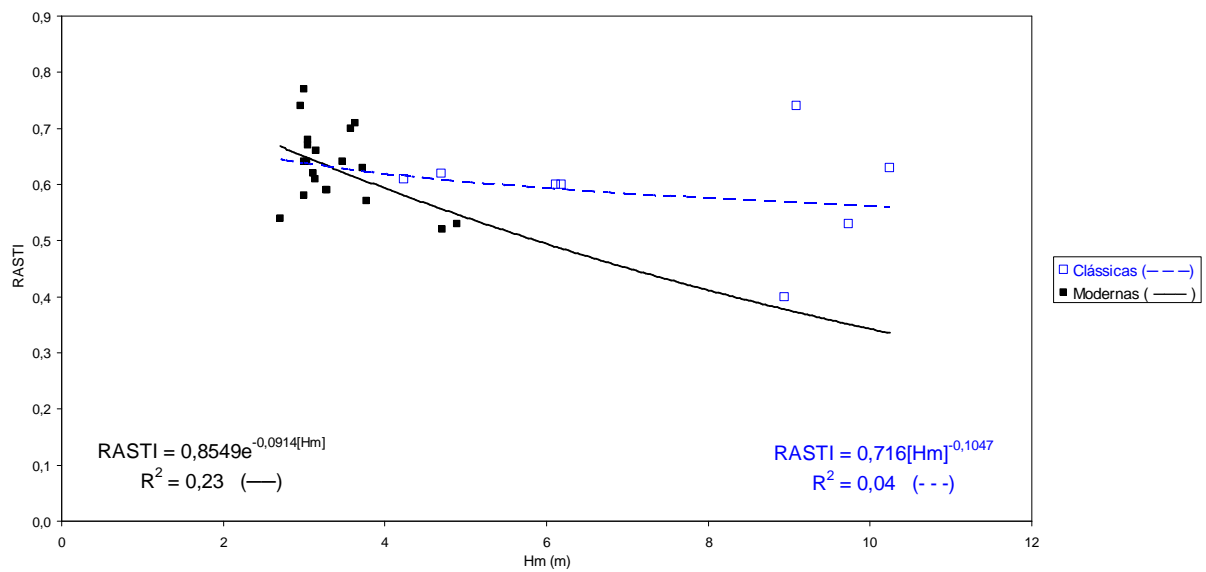


Figura 5.20 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

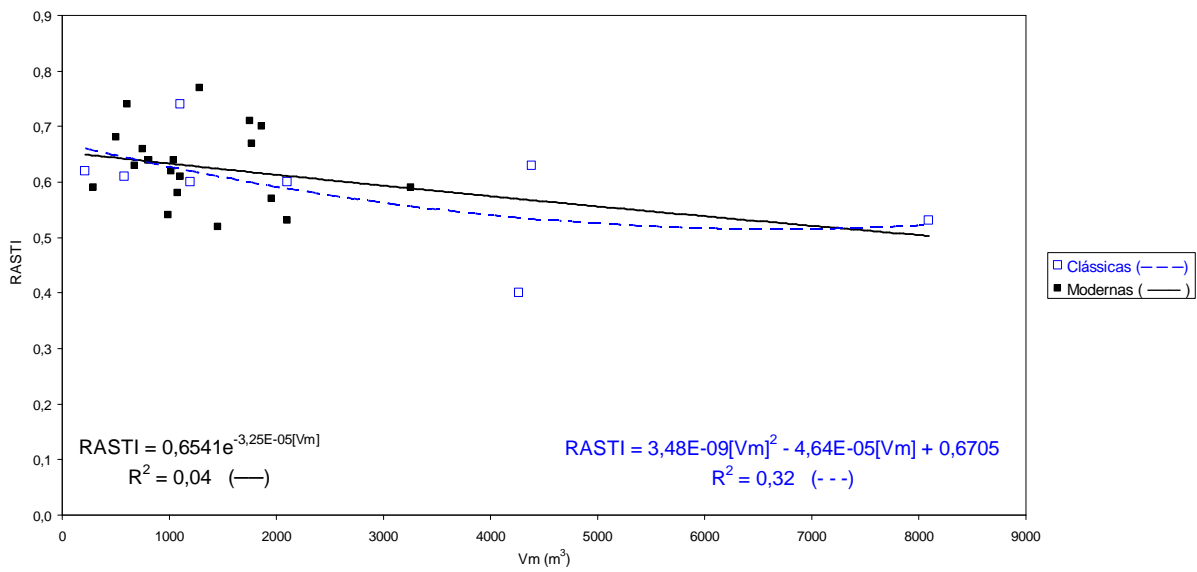


Figura 5.21 – Melhor correlação entre os valores médios do RASTI e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $Vm (m^3)$ , comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

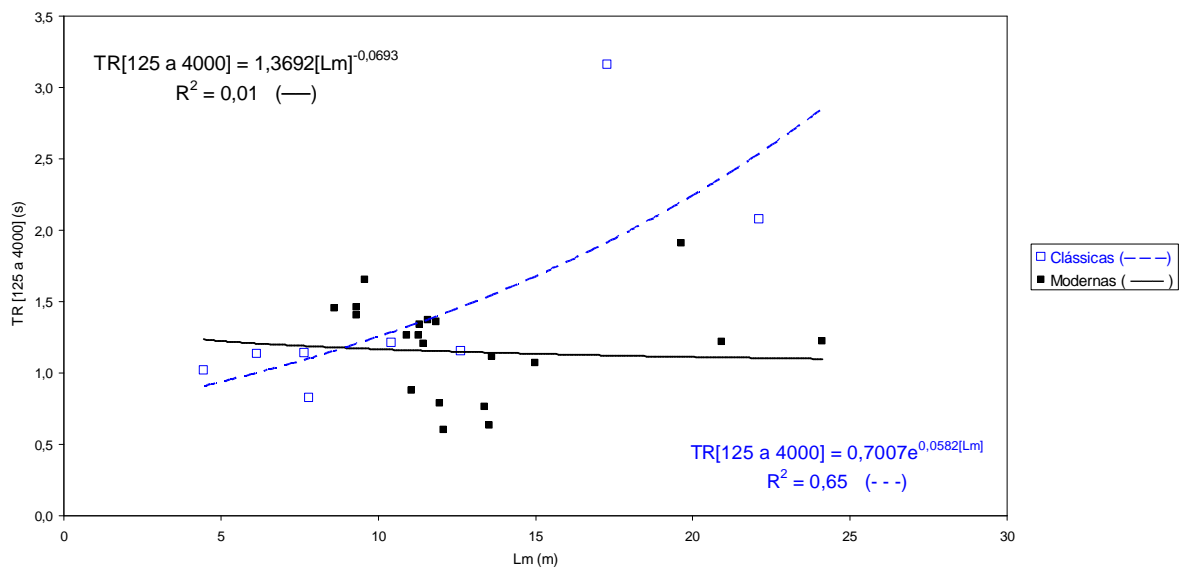


Figura 5.22 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Largura média  $Lm (m)$ , comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

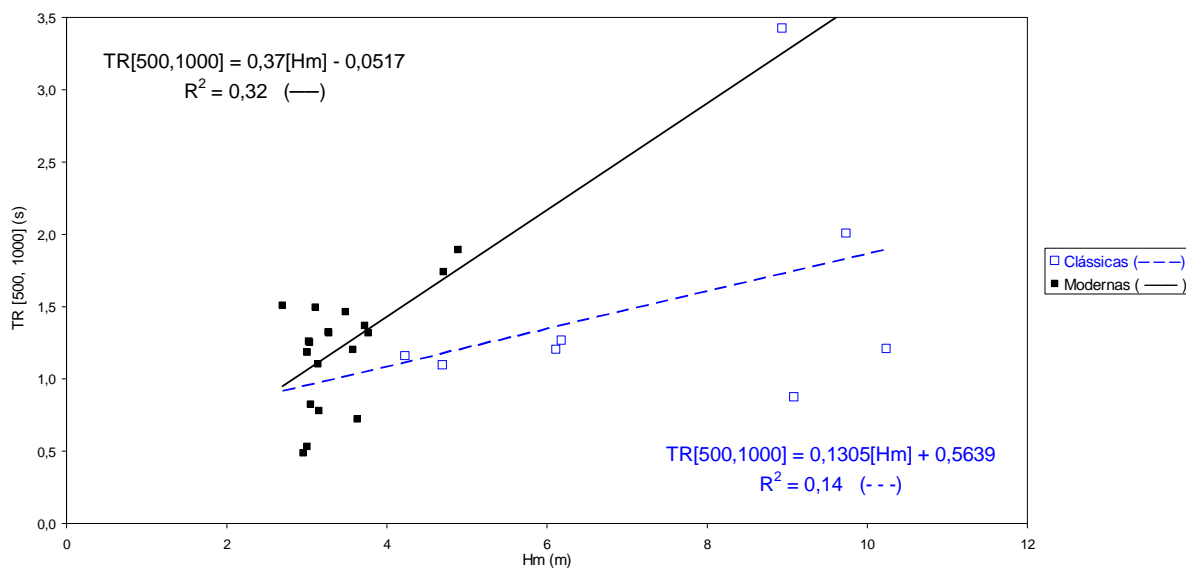


Figura 5.23 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

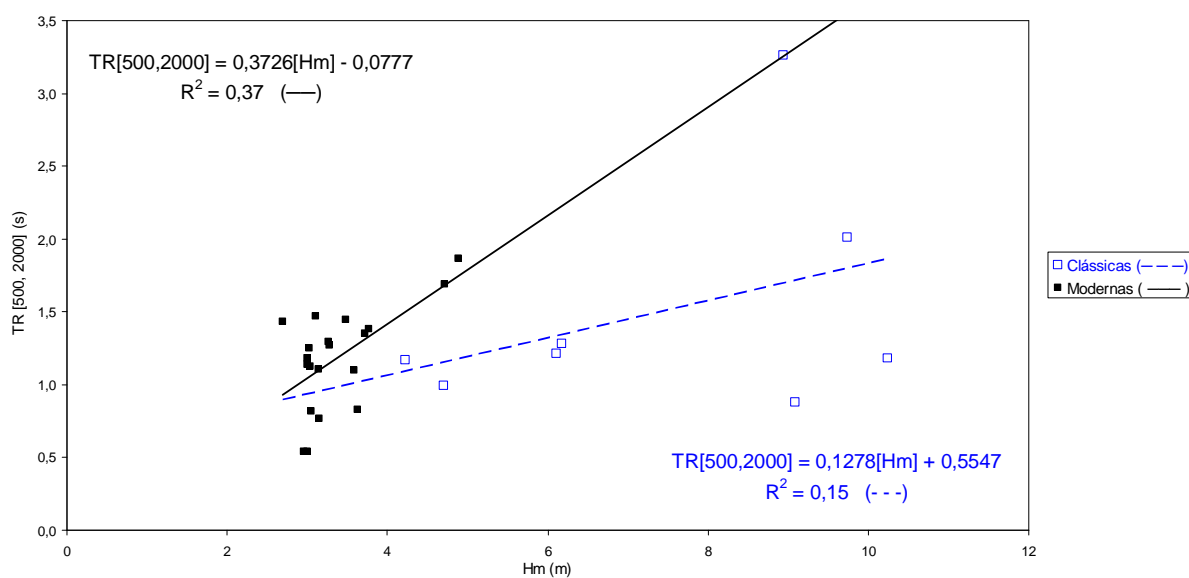


Figura 5.24 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

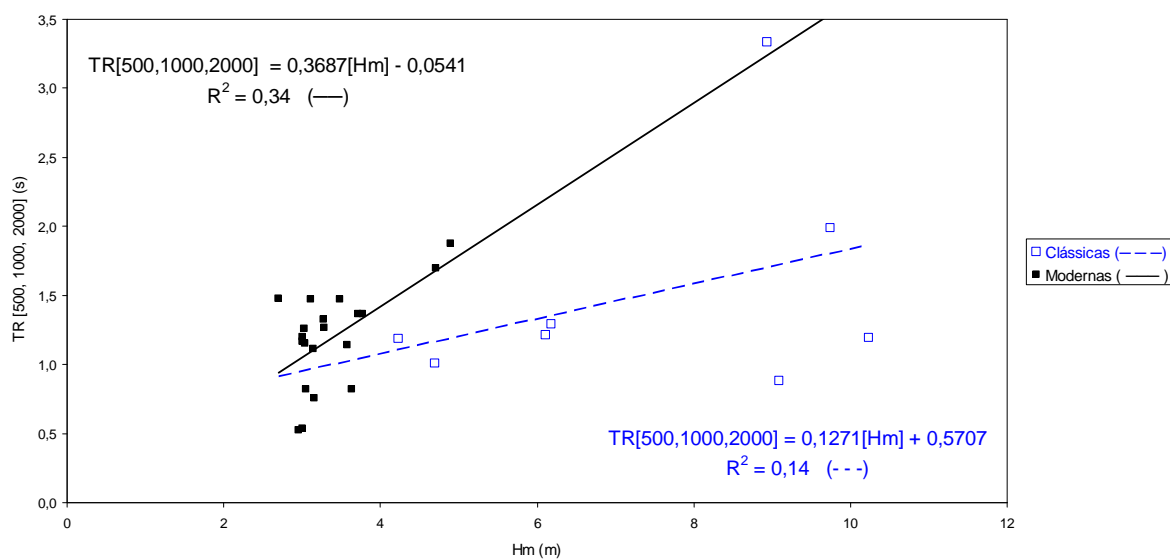


Figura 5.25 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

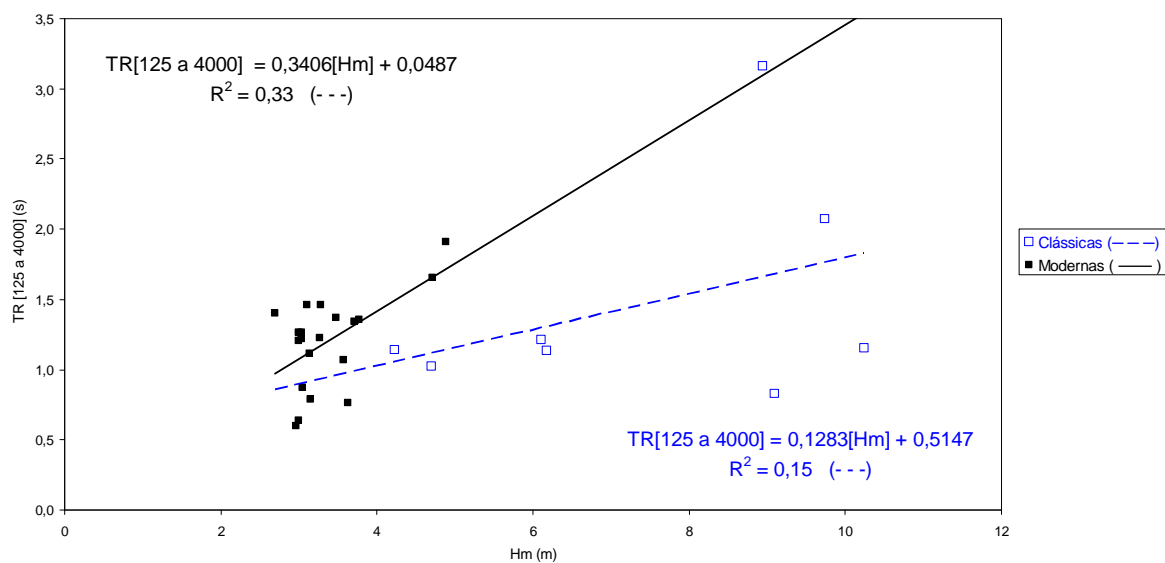


Figura 5.26 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Altura média Hm (m), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

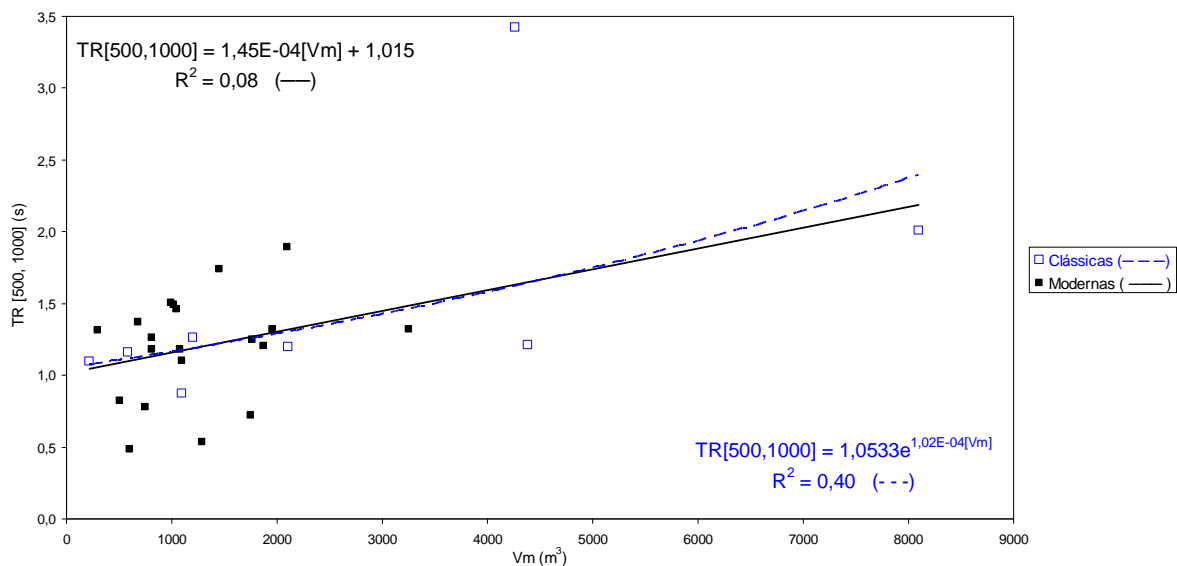


Figura 5.27 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m$  ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

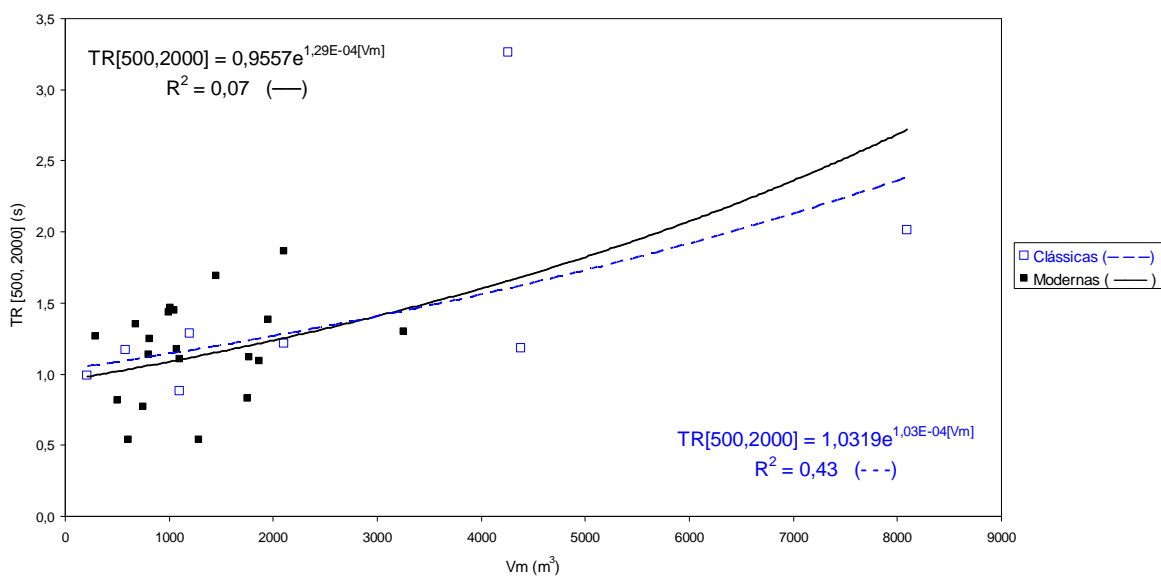


Figura 5.28 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio  $V_m$  ( $m^3$ ), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

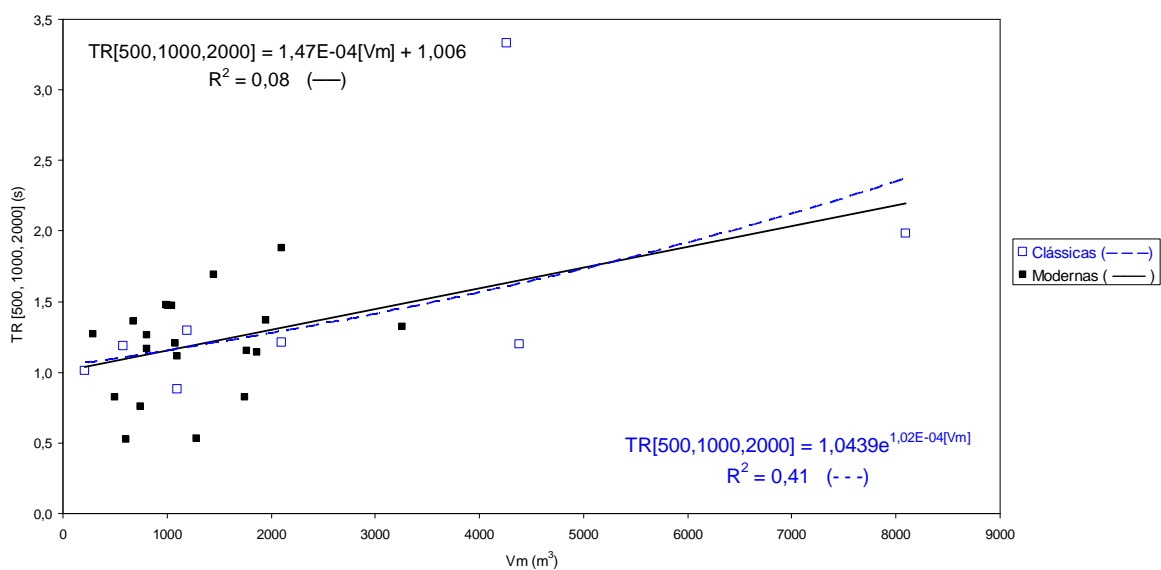


Figura 5.29 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[500, 1000, 2000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m<sup>3</sup>), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

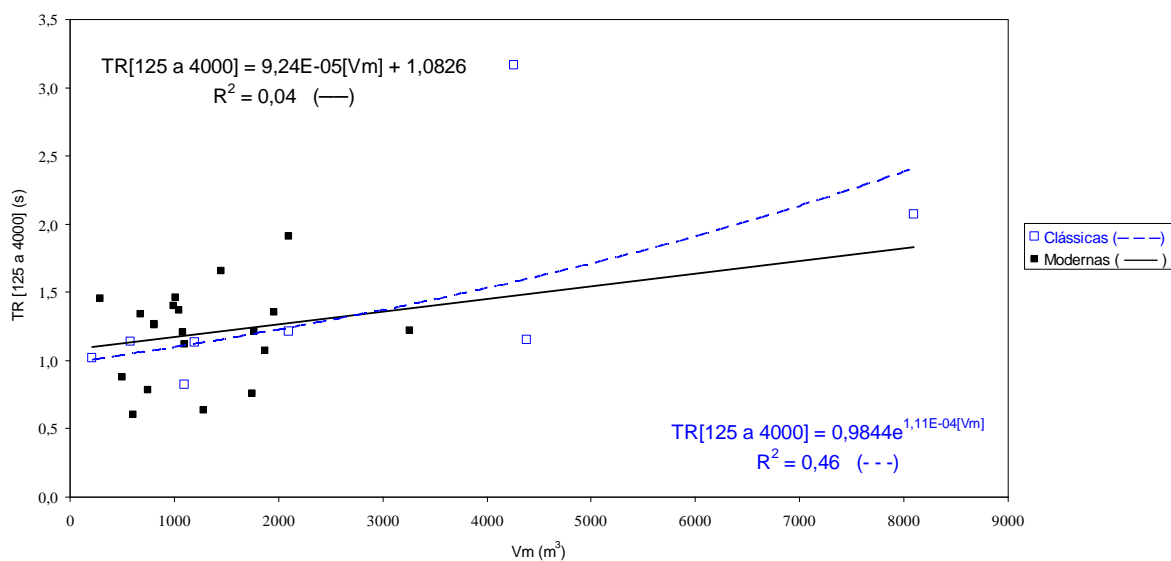


Figura 5.30 – Melhor correlação entre os valores médios do TR[125 a 4000] e os do parâmetro arquitectónico Volume médio Vm (m<sup>3</sup>), comparando as bibliotecas “Clássicas” e “Modernas” estudadas.

Da análise efectuada para os parâmetros acústicos e arquitectónicos, distinguindo as salas de leitura das bibliotecas entre “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que existem agora melhores correlações que quando se considerou a totalidade das bibliotecas.

Considerando os modelos apresentados e atendendo aos valores de R<sup>2</sup> obtidos, observou-se que para o grupo das bibliotecas “Clássicas” 41% da variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI é justificado pela Largura (Lm) e 32% pelo Volume (Vm).

No grupo das bibliotecas “Modernas” verificou-se que 23% da variabilidade dos valores obtidos para o RASTI é justificado pela Altura (Hm) ou 10% pelo Comprimento (Cm) das salas de leitura.

Analisando também, a variabilidade para o parâmetro acústico TR médio (obtido pela média das diferentes bandas de frequência) e os parâmetros arquitectónicos, distinguindo as salas de leitura das bibliotecas entre “Clássicas” e “Modernas”, verificou-se que nas “Clássicas” 57% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000] é justificada pela Largura (Lm) e 40% pelo Volume (Vm) das salas de leitura. Para as bibliotecas “Modernas”, 32% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000] é justificada pela Altura (Hm) das salas de leitura.

No grupo das bibliotecas “Clássicas” 60% da variabilidade dos valores de TR[500, 2000] é justificada pela Largura (Lm), 43% pelo Volume (Vm) ou 15% é explicada pela Altura (Hm) das salas. Para o grupo das bibliotecas “Modernas” 37% da variabilidade dos valores de TR[500, 2000] é justificada pela Altura (Hm) das salas de leitura.

Nas bibliotecas “Clássicas” 58% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000, 2000] é justificada pela Largura (Lm) ou 41% pelo Volume (Vm) das salas. Para o grupo das bibliotecas “Modernas” 34% da variabilidade dos valores de TR[500, 1000, 2000] é justificada pela Altura (Hm) das salas de leitura.

Nas bibliotecas “Clássicas” 65% da variabilidade dos valores de TR[125 a 4000] é justificada pela Largura (Lm) ou 46% pelo Volume (Vm) das salas. Nas bibliotecas “Modernas” 33% da variabilidade dos valores de TR[125 a 4000] é justificada pela Altura (Hm) das salas de leitura.

Da observação entre os valores obtidos nas correlações, entre os pares de parâmetros acústicos e arquitectónicos, pode-se referir que para o parâmetro RASTI, no grupo das bibliotecas “Clássicas” a melhor correlação foi obtida com o parâmetro Largura (Lm) seguido do Volume (Vm), com valores de  $R^2$  de 0,41 e 0,32 respectivamente, enquanto que no grupo das bibliotecas “Modernas” se verificou que o parâmetro arquitectónico mais influente foi a Altura (Hm), seguido do Comprimento (Cm) das salas, com valores de  $R^2$  de 0,23 e 0,10 respectivamente.

Da análise aos valores obtidos entre o parâmetro acústico TR médio nas várias frequências, com os parâmetros arquitectónicos, observou-se que no grupo das bibliotecas “Clássicas”, a melhor correlação obtida foi entre a Largura (Lm) e o TR[125 a 4000], apresentando o  $R^2$  o valor de 0,65, seguido do TR[500, 2000] com o valor  $R^2$  de 0,60. Salienta-se ainda que, nos parâmetros médios TR[500, 1000, 2000] e TR[500, 1000] obtiveram-se, ainda relativamente à Largura (Lm) valores de  $R^2$  de 0,58 e 0,57 respectivamente. Para o grupo das bibliotecas “Modernas”, a melhor correlação obtida foi com a Altura (Hm) e o TR[500, 2000], apresentando o  $R^2$  o valor de 0,37, seguido do parâmetro TR[500, 1000, 2000] com o valor  $R^2$  de 0,34. De referir ainda que a correlação entre a Altura (Hm) e o parâmetro acústico médio TR[125 a 4000] apresentou o valor de  $R^2$  de 0,33.

Deve referir-se as expressões gráficas obtidas para as bibliotecas “Modernas”, parecem ter crescimentos de TR mais importantes com a Altura (Hm) que as bibliotecas “Clássicas”. Esta variação poderá resultar da diminuição da absorção sonora localizada nessa dimensão, provocando um aumento da reverberação mais significativo com um acréscimo da altura. Contudo quando se observam as expressões gráficas relativamente ao volume verificamos que elas são praticamente coincidentes, o que parece lógico pois, para o volume contribuem todas as dimensões.



# 6

## ANÁLISE A DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

### 6.1. PARÂMETROS E DISPOSIÇÕES REGULAMENTARES

Neste capítulo, efectua-se uma análise aos valores obtidos para os parâmetros acústicos estudados nas salas de leitura das bibliotecas e comparam-se, com as recomendações e disposições regulamentares em especial, aquelas em vigor à data da sua construção, nomeadamente o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio. [51]

As salas de leitura das bibliotecas, estão integradas em espaços adjacentes a outros compartimentos do edifício que têm diferentes utilizações e que necessitam de estar adaptados aos requisitos funcionais específicos de cada local, quer se trate de uma construção de raiz ou de um edifício adaptado às novas funções.

O Instituto Português do Livro e das Bibliotecas (I.P.L.B.), entidade que apoia a construção das bibliotecas municipais, elaborou um documento (Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002) [52], de forma semelhante ao texto regulamentar em vigor (R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio) onde estabelecia com algumas adaptações, os requisitos a cumprir a nível de acústica, durante as fases de projecto e construção ou adaptação dos edifícios destinados a bibliotecas municipais.

Efectuou-se uma análise comparativa dos resultados obtidos nas salas de leitura das bibliotecas estudadas e compararam-se com os requisitos regulamentares estabelecidos no Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio.

A regulamentação em vigor à data da construção das bibliotecas mais modernas, estabelecia várias exigências para as bibliotecas integradas em edifícios escolares, mas para o presente trabalho e em função dos parâmetros acústicos avaliados, interessa os descritores que mais condicionam o ambiente acústico interior destes espaços, que são o tempo de reverberação e o ruído particular emitido pelos equipamentos comuns do edifício.

Assim, os parâmetros acústicos utilizados para esta verificação foram, o tempo de reverberação TR e o nível de avaliação LAr relativo ao ruído emitido pelo funcionamento dos equipamentos centrais de climatização existentes nas salas de leitura. Avaliou-se também o conforto no interior das salas de leitura das bibliotecas, utilizando os espectros do ruído dos equipamentos de climatização em bandas de oitava e compararam-se esses espectros com as curvas de incomodidade, “*noise rating*” (NR) e “*noise criteria*” (NC), para avaliar o conforto interior desses locais com os valores recomendados.

## 6.2. ANÁLISE AO RUÍDO NO INTERIOR (AVAC)

Todo o espaço que é concebido para o exercício de actividades de leitura, de estudo ou outras que requeiram concentração e sossego, fica quase completamente inutilizado, se os equipamentos comuns instalados no edifício forem ruidosos, condicionando o local e perturbando o desempenho daqueles que o ocupam.

O ruído particular emitido pelos equipamentos comuns do edifício, fica caracterizado através do parâmetro LAr em dB, por um descritor acústico energético designado de nível de avaliação, que se pode definir como sendo o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado para o filtro A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado das componentes tonais ( $K1 = 3$  dB) e/ou impulsivas ( $K2 = 3$  dB) caso existam, adoptando-se a metodologia definida no Regime Legal da Poluição Sonora, aprovado pelo Decreto-Lei n.º 292/2000 de 14 de Novembro. [53]

Assim o artigo 7.º, n.º 1, alínea f) do R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002, refere que os equipamentos comuns do edifício, devem cumprir os requisitos estabelecidos no quadro IV, onde se indica que o nível de avaliação, para os equipamentos comuns do edifício, que tenham um funcionamento contínuo é de  $LAr \leq 33$  dB e para os que tenham um funcionamento intermitente, está referido que o valor do nível de avaliação é de  $LAr \leq 38$  dB.

É importante referir que no documento elaborado pelo I.P.L.B. (Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002), para o compartimento destinado à secção de adultos (sala de leitura) no ponto 3-2. v) recomenda, que para os equipamentos comuns do edifício, o nível de avaliação  $LAr \leq 30$  dB, não especificando nada quanto ao funcionamento do equipamentos ser contínuo ou intermitente.

A análise deste trabalho, incluíram-se as salas de leitura de todas as bibliotecas que dispunham de equipamentos centrais de climatização, ou seja vinte no total. O grupo das bibliotecas designadas de “Clássicas”, tem uma época de construção muito anterior ao grupo das bibliotecas “Modernas”. Só três das bibliotecas, aqui designadas de “Clássicas”, têm equipamentos centrais de climatização, que são a Biblioteca Nacional de Portugal, Biblioteca Pública de Braga e a Biblioteca Municipal Pública do Porto. Embora sejam em número reduzido, mesmo assim, entendeu-se ser de interesse comparar as bibliotecas “Clássicas” às mesmas exigências que as bibliotecas “Modernas”.

Para esta verificação, utilizaram-se os valores médios obtidos do parâmetro LAeq(AVAC) em dB, referentes ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização, de cada sala de leitura.

Seguiram-se todos os procedimentos normativos da EN ISO 16032:2004, [55] e efectuaram-se as correcções relativas ao ruído de fundo, avaliado em cada sala de leitura. Aplicaram-se sempre as recomendações regulamentares e não foi observado em nenhum caso a existência de componente tonal ou impulsiva, considerando-se para todas as avaliações essa constante igual a zero ( $K1 = K2 = 0$ ).

Apresentam-se no quadro 6.1, os valores médios do nível de avaliação, relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização em cada biblioteca, expressos através do parâmetro LAr(AVAC) em dB. Efectuou-se também a verificação relativamente aos valores recomendados na legislação, indicando para cada caso, se o valor calculado para cada sala de leitura, cumpre ou não cumpre o valor regulamentar. Está também indicado o valor corrigido devido ao factor de incerteza I ( $= 3$  dB(A)), indicado no artigo 7.º, n.º 5, alínea iii), do R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002. Para esta análise, interessa também comparar os valores reais face aos recomendados regulamentarmente. São os valores reais avaliados, que efectivamente estão instalados nesses locais e que realmente condicionam o conforto acústico, dos utilizadores desses espaços de leitura.

Quadro 6.1 – Valores obtidos em cada biblioteca para o nível de avaliação LAr(AVAC) em dB, relativos ao funcionamento dos equipamentos (sem e com o factor I) e comparação com os valores regulamentares.

BIBLIOTECA	Código	Parâmetros			
		LAr(AVAC) dB Medido	LAr(AVAC) – I (=3) dB	Condição LAr ≤ 38 dB (func. intermitente) (Cf. R.R.A.E. 2002)	Condição LAr ≤ 33 dB (func. contínuo) (Cf. R.R.A.E. 2002)
M. de Almeida Garrett do Palácio da Ajuda	PG	35	32	Cumpre	Cumpre
Municipal de Alverca do Ribatejo	LA	na		-	-
M. Central - Palácio Galveias	AL	42	39	Não cumprem	Não cumpre
Geral da Universidade de Coimbra	LC	na		-	-
Nacional de Portugal	CG	na		-	-
Pública de Braga	LN	47	44	Não cumpre	Não cumpre
M. de Campo Maior	BP	46	43	Não cumpre	Não cumpre
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CM	56	53	Não cumpre	Não cumpre
Pública de Évora	CV	57	54	Não cumpre	Não cumpre
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	EV	na		-	-
M. Simões de Almeida (tio)	FE	44	41	Não cumpre	Não cumpre
M. de Gondomar	FV	43	40	Não cumpre	Não cumpre
Joanina	GO	40	37	Cumpre	Não cumpre
M. Florbela Espanca	CJ	na		-	-
M. de Monforte	MA	38	35	Cumpre	Não cumpre
M. Ferreira de Castro	MO	na		-	-
M. de Oliveira do Bairro	OA	35	32	Cumpre	Cumpre
M. Pública do Porto	OB	na		-	-
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	PM	45	42	Não cumpre	Não cumpre
M. de Sesimbra	SC	43	40	Não cumpre	Não cumpre
M. Professor Joaquim Pires de Lima	SE	38	35	Cumpre	Não cumpre
M. de Viana do Castelo	ST	38	35	Cumpre	Não cumpre
M. José Régio	VA	36	33	Cumpre	Cumpre
M. de Santa Maria da Feira	VC	na		-	-
M. D. Miguel da Silva	SF	48	45	Não cumpre	Não cumpre
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VI	40	37	Cumpre	Não cumpre
M. Dr. Júlio Teixeira	VG	38	35	Cumpre	Não cumpre
	VR	34	31	Cumpre	Cumpre
Valor médio total		42	39	50% Não cumprem	80% Não cumprem

M. – Municipal; na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

Para melhor visualização, representam-se na figura 6.1 os valores para o nível de avaliação LAr(AVAC), relativos aos equipamentos centrais de climatização, distinguindo as bibliotecas “Clássicas” das “Modernas” e apresentam-se também os valores médios obtidos nesse dois grupos. Estão também indicados, os valores recomendados regulamentarmente para os equipamentos comuns, quer tenham um funcionamento intermitente ou tenham um funcionamento contínuo.

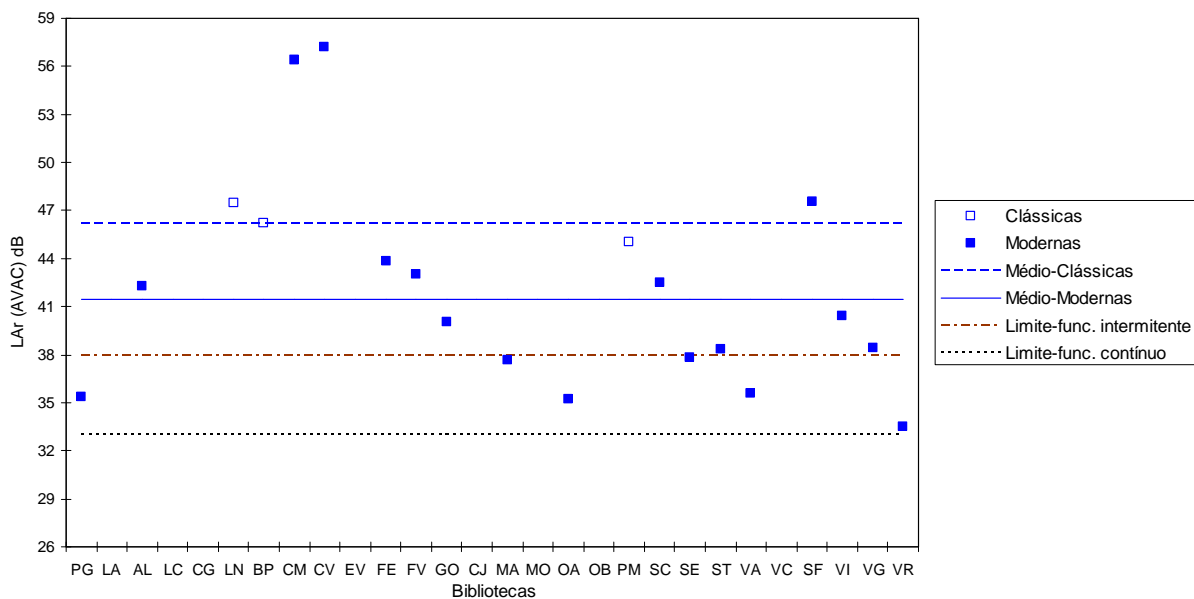


Figura 6.1 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro LAr(AVAC) referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como os valores regulamentares (R.R.A.E. 2002).

Da análise aos valores obtidos (sem o factor  $I(=3)$ ), relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização (AVAC), referentes ao parâmetro nível de avaliação LAr(AVAC) em dB, verificou-se que 60% das bibliotecas, apresentavam valores superiores ao que era estipulado, para equipamentos com funcionamento intermitente, o que corresponde a 12 salas de leitura. Nas restantes os equipamentos instalados, apresentavam valores de nível de avaliação LAr(AVAC) entre 33 dB e 38 dB. Observou-se também que o valor médio obtido no grupo das bibliotecas “Clássicas” para o nível de avaliação, foi de LAr(AVAC) de 46 dB, enquanto que para o grupo das bibliotecas “Modernas” o valor médio obtido foi de 42 dB. Das salas de leitura avaliadas, aquelas que apresentaram o valor do nível de avaliação LAr(AVAC) mais elevado, verificaram-se nas Bibliotecas Municipais de Campo Maior e Manuel da Fonseca em Castro Verde, com o valor do nível de avaliação LAr(AVAC) entre 56 e 57 dB.

Efectuando-se uma análise global, verificou-se que em nenhum caso, o ruído emitido pelo funcionamento dos equipamentos instalados nas salas de leitura das bibliotecas, avaliado pelo parâmetro nível de avaliação LAr(AVAC) em dB (sem o factor  $I(=3)$ ), apresentou um valor inferior a 33 dB(A), o que correspondente ao limite legal para o funcionamento contínuo dos sistemas.

### - Aplicação do factor de incerteza I

Efectuando agora uma análise ao facto de se adoptar o benefício dado regulamentarmente pelo factor de incerteza  $I (= 3 \text{ dB(A)})$ , indicado no artigo 7.º, n.º 5, alínea iii), do R.R.A.E., que refere que ao valor obtido do nível de avaliação deve ser diminuído do factor  $I (= 3 \text{ dB(A)})$ , mesmo nesse caso só 20% (ou seja quatro salas de leitura), cumpririam os requisitos regulamentares, considerando o funcionamento contínuo dos equipamentos, o que aliás representa a situação real desses equipamentos, quer estejam só a ventilar quer estejam a refrigerar/aquecer. Para a situação alternativa de os equipamentos centrais de climatização (AVAC) terem um funcionamento intermitente verificou-se

que 50% das salas de leitura das bibliotecas estudadas apresentavam um valor do nível de avaliação  $L_{Ar} \leq 38$  dB.

Salienta-se que em nenhuma situação avaliada, se verificou o valor referente ao nível de avaliação  $L_{Ar} \leq 30$  dB, conforme indicado no ponto 3-2. v) do documento elaborado pelo I.P.L.B. (Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002), para a secção de adultos (sala de leitura).

### ***Breve reflexão sobre o novo Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E. Decreto-Lei n.º 96/2008.***

O Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio foi revisto e republicado pelo Decreto-Lei n.º 96/2008. Este “novo” regulamento além de alargar o âmbito da sua aplicação a auditórios salas de espectáculos, entre outros, introduz também actualizações aos parâmetros de desempenho acústico dos edifícios e também aos descritores de ruído relativos aos equipamentos e instalações.

Da análise ao R.R.A.E. (Decreto-Lei n.º 96/2008) observaram-se alterações relativas à avaliação do ruído particular de equipamentos colectivos do edifício, tais como ascensores, sistemas centralizados de ventilação entre outros. Assim o artigo 2.º, alínea e), define o nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}$  em dB como sendo o nível sonoro contínuo equivalente, ponderado para o filtro A, durante um intervalo de tempo especificado, adicionado da correcção devida às características tonais do ruído, K, (não considera a componente impulsiva) e corrigido da influência das condições de reverberação do compartimento receptor, segundo a expressão:  $L_{Ar,nT} = L_A + K - 10 \cdot \log(T/T_0)$  em dB, onde  $L_A$  é o nível sonoro contínuo equivalente durante um intervalo de tempo especificado, T é o tempo de reverberação do compartimento receptor em segundos,  $T_0$  é o tempo de reverberação de referência em segundos, para compartimentos de habitação ou com dimensões comparáveis, considera-se  $T_0 = 0,5$  s.

Ora o “novo” R.R.A.E. Decreto-Lei n.º 96/2008, no artigo 7.º, n.º 1, alínea f) refere que o ruído particular dos equipamentos do edifício, devem cumprir os requisitos estabelecidos no quadro IV, onde se indica que o nível de avaliação padronizado,  $L_{Ar,nT} \leq 35$  dB (se o funcionamento do equipamento for intermitente),  $L_{Ar,nT} \leq 30$  dB (se o funcionamento do equipamento for contínuo).

Esta alteração merece uma reflexão pois o “novo” R.R.A.E. (Decreto-Lei n.º 96/2008) introduz alterações aos valores limite para as bibliotecas, assim como ao parâmetro de avaliação do ruído particular dos equipamentos comuns, designado agora de nível de avaliação padronizado,  $L_{Ar,nT}$ .

Pretende-se deixar uma nota prática sobre esta alteração, pois o que se verificou foi que o valor limite permitido para os equipamentos centrais de climatização, foi diminuído de 3 dB(A) para ambas as situações de funcionamento; deixou de ser considerada a componente impulsiva (K) e o valor do nível sonoro medido passou a ser corrigido (padronizado) do tempo de reverberação do local receptor (considerando sempre  $T_0 = 0,5$  s).

A grande alteração verificada foi a diminuição dos limites em 3 dB(A) e a introdução do factor correctivo  $10 \cdot \log(T/T_0)$ , em função do tempo de reverberação T, do local receptor (sendo  $T_0 = 0,5$  s), conforme já referido. Assim com o objectivo de verificar, se estas alterações provocariam grandes variações nos valores medidos nas salas de leitura das bibliotecas estudadas, efectuou-se um cálculo, a título exclusivamente exemplificativo, utilizando os valores médios do tempo de reverberação, para as bandas de frequência de oitava das salas de leitura, referentes ao grupo das bibliotecas “Modernas”. Salienta-se que é a título meramente exemplificativo e considerando que o tempo de reverberação é sempre igual em todas as bandas de frequência.

Da análise aos valores obtidos para o tempo de reverberação médio, no grupo das bibliotecas “Modernas”, avaliado em bandas de frequência de oitava, verificou-se que o valor é de aproximadamente 1,2 s, quase praticamente constante em todas as bandas de frequências. Calculando agora o valor do factor correctivo referente ao tempo de reverberação, utilizando a expressão  $10 \cdot \text{Log}(T/T_0)$ , obtêm-se que:  $10 \text{ Log}(1,2/0,5) = 3,8 \text{ dB(A)}$ . Este factor correctivo foi calculada a título exemplificativo e considerando, que o tempo de reverberação é sempre igual em todas as bandas de frequência, caso contrário deve calcular-se para cada valor do tempo de reverberação obtido em bandas de frequência de oitava respectiva.

Ora o nível de avaliação padronizado,  $L_{Ar,nT} = LA + K - 10 \cdot \text{Log}(T/T_0)$ , é obtido adicionando ao valor do nível sonoro medido no local, a correcção da componente tonal K, caso exista, (já não se considera a componente impulsiva) e subtraindo o valor calculado do factor correctivo referente ao tempo de reverberação do local, que para este exemplo corresponde a 3,8 dB(A).

Assim podemos concluir que, caso se efectuasse a comparação dos resultados obtidos nas salas de leitura das bibliotecas, para os equipamentos centrais de climatização, à luz do “novo” R.R.A.E. Decreto-Lei n.º 96/2008, não haveriam grandes alterações nos resultados, assim como nas conclusões finais. Ora se por um lado, os valores dos limites permitidos para o ruído particular dos equipamentos comuns foram reduzidos em 3 dB(A), independentemente do tipo de funcionamento dos equipamentos (contínuo ou intermitente), por outro lado, a introdução do factor correctivo relativo ao tempo de reverberação do local, geralmente e em termos médios compensa quase sempre, essa redução de 3 dB(A), pois no presente exemplo, até reduziria o valor do nível sonoro medido no local em 3,8 dB(A), admitindo sempre que não existia componente tonal e conforme já referido, que o tempo de reverberação é sempre igual em todas as bandas de frequência.

De forma a completar esta análise, determinou-se o nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  em dB, segundo as recomendações da norma EN ISO 16032:2004, [55], considerando os valores médios do tempo de reverberação obtidos em cada biblioteca. Apresentam-se no quadro 6.2, os valores médios do nível de avaliação padronizado, relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização em cada biblioteca, expressos através do parâmetro  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  em dB. Efectuou-se também a verificação, relativamente aos valores recomendados na legislação, indicando para cada caso, se o valor calculado para cada sala de leitura cumpre ou não cumpre o valor regulamentar. Está também indicado o valor corrigido devido ao factor de incerteza I (= 3 dB(A)), indicado no artigo 8.º, n.º 5, alínea c), do R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 96/2008.

Quadro 6.2 – Valores obtidos em cada biblioteca para o nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  em dB, relativos ao funcionamento dos equipamentos (sem e com o factor I) e comparação com os valores regulamentares.

BIBLIOTECA	Código	Parâmetros			
		$L_{Ar,nT}(AVAC)$ dB Medido	$L_{Ar,nT}(AVAC)-I$ (=3) dB	Condição $L_{Ar,nT} \leq 35$ dB (func. intermitente) (Cf. R.R.A.E. 2008)	Condição $L_{Ar,nT} \leq 30$ dB (func. contínuo) (Cf. R.R.A.E. 2008)
M. de Almeida Garrett	PG	31	28	Cumpre	Cumpre
do Palácio da Ajuda	LA	na	-	-	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	42	39	Não cumpre	Não cumpre
M. Central - Palácio Galveias	LC	na	-	-	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	na	-	-	-
Nacional de Portugal	LN	41	38	Não cumpre	Não cumpre
Pública de Braga	BP	43	40	Não cumpre	Não cumpre
M. de Campo Maior	CM	52	49	Não cumpre	Não cumpre
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	55	52	Não cumpre	Não cumpre
Pública de Évora	EV	na	-	-	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	40	37	Não cumpre	Não cumpre
M. Simões de Almeida (tio)	FV	41	38	Não cumpre	Não cumpre
M. de Gondomar	GO	35	32	Cumpre	Não cumpre
Joanina	CJ	na	-	-	-
M. Florbela Espanca	MA	34	31	Cumpre	Não cumpre
M. de Monforte	MO	na	-	-	-
M. Ferreira de Castro	OA	31	28	Cumpre	Cumpre
M. de Oliveira do Bairro	OB	na	-	-	-
M. Pública do Porto	PM	41	38	Não cumpre	Não cumpre
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	39	36	Não cumpre	Não cumpre
M. de Sesimbra	SE	33	30	Cumpre	Cumpre
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	34	31	Cumpre	Não cumpre
M. de Viana do Castelo	VA	32	29	Cumpre	Cumpre
M. José Régio	VC	na	-	-	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	42	39	Não cumpre	Não cumpre
M. D. Miguel da Silva	VI	35	32	Cumpre	Não cumpre
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	38	35	Cumpre	Não cumpre
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	33	30	Cumpre	Cumpre
Valor médio total		39	36	50% Não cumprem	75% Não cumprem

M. – Municipal; na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

Para melhor visualização, representam-se na figura 6.2, os valores obtidos (sem o factor  $I(=3)$ ), para o nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  em dB, relativos aos equipamentos centrais de climatização, distinguindo as bibliotecas “Clássicas” das “Modernas” e apresentam-se também os valores médios obtidos nesse dois grupos. Estão também indicados, os valores recomendados regulamentarmente para os equipamentos comuns, quer tenham um funcionamento intermitente ou tenham um funcionamento contínuo.

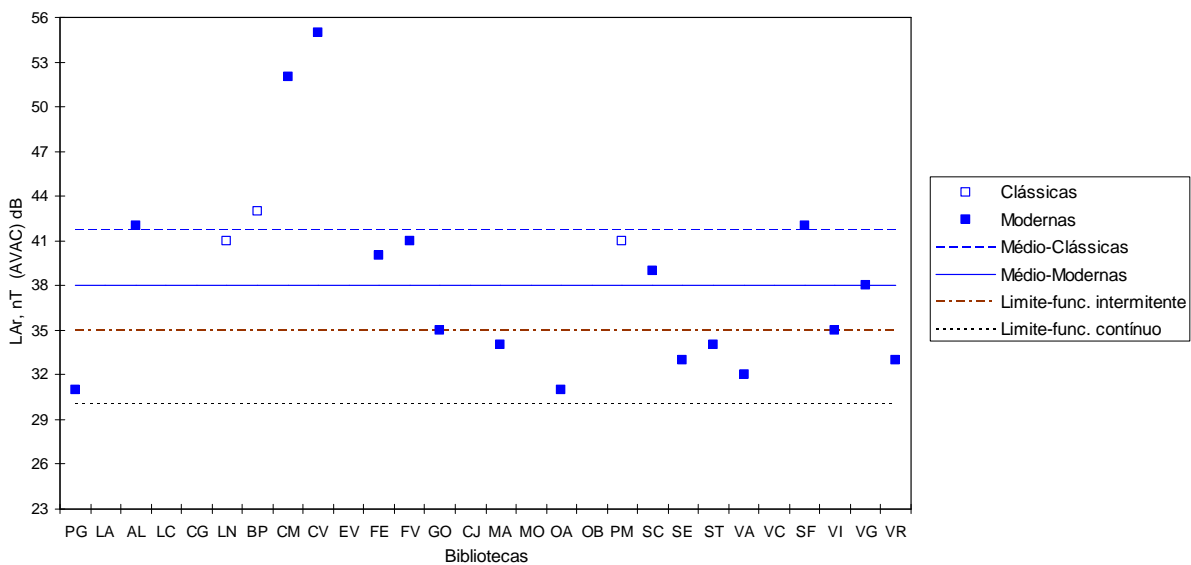


Figura 6.2 – Valores médios obtidos em cada biblioteca para o parâmetro  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  referentes aos equipamentos centrais de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como os valores regulamentares (R.R.A.E. 2008).

Da análise aos valores obtidos (sem o factor  $I(=3)$ ), relativos ao funcionamento dos equipamentos centrais de climatização (AVAC), referentes ao parâmetro nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  em dB, verificou-se que 55% das bibliotecas, apresentavam valores superiores ao que era estipulado, para equipamentos com funcionamento intermitente, o que corresponde a 11 salas de leitura. Observou-se também que o valor médio obtido no grupo das bibliotecas “Clássicas” para o nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  foi de 42 dB, enquanto que para o grupo das bibliotecas “Modernas” o valor médio obtido foi de 38 dB.

Efectuando-se a comparação dos valores do nível de avaliação padronizado  $L_{Ar,nT}(AVAC)$  diminuído do factor  $I(=3)$  e comparando agora os resultados com os valores regulamentares (R.R.A.E. 2008), verificou-se que 50% das bibliotecas apresentavam valores inferiores ou iguais ao exigido, considerando o funcionamento intermitente, o que corresponde a 10 salas de leitura e que só 25% das bibliotecas, apresentavam valores inferiores ou iguais ao exigido, considerando o funcionamento contínuo dos equipamentos de climatização. Observa-se então que, os resultados agora obtidos são semelhantes, se comparados com o anterior regulamento (R.R.A.E. 2002), embora os valores dos limites permitidos tenham sido reduzidos em 3 dB(A). A introdução do factor correctivo relativo ao tempo de reverberação do local geralmente compensa, quase sempre, essa redução de 3 dB(A).

### 6.3. ANÁLISE AO TEMPO DE REVERBERAÇÃO

O tempo de reverberação está directamente relacionado, com as características geométricas do local e com os materiais que revestem o espaço interior. Qualquer recinto concebido para actividades de investigação, estudo ou leitura, fica desadequado, se o tempo de reverberação do local não for o ideal para o exercício dessas actividades. O tempo de reverberação é pois um importante parâmetro acústico, que determina só por si, a qualidade acústica de um determinado espaço.

O tempo de reverberação regulamentar está exposto no artigo 7.º, n.º 1, alínea d) do Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio, onde refere que no interior dos locais que constam do quadro III, (bibliotecas, salas de aula, salas polivalentes, refeitórios e ginásios), o tempo reverberação, T, correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências de 500 Hz, 1000 Hz e 2000 Hz, deve satisfazer a condição:  $T_{[500,1000,2000]} \leq 0,15 * V^{(1/3)}$  (s), onde V é o volume interior do espaço em análise (em m<sup>3</sup>). Refira-se que o “novo” regulamento, Decreto-Lei n.º 96/2008, não efectuou nenhuma alteração nesta matéria, mantendo os locais assim como a condição a satisfazer para o tempo de reverberação.

De salientar que, no documento elaborado pelo I.P.L.B. (Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002), para o compartimento destinado à secção de adultos (sala de leitura) no ponto 3-2., nada é indicado para o tempo de reverberação nestes locais, fazendo sim uma exigência ao tempo de reverberação que deve ser cumprido, mas só para a sala polivalente da biblioteca.

A análise deste trabalho, incluíram-se as salas de leitura de todas as bibliotecas, ou seja, vinte e oito. O grupo das bibliotecas designadas de “Clássicas”, tem uma época de construção muito anterior ao grupo das bibliotecas “Modernas” e não estavam condicionadas pelas exigências regulamentares das actuais bibliotecas. São só oito as salas de leitura pertencentes ao grupo das bibliotecas ditas “Clássicas”. Embora em número reduzido, mesmo assim, entendeu-se ser de interesse comparar as bibliotecas “Clássicas”, às mesmas exigências que as bibliotecas “Modernas”.

Para esta verificação, utilizaram-se os valores médios obtidos do parâmetro TR[500, 1000, 2000] (s), de cada sala de leitura e aplicaram-se sempre as recomendações regulamentares.

Apresentam-se no quadro 6.3, os valores médios calculados do tempo de reverberação, de cada sala de leitura das bibliotecas estudadas, expressos através do parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] (s), indicando-se em cada caso se os valores obtidos são inferiores, iguais ou superiores ao valor regulamentar, indicando-se a correcção do factor de incerteza I (= 0,25% do limite regulamentar), indicado no artigo 7.º, n.º 5, alínea iv), do R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002. Calcularam-se também os valores máximos do tempo de reverberação médio permitido na legislação, para cada sala de leitura, em função do seu volume. Para esta análise, interessou comparar os valores reais face aos recomendados regulamentarmente, pois são os valores reais que efectivamente estão instalados nesses locais e que realmente condicionam o conforto acústico dos utilizadores desses espaços de leitura.

Quadro 6.3 – Valores em cada biblioteca, para o parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] (s), relativo a média das bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz (sem e com o factor I) e comparação com os valores máximos regulamentares.

BIBLIOTECA	Código	TR[500,1000,2000] (s)				
		Medido (sem factor I)		TR – I (I= 0,25·Treg.)		TR = 0,15·V <sup>(1/3)</sup> (Cf. R.R.A.E. 2002)
M. de Almeida Garrett	PG	1,3	Inferior	0,8	Inferior	2,2
do Palácio da Ajuda	LA	0,9	Inferior	0,5	Inferior	1,5
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	0,5	Inferior	0,2	Inferior	1,3
M. Central - Palácio Galveias	LC	1,2	Inferior	0,9	Inferior	1,3
Geral da Universidade de Coimbra	CG	3,3	Superior	2,7	Superior	2,4
Nacional de Portugal	LN	2,0	Inferior	1,2	Inferior	3,0
Pública de Braga	BP	1,0	Superior	0,8	Inferior	0,9
M. de Campo Maior	CM	1,4	Superior	1,0	Inferior	1,3
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	0,8	Inferior	0,4	Inferior	1,4
Pública de Évora	EV	1,3	Inferior	0,9	Inferior	1,6
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	1,2	Inferior	0,7	Inferior	1,8
M. Simões de Almeida (tio)	FV	0,8	Inferior	0,5	Inferior	1,2
M. de Gondomar	GO	1,8	Superior	1,1	Inferior	1,5
Joanina	CJ	1,2	Inferior	0,6	Inferior	2,5
M. Florbela Espanca	MA	1,1	Inferior	0,7	Inferior	1,8
M. de Monforte	MO	1,3	Inferior	0,9	Inferior	1,4
M. Ferreira de Castro	OA	1,4	Inferior	0,9	Inferior	1,9
M. de Oliveira do Bairro	OB	1,3	Superior	1,0	Igual	1,0
M. Pública do Porto	PM	1,2	Inferior	0,7	Inferior	1,9
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	1,2	Inferior	0,8	Inferior	1,4
M. de Sesimbra	SE	1,5	Igual	1,1	Inferior	1,5
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	1,5	Igual	1,1	Inferior	1,5
M. de Viana do Castelo	VA	1,2	Inferior	0,8	Inferior	1,5
M. José Régio	VC	1,1	Inferior	0,7	Inferior	1,5
M. de Santa Maria da Feira	SF	1,9	Igual	1,4	Inferior	1,9
M. D. Miguel da Silva	VI	1,2	Inferior	1,3	Inferior	1,7
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	0,5	Inferior	0,1	Inferior	1,6
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	0,8	Inferior	0,4	Inferior	1,8

M. - Municipal.

Para melhor visualização, ordenaram-se as salas de leitura das bibliotecas por ordem crescente do seu volume. Assim representam-se na figura 6.3 os valores para o parâmetro TR[500, 1000, 2000], distinguindo as salas de leitura das bibliotecas “Clássicas” das “Modernas”. Estão também indicados pelas linhas a tracejado, os valores dos tempos de reverberação máximos (em função do volume) permitidos regulamentarmente, em cada sala (sem o factor I).

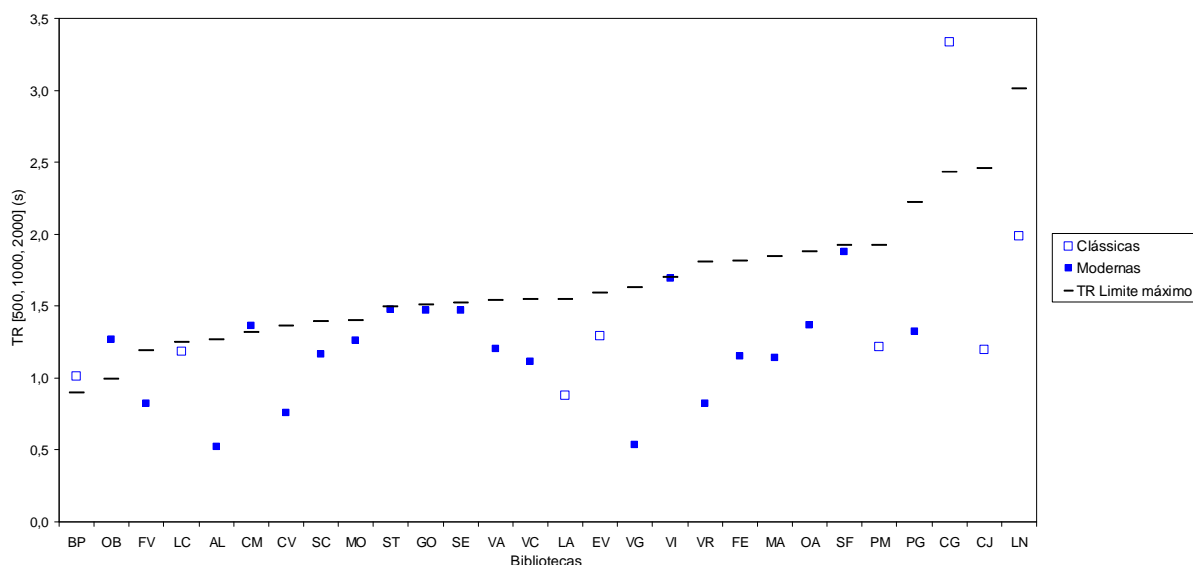


Figura 6.3 – Valores médios obtidos em cada biblioteca estudada para o parâmetro acústico médio TR[500, 1000, 2000] comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas” (sem o factor I). As linhas a tracejado representam o parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E. 2002).

Da análise aos valores obtidos, para o parâmetro TR[500, 1000, 2000], verificou-se que só 14% das salas de leitura de todas as bibliotecas estudadas, apresentavam um tempo de reverberação médio superior ao limite regulamentar (duas salas de leitura pertencem ao grupo das bibliotecas “Clássicas” e as outras duas salas ao grupo das bibliotecas “Modernas”). Da observação gráfica é notório que globalmente, quase todas as salas de leitura apresentam valores do tempo de reverberação médio dentro dos valores exigidos, à excepção de quatro, sendo a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra a única que se afasta nitidamente do valor máximo regulamentar. Contudo, é de salientar que a análise foi efectuada sem a aplicação do factor de incerteza I (= 0,25% do limite regulamentar).

#### - Aplicação do factor de incerteza I

Deve referir-se agora que, aplicando-se ao valor medido a correcção do factor de incerteza I (= 0,25% do limite regulamentar), conforme indicado no artigo 7.º, n.º 5, alínea iv), do R.R.A.E. de 2002 (e R.R.A.E. de 2008), que refere que ao valor obtido do tempo de reverberação deve ser diminuído do factor I (= 0,25% do limite regulamentar), quase todas (99%) cumpririam os requisitos regulamentares, sendo a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, a única que não respeitaria o limite regulamentar.

Contudo esta situação merece uma análise mais profunda pois o regulamento determina que o tempo de reverberação de qualquer espaço é uma função do seu volume, não estabelecendo restrições ao volume. Ora esta metodologia não é adequada para o caso das bibliotecas, pois existem espaços com grandes volumes para os quais a regulamentação actual não estabelece restrições, permitindo que se verifiquem tempos de reverberação elevados e até completamente desadequados à função do local. A expressão adoptada, que é uma função da raiz cúbica do volume, cresce muito rapidamente consoante aumenta o volume do local e não tem restrições ao seu domínio de aplicação.

O regulamento entende infelizmente que é adequado, um tempo de reverberação regulamentar de 2,4 s, como por exemplo se verificou na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, com um volume de cerca de 4200 m<sup>3</sup>, isto sem acrescentar o valor da incerteza I (= 0,25% do limite regulamentar) pois,

neste caso, seria permitido no local, um valor medido do tempo de reverberação de aproximadamente 3,0 s. O mesmo acontece com a Biblioteca Nacional de Portugal que tem um volume de mais de 8000 m<sup>3</sup> e que, à luz do regulamento pode ter um tempo de reverberação superior a 3,0 s, o qual inviabilizaria completamente a utilização daquele espaço de leitura. Deve salientar-se que, tempo de reverberação médio verificado na Biblioteca Nacional de Portugal foi de aproximadamente 2 s, devido aos cuidados existentes aquando da sua construção, pois foram colocados elementos absorventes sonoros (placas de aglomerado de cortiça) em zonas localizadas, ao nível dos corredores laterais e no tecto.

Os locais que apresentam um tempo de reverberação médio próximo dos 2 s, já estão quase exclusivamente no domínio do aceitável para música, pelo que se pode considerar qualquer valor do tempo de reverberação superior, como inaceitável para espaços de leitura, salas de aula, estudo ou de investigação.

Na prática, o tempo de reverberação não depende unicamente do volume, pelo que havendo durante o projecto a preocupação com as condições acústicas da sala de leitura, pressupõe-se que esta poderá ser tratada com materiais absorventes sonoros, permitindo assim a obtenção de valores óptimos e adequados para o local.

Efectuou-se também uma análise à regulamentação vigente em outros países e verificou-se que existe uma maior preocupação para estes locais sendo estabelecidas exigências ao tempo de reverberação para as bibliotecas, bastante mais adequados ao fim a que se destinam. Assim, por exemplo a regulamentação Francesa de 2003, determina para as bibliotecas, salas de estudo e outros locais afins, um tempo de reverberação médio, nas bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, entre  $0,4 \leq TR_{[500,1000,2000]} \leq 0,8$  s. [56] Outro caso semelhante verifica-se no Reino Unido, onde o *Building Bulletin 93, Acoustic Design for Schools (BB93) de 2003* [57], estabelece para as bibliotecas e locais afins um tempo de reverberação médio, nas bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, de  $TR \leq 1,0$  s. Refira-se também que a norma americana *ANSI S12.60-2002, American National Standard - Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools*, [58] é mais exigente com as bibliotecas estabelecendo um tempo de reverberação médio, nas bandas de frequência dos 500 Hz aos 2000 Hz, de  $TR \leq 0,7$  s.

Importa também referir que em Portugal, até 1986 não havia regulamentação sobre os requisitos acústico dos edifícios, contudo com a publicação do Regulamento Geral sobre o Ruído, Decreto-Lei n.º 251/87, [59] quebrou-se essa importante lacuna na regulamentação. Já nessa data, se estabeleciam exigências ao nível do tempo de reverberação, a adoptar para os diversos locais, nomeadamente salas de aula, refeitórios, escritórios e ginásios, com valores muito mais restritos do que os que actualmente estão regulamentados. Por exemplo, o Decreto-Lei n.º 251/87 estabelecia que, nas salas de aula, o tempo de reverberação deveria estar compreendido nas bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz, entre  $0,8 \leq TR \leq 1,0$  s, para os ginásios entre  $1,5 \leq TR \leq 2,5$  s, para as mesmas frequências, mas sendo o tempo de reverberação sempre independente do volume do local.

Conforme já referido, o Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio foi revisto e republicado pelo “novo” R.R.A.E. Decreto-Lei n.º 96/2008. [60] Este “novo” regulamento, introduz actualizações aos parâmetros de desempenho acústico dos edifícios e também aos descritores de ruído relativos aos equipamentos e instalações e alarga o âmbito da sua aplicação, no artigo 10.º-A, n.º 1, a auditórios, salas de espectáculos, entre outros.

Mesmo assim, o “novo” R.R.A.E. de 2008, manteve infelizmente as exigências já existentes para as bibliotecas, salas de aula e salas polivalentes (inseridas em edifícios escolares, referidas no quadro III), pois continua a estabelecer que o tempo de reverberação é uma função da raiz cúbica do volume e não

tem restrições ao seu domínio de aplicação e considera, quanto ao tempo de reverberação, da mesma forma espaços tão diversos como, refeitórios, átrios, salas de espera, ginásios e escritórios entre outros.

Se bem que o “novo” R.R.A.E. de 2008, no artigo 10.º-A, n.º 1, para os auditórios, salas de conferência, salas polivalentes (existe uma incompatibilidade, pois as salas polivalentes, quando não integradas em edifícios escolares, devem cumprir as exigências do artigo 10.º-A, n.º 1) e salas de cinema, tenham sido introduzidas restrições adequadas consoante o volume dos locais, o mesmo já não aconteceu para os restantes espaços.

Assim, de acordo com o “novo” R.R.A.E. (Decreto-Lei n.º 96/2008), conforme artigo 7.º, n.º 1, alínea d), no quadro III do seu anexo, o tempo de reverberação em bibliotecas deve ser  $T_{[500,1000,2000]} \leq 0,15 * V^{(1/3)}$  (s), sendo V (m<sup>3</sup>) o volume interior do local.

Conforme já se demonstrou, o tempo de reverberação máximo regulamentar não deveria variar em função do volume, usando a expressão adoptada, pois esta cresce muito rapidamente, definindo valores do tempo de reverberação desadequados às actividades previstas para os espaços.

Apresentam-se no quadro 6.4 os valores comparativos do tempo de reverberação adequado para bibliotecas adoptados noutras regulamentações internacionais.

Quadro 6.4 – Valores do tempo de reverberação para bibliotecas utilizados noutras regulamentações internacionais.

Regulamentação	Tempo de reverberação médio - $TR_{[500,1000,2000]}$ (s)
ANSI S12.60 (2002)	$TR_{[500,1000,2000]} \leq 0,7$ s
BB93 (2003)	$TR_{[500,1000,2000]} \leq 1,0$ s
Regulamentação Francesa (2003)	$0,4 \leq TR_{[500,1000,2000]} \leq 0,8$ s

Em função do que já foi explicitado e de forma a tornar às salas de leitura e espaços afins com um tempo de reverberação adequado, consoante se verifica em outros países, sugere-se que para as bibliotecas um tempo de reverberação médio de  $TR \leq 1,0$  s, correspondente à média aritmética dos valores obtidos para as bandas de oitava centradas nas frequências dos 500 Hz aos 2000 Hz.

Apresenta-se na figura 6.4, a comparação entre os valores do tempo de reverberação estabelecido no “novo” R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 96/2008 para as bibliotecas, com os valores do tempo de reverberação agora proposto para as salas de leitura e espaços afins. Na figura 6.5, representam-se graficamente as bibliotecas ordenadas por ordem crescente do seu volume e os respectivos valores dos tempos de reverberação médios obtidos. As linhas a tracejado, representam os valores dos tempos de reverberação máximos permitidos regulamentarmente (R.R.A.E. 2008), em função do volume e ainda os valores para o tempo de reverberação agora proposto:  $T_{[500,1000,2000]} \leq 1,0$  (s).

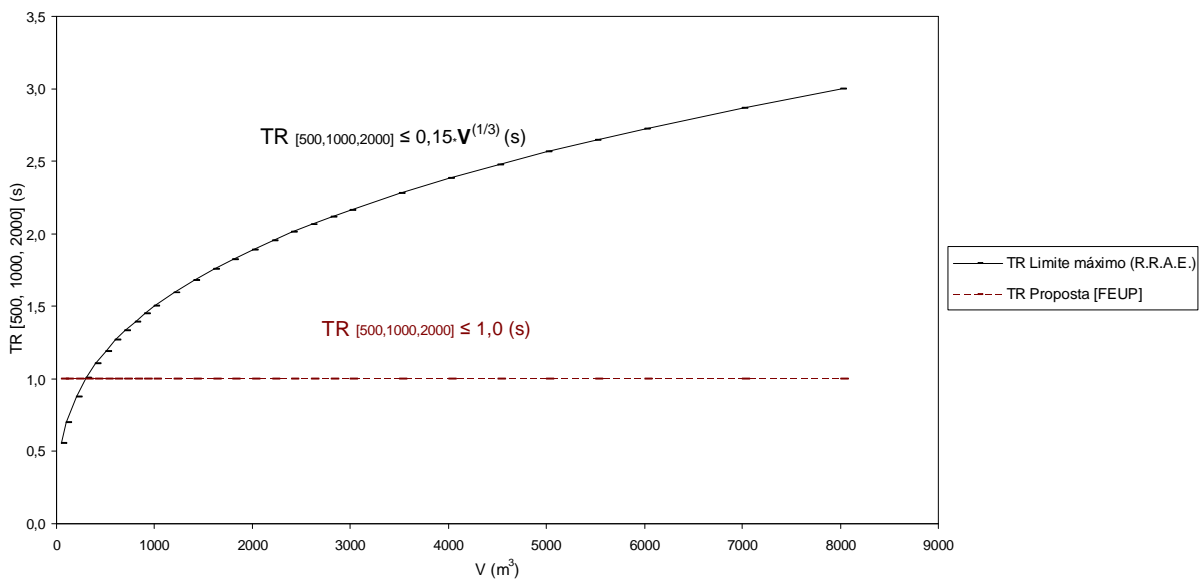


Figura 6.4 – Valores relativos ao parâmetro TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E.) comparando com os valores do parâmetro médio TR[500, 1000, 2000] proposto (“FEUP”).

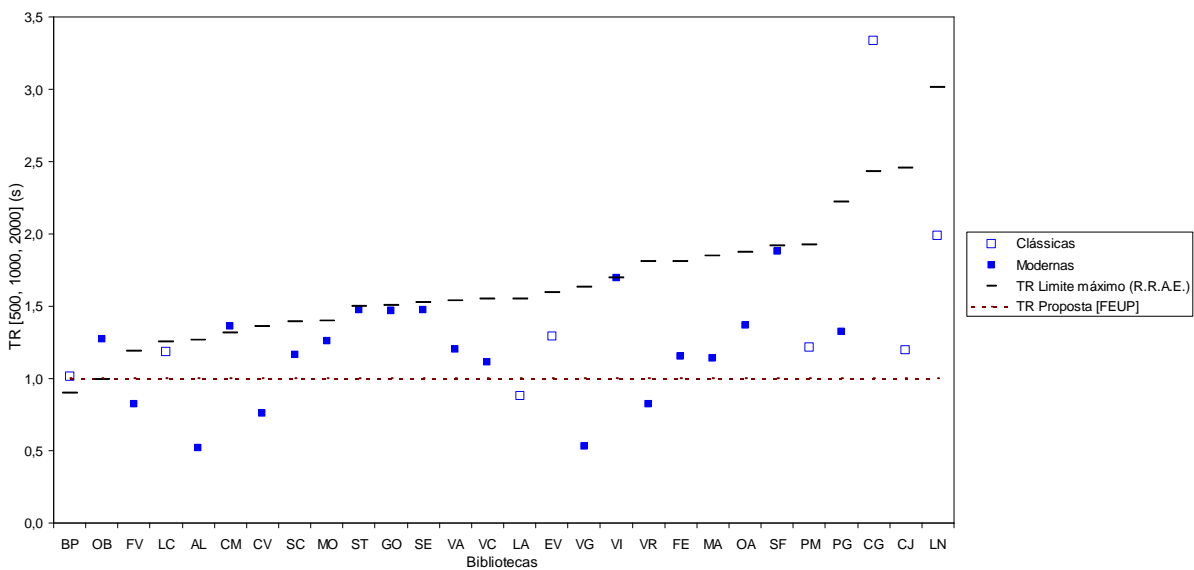


Figura 6.5 – Valores médios obtidos em cada biblioteca estudada, ordenadas por volume, para o parâmetro TR[500, 1000, 2000] comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. As linhas a tracejado representam o parâmetro TR[500, 1000, 2000] máximo regulamentar (R.R.A.E.), comparando com os valores do parâmetro TR[500, 1000, 2000] proposto (“FEUP”).

Verificou-se que 25% das salas de leitura das bibliotecas estudadas cumpriam os requisitos agora estabelecidos. Salienta-se também que, caso se aplicasse a mesma correcção actualmente em vigor, relativa do factor de incerteza I ( = 0,25% do limite proposto), então 57% das salas de leitura da totalidade das bibliotecas, cumpriam os valores agora definidos nesta nova proposta “FEUP”.

#### 6.4. ANÁLISE AO CONFORTO INTERIOR

Considera-se ruído de fundo (ou residual) de um espaço interior, todo aquele que é perceptível nesse local quando não se realiza qualquer actividade. Esses ruídos presentes no interior, tanto podem resultar das instalações eléctricas, hidráulicas, da ventilação e ar condicionado ou até proveniente da existência de ruído exterior (por exemplo, ruído do tráfego). A avaliação desse ruído de fundo ou residual, pode ser feita através de vários parâmetros acústicos como o nível sonoro contínuo equivalente LAeq em dB, ou o parâmetro nível de avaliação LAr em dB, parâmetros estatísticos ou outros.

Contudo, estes descritores acústicos, baseados num único valor energético, estão um pouco limitados, pois não expressam toda a informação necessária sobre o espectro sonoro do ruído em causa. Assim, para uma análise mais detalhada é usual efectuar a avaliação do ruído ambiente de um determinado local, através do espectro sonoro em bandas de oitava, nas frequências centrais dos 31 Hz aos 8000 Hz. Determina-se o maior ou menor conforto existente nesse local, por comparação do espectro desse ruído com um conjunto de curvas de referência, designadas de curvas de incomodidade.

Os critérios mais usuais para determinação o nível de conforto de um recinto interior, através de um único parâmetro é com recurso ao espectro do ruído em bandas de oitava e compara-lo com essas curvas de referência designadas: “*noise rating*” (NR), “*noise criteria*” (NC), “*room criteria*” (RC) ou “*balanced noise criteria*” (NBC), entre outras.

Efectuando um pequeno resumo histórico, salienta-se que as curvas NC “*noise criteria*”, desenvolveram-se nos Estados Unidos e foram propostas por *Leo Beranek* em 1957, [61] foram criadas determinando os níveis máximos de pressão sonora para as bandas de frequência de oitava entre os 63 Hz e os 8000 Hz, que permitissem uma comunicação verbal satisfatória. Em paralelo em 1962 na Europa, *Kosten & Van Os*, propuseram as curvas NR “*noise rating*”, com um desenvolvimento muito semelhante as curvas NC, mas utilizando as bandas de frequência desde os 32 Hz aos 8000 Hz, contudo ambas usam o método tangente. Posteriormente foi elaborada uma recomendação através da ISO/R 1996 em 1971 [62] e foram introduzidas na normalização Francesa pela norma NF S 30-010 em 1974.[63] Mais tarde surgiram as curvas RC “*room criteria*” propostas por *Blazier* em 1981, são destinadas essencialmente para ruídos de ar condicionado, e utilizam as bandas de frequência dos 16 Hz aos 4000 Hz, sendo o seu cálculo efectuado através do método da média incluído também zonas de vibração. Encontram-se referenciadas pela norma americana ANSI S12.2/1995.[64] Resultaram de um estudo patrocinado pela ASHRAE,[65] sobre o ruído de fundo “aceitável”verificado em 68 escritórios com (AVAC) e onde o nível de conversação era considerado aceitável. As curvas NCB “*balanced noise criteria*” foram propostas em 1989 por *Leo Beranek*, [66] para melhorar as curvas NC, também se destinam essencialmente a ruídos de ar condicionado, e são “construídas” através do método da média com zonas de vibração, utiliza as bandas de frequência desde os 16 Hz aos 8000 Hz.

Estes critérios, são também utilizados de forma generalizada, para estabelecer os níveis de ruído máximo recomendado para os diferentes tipos de recintos, em função da sua utilização (por exemplo, escritórios, salas de reuniões, salas de aulas, bibliotecas, salas de concerto, estúdios de gravação, etc.). Assim, diz-se que um determinado local cumpre uma certa especificação, por exemplo NR ou NC de 35 (NR = 35 ou NC = 35), quando os níveis de pressão sonora do ruído ambiente interior, avaliado em bandas de oitava, têm valores inferiores aos valores de referência expressos nas referidas curvas, para todas as bandas de frequência compreendidas entre os 31 Hz e os 8000 Hz (dos 63 Hz aos 8000 Hz, para as curvas NC).

Ambas as curvas estão amplamente referenciadas na bibliografia da especialidade assim como em normalização internacional. A norma Inglesa BS 8233 de 1999 no anexo B,[67] faz referência às curvas NR, a norma Americana ANSI/ASA S12.2 de 2008 no anexo C2,[68] recomenda para as bibliotecas um valor de NC entre 35 a 40. Sobre os valores recomendados para este tipo de actividades a desenvolver é usual encontrar na bibliografia da especialidade recomendações no sentido de que não se ultrapassem os valores de NR 30 – 35 [69] ou NC = 35 – 40. [70]

Assim para esta análise considerou-se o valor máximo igual para ambos, isto é,  $NC = NR = 35$ .

Com esta análise não se pretende efectuar uma escolha ou preferência, de qual a curva de incomodidade que melhor se adequa ao estudo do ruído dos equipamentos de climatização, mas serve simplesmente para verificar que, com uma análise comparativa simples, se pode concluir quais as bandas de frequências mais incomodativas dos equipamentos de climatização, que poderão perturbar o ambiente acústico interior daqueles que o ocupam.

Através da utilização das curvas de incomodidade “*noise rating*” (NR) ou “*noise criteria*” (NC), ou outras adequadas, é possível verificar através do espectro sonoro quais as bandas de frequências mais incomodativas e apontar caminhos ou soluções para melhorar ou corrigir o ruído nesses locais, que de outra forma, não seria possível através da simples verificação do nível de avaliação LAr (ou LAr,nT).

O facto de um determinado local cumprir as especificações NR, NC ou RC, é um bom indicador de que nesse local, o campo sonoro existente ser propício a um bom conforto acústico para as actividades inerentes ao espaço.

Apresentam-se no quadro 6.5 os valores médios dos espectros relativos ao nível de pressão sonora, em bandas de oitava para as frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, referentes ao ruído dos equipamentos centrais de climatização em cada biblioteca, expressos através do parâmetro Leq(AVAC) em dB. Indicam-se também os valores obtidos de NR e NC, comparando-os com os valores recomendados. Apresentam-se valores médios para a totalidade das bibliotecas estudadas assim como os valores obtidos em cada grupo de bibliotecas. Para esta análise efectuou-se a correcção devida ao ruído de fundo, de modo a retirar fontes de ruído parasita (por exemplo tráfego), que eventualmente pudessem estar a mascarar o ruído dos equipamentos de climatização, instalados nas salas de leitura.

Quadro 6.5 – Valores obtidos em cada biblioteca, para as bandas de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, no parâmetro Leq(AVAC) em dB, indicam-se os valores de NR, NC e comparam-se com os valores recomendados.

BIBLIOTECA	Código	Nível de pressão sonora em bandas de oitava (dB)									Parâmetros		Limite
		Frequências (Hz)									NR	NC	NR/NC 35
		31	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000			
M. de Almeida Garrett	PG	54	42	38	33	33	32	25	21	15	32	31	Menor
do Palácio da Ajuda	LA	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	55	56	50	44	40	37	30	23	16	37	36	Maior
M. Central - Palácio Galveias	LC	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Nacional de Portugal	LN	60	57	58	53	43	35	32	28	22	44	43	Maior
Pública de Braga	BP	33	39	43	44	44	43	37	29	18	43	42	Maior
M. de Campo Maior	CM	54	50	57	59	55	50	47	42	35	51	51	Maior
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	57	58	57	55	54	52	49	47	38	52	51	Maior
Pública de Évora	EV	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	57	51	41	36	41	40	37	28	19	40	39	Maior
M. Simões de Almeida (tio)	FV	51	50	50	47	40	37	29	25	16	38	36	Maior
M. de Gondomar	GO	58	52	52	40	37	32	25	18	11	34	34	Menor
Joanina	CJ	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Florbela Espanca	MA	52	51	39	34	34	34	28	23	12	34	33	Menor
M. de Monforte	MO	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Ferreira de Castro	OA	57	51	39	35	32	29	27	24	11	30	28	Menor
M. de Oliveira do Bairro	OB	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. Pública do Porto	PM	53	50	43	45	43	41	36	28	17	41	40	Maior
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	51	54	48	47	41	37	29	21	13	38	36	Maior
M. de Sesimbra	SE	57	48	44	37	33	34	29	22	12	34	33	Menor
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	36	48	47	40	36	33	27	21	14	33	32	Menor
M. de Viana do Castelo	VA	52	44	41	39	34	30	17	13	12	30	29	Menor
M. José Régio	VC	na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	63	56	47	43	42	44	40	37	25	44	43	Maior
M. D. Miguel da Silva	VI	49	38	44	42	40	35	29	22	13	36	35	Maior
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	48	49	46	41	37	30	26	17	12	33	32	Menor
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	59	46	45	39	30	23	17	14	10	29	27	Menor
Valor médio total		53	50	46	43	39	36	31	25	17	38	37	
Valor médio “Clássicas”		49	49	48	47	43	40	35	28	19	43	42	
Valor médio “Modernas”		54	50	46	42	39	36	30	25	17	37	36	

M. – Municipal; na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

Da análise aos valores obtidos para ambas as curvas de incomodidade, verificou-se que aproximadamente 50% das salas de leitura das bibliotecas com equipamentos centrais de climatização (AVAC), apresentavam valores superiores ao que era recomendado para esses locais.

As Bibliotecas Municipais de Campo Maior e de Manuel da Fonseca em Castro Verde, foram aquelas que apresentaram os valores mais elevados, com NR = 51 (NC = 51) e NR = 52 (NC = 51) respectivamente. O valor mais baixo verificou-se na Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira em Vila Real o valor de NR = 29 (NC = 27).

Para o grupo das bibliotecas “Clássicas” os valores recomendados foram também excedidos, apresentando este grupo o valor médio NR = 43 (NC = 42). Analisando agora os resultados para o

grupo das bibliotecas “Modernas”, verificou-se que apresentavam valores bastante inferiores ao grupo das “Clássicas”, com o valor médio de NR = 37 (NC = 36), o que se aproxima dos valores recomendados para estes locais. De salientar que se observou que, mais de 59% das salas de leitura do grupo das bibliotecas “Modernas”, apresentaram valores de NR ou NC, inferiores ao valor recomendado.

Para melhor visualização, representam-se na figura 6.6 os valores médios relativos aos espectros sonoros, em bandas de oitava para as frequências dos 31 Hz aos 8000 Hz, através do parâmetro Leq(AVAC) em dB, do funcionamento dos equipamentos centrais de climatização avaliados, indicando-se também o correspondente valor NR e NC obtidos para cada biblioteca. Apresentam-se na figura 6.7, os valores obtidos em cada sala de leitura correspondente ao NR dos equipamentos de climatização, comparando o grupo das bibliotecas “Clássicas” com as “Modernas”. Representam-se também através das linhas horizontais a média obtida para cada grupo de salas de leitura, assim como o valor máximo de NR recomendado para estes locais. Na figura 6.8 apresentam-se os valores médios obtidos, correspondentes ao valor de NC para ambos os grupos de bibliotecas estudadas, estando ainda representado pelas linhas horizontais, os valores médios de cada grupo de bibliotecas, assim como o valor máximo de NC recomendado.

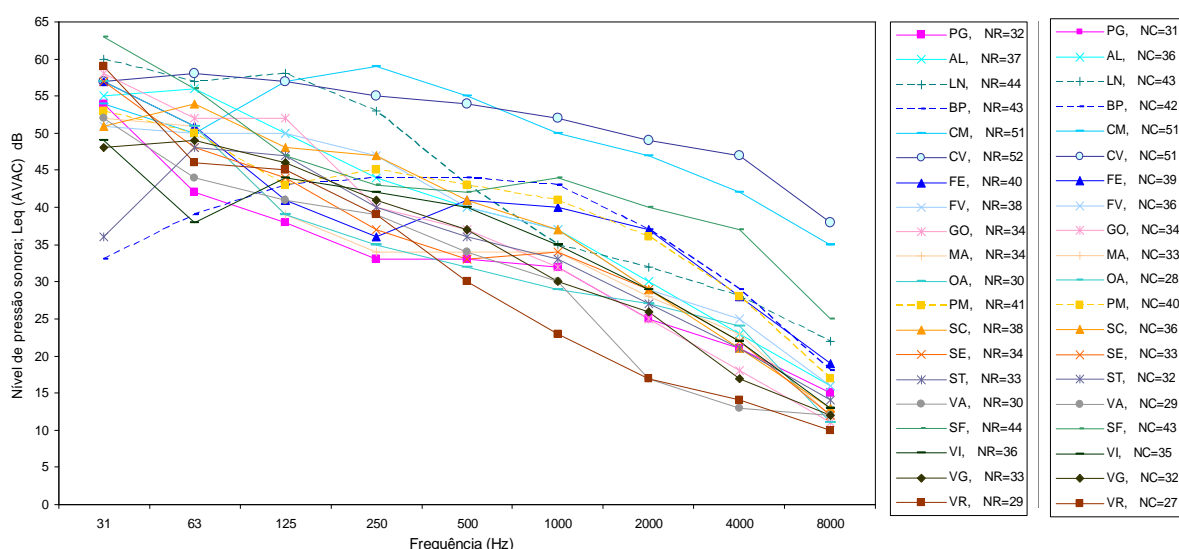


Figura 6.6 – Espectros dos valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro Leq(AVAC) em dB, em bandas de frequências de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, indicando os valores de NR e NC obtidos.

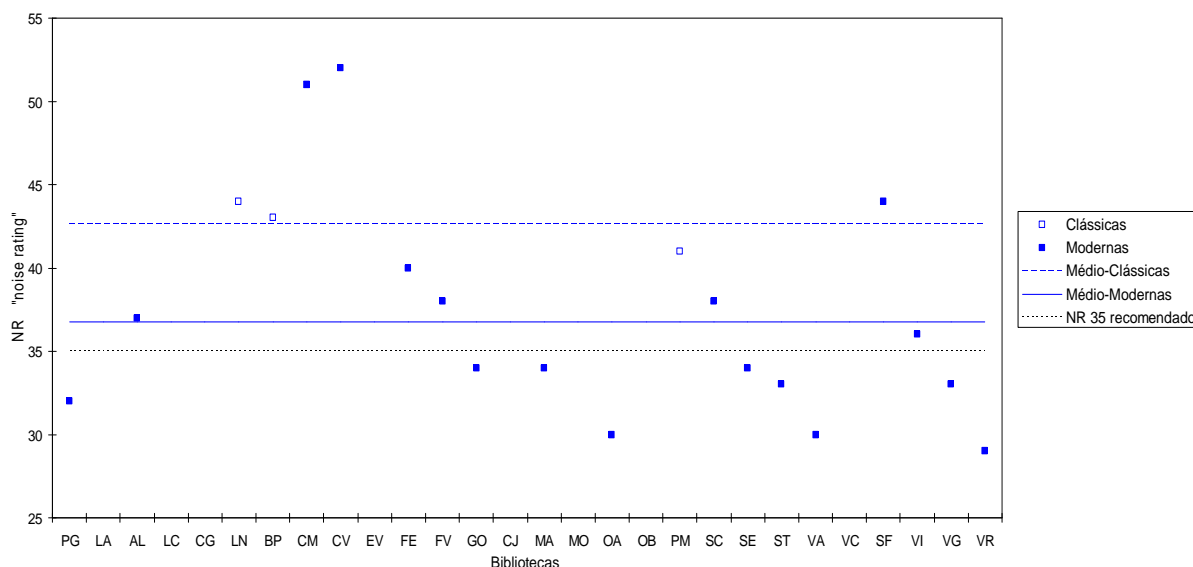


Figura 6.7 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro NR “noise rating” do funcionamento dos equipamentos de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como o valor máximo recomendado.

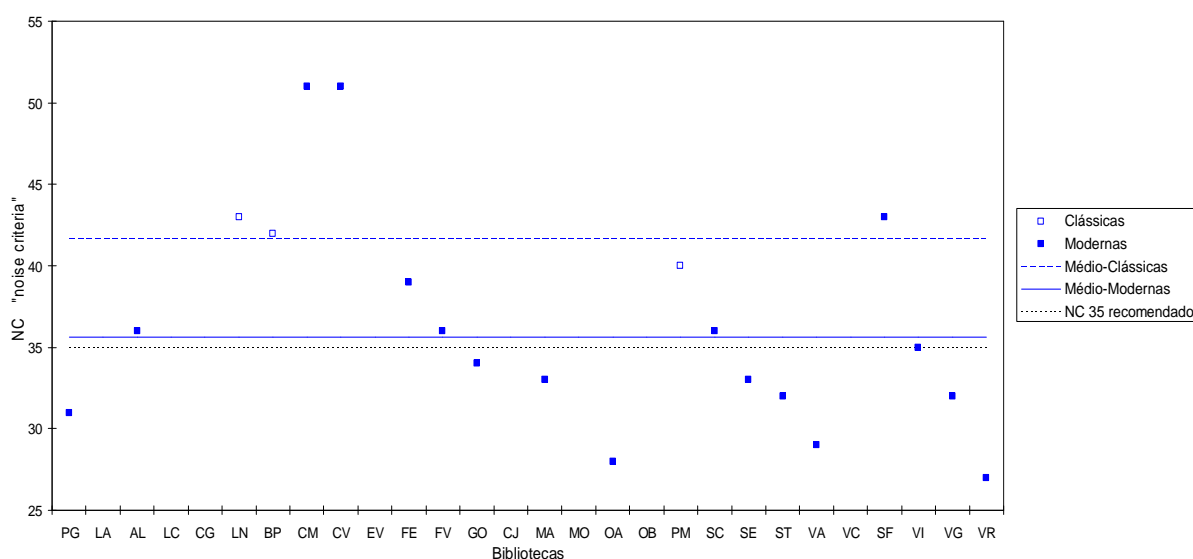


Figura 6.8 – Valores obtidos em cada biblioteca para o parâmetro NC “noise criteria” do funcionamento dos equipamentos de climatização, comparando o grupo das “Clássicas” com as “Modernas”. Estão representadas através das linhas horizontais as médias de cada grupo de bibliotecas, assim como o valor máximo recomendado.

Contudo salienta-se que o factor mais importante deste tipo de análise resulta do facto do espectro sonoro poder ser visualizado ao nível das frequências que mais contribuem para o incómodo dos utilizadores destes locais e assim ser possível efectuar as correcções necessárias.

De referir que para bibliotecas com nível sonoro idêntico, (relativamente ao parâmetro nível de avaliação instalado no local de LAr(AVAC) de 35 dB aproximadamente), apresentaram valores de NR/NC diferentes, pelo facto do espectro sonoro dos equipamentos de climatização, evidenciarem

componentes importantes nas médias e altas frequências (respectivamente nas bandas de frequência dos 500 Hz e 1000 Hz) mais elevados. Refere-se por exemplo os equipamentos de climatização da Biblioteca Municipal de Almeida Garrett no Porto (NR = 32) e os equipamentos da Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira em Vila Real (NR = 29). Daí a importância que esta análise revela, para a qualidade acústica interior destes espaços reservados à leitura, pois há mais sensibilidade a ruídos nas médias e altas frequências que aos ruídos das baixas frequências.

No quadro 6.6 apresentam-se os valores obtidos dos níveis de pressão sonora, indicando a banda de frequência crítica responsável pelos valores de NR e NC, referentes ao ruído emitido pelos equipamentos centrais de climatização das bibliotecas.

Quadro 6.6 – Bandas de frequências críticas responsáveis pelos valores de NR “noise rating” e NC “noise criteria” e correspondentes níveis de pressão sonora.

BIBLIOTECA	Código	Parâmetros			
		Banda de frequência crítica NR		Banda de frequência crítica NC	
		Frequência (Hz)	Nível de pressão sonora (dB)	Frequência (Hz)	Nível de pressão sonora (dB)
M. de Almeida Garrett	PG	1000	32	1000	32
do Palácio da Ajuda	LA	na	-	-	-
Municipal de Alverca do Ribatejo	AL	1000	37	1000	37
M. Central - Palácio Galveias	LC	na	-	-	-
Geral da Universidade de Coimbra	CG	na	-	-	-
Nacional de Portugal	LN	250	53	250	53
Pública de Braga	BP	1000	43	1000	43
M. de Campo Maior	CM	500	55	500	55
M. Manuel da Fonseca – Castro Verde	CV	1000	52	1000	52
Pública de Évora	EV	na	-	-	-
da Faculdade de Eng. da U. do Porto	FE	1000	40	1000	40
M. Simões de Almeida (tio)	FV	250	47	250	47
M. de Gondomar	GO	125	52	125	52
Joanina	CJ	na	-	-	-
M. Florbela Espanca	MA	1000	34	1000	34
M. de Monforte	MO	na	-	-	-
M. Ferreira de Castro	OA	2000	27	2000	27
M. de Oliveira do Bairro	OB	na	-	-	-
M. Pública do Porto	PM	1000	41	1000	41
M. Manuel da Fonseca – Sant. Cacém	SC	250	47	250	47
M. de Sesimbra	SE	1000	34	1000	34
M. Professor Joaquim Pires de Lima	ST	1000	33	1000	33
M. de Viana do Castelo	VA	500	34	500	34
M. José Régio	VC	na	-	-	-
M. de Santa Maria da Feira	SF	1000	44	1000	44
M. D. Miguel da Silva	VI	500	40	500	40
Pública M. de Vila Nova de Gaia	VG	500	37	500	37
M. Dr. Júlio Teixeira	VR	250	39	250	39

M. – Municipal; na – não avaliado, porque não existia sistema central de climatização (AVAC) ou não funcionava devido a avaria.

Da análise aos valores dos níveis de pressão sonora, indicando a banda de frequência crítica onde ocorrem os valores de NR e NC, verificou-se que em 50% dos casos, o valor crítico ocorre na banda de frequência dos 1000 Hz e em 20% na banda de frequência dos 500 Hz. Verificou-se que o ruído emitido pelos equipamentos instalados nas salas de leitura, em 70% dos casos estudados situam-se nas bandas de frequências dos 500 Hz e 1000 Hz, sendo os ruídos nestas as frequências às quais existe mais sensibilidade, sendo susceptíveis de perturbar e causar incomodidade aos utilizadores destes espaços de leitura.

Para melhor visualização, apresentam-se na figura 6.9 o espectro sonoro do ruído dos equipamentos de climatização da Biblioteca Municipal de Gondomar, com um nível de avaliação LAr(AVAC) de 40 dB, NR = 34 (NC = 34) e compara-se com o espectro sonoro dos equipamentos de climatização obtido na Biblioteca Municipal Florbela Espanca em Matosinhos, com um nível de avaliação LAr(AVAC) de 38 dB, NR = 34 (NC = 33).

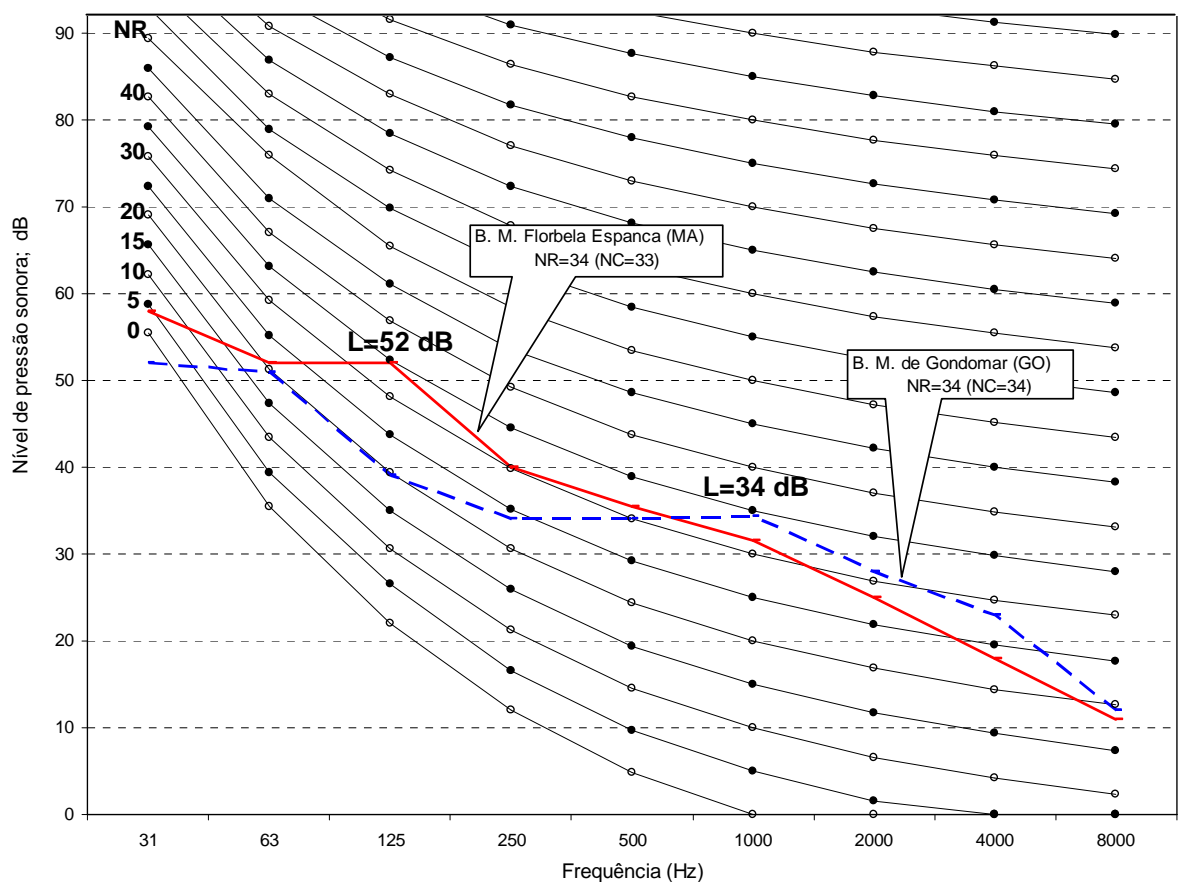


Figura 6.9 – Espectros sonoros comparativos, em bandas de frequência de oitava dos 31 Hz aos 8000 Hz, com os mesmos os valores de NR, identificando as frequências críticas onde ocorrem e os níveis de pressão sonora.

Da análise aos espectros sonoros do ruído dos equipamentos de climatização, pode verificar-se qual é a frequência crítica responsável pelo valor de NR. Assim da análise ao espectro sonoro dos equipamentos de climatização da Biblioteca Municipal de Gondomar verificou-se que o valor de NR = 34, situou-se na banda de frequência dos 1000 Hz, enquanto que na Biblioteca Municipal Florbela Espanca (Matosinhos), embora com o mesmo valor de NR = 34, apresentou a frequência crítica na banda de frequência dos 125 Hz. Esta análise é muito importante, pois permite identificar qual a banda

de frequência crítica de um determinado equipamento. Existe mais sensibilidade e susceptibilidade de haver incómodo e perturbação se os equipamentos de climatização instalados, produzirem ruídos com um espectro sonoro predominante nas médias frequências ou altas frequências.

# 7

## CARACTERIZAÇÃO DA ABSORÇÃO SONORA DE ESTANTES

### 7.1. PREÂMBULO

Para melhor perceber o desempenho do mobiliário na caracterização acústica dos espaços de leitura efectuaram-se ensaios para determinar a absorção sonora de estantes, com e sem livros, na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da Faculdade de Engenharia da Universidade de Porto (F.E.U.P.).

Efectuaram-se avaliações em câmara reverberante em várias situações, com o objectivo de melhor representar as situações reais do uso das estantes (com e sem livros), que preenchem as salas de leitura das bibliotecas e assim perceber a sua interferência na acústica do espaço.

Escolheu-se uma estante metálica simples, que depois foi sendo preenchida de livros. A escolha da estante foi de modo a que tivesse a menor influência possível, pois o que realmente interessou para esta análise, foi o de saber quais as características de absorção sonora dos livros.

Assim foram efectuadas avaliações, para quatro situações diferentes referentes ao preenchimento das estantes com livros. Avaliou-se a estante vazia, para verificar a sua influência, depois preencheu-se a estante com livros até um quarto da sua capacidade (25%), depois colocaram-se mais livros até metade da capacidade da estante (50%) e finalmente, preencheram-se todas as prateleiras da estante todas com livros (100%).

Efectuaram-se depois na câmara reverberante, para cada situação diversas medições do tempo de reverberação, para perceber como os livros alteravam a absorção sonora.

A determinação do coeficiente de absorção sonora, foi realizada através da medição do tempo de reverberação (método interrompido) e depois, foi calculado o coeficiente de absorção sonora  $\alpha$ , de acordo com as recomendações da norma NP EN ISO 354:2007 [71]

De acordo com a norma NP EN ISO 354:2007 [71], as medições acústicas em câmara reverberante devem ser realizadas para bandas de frequências de terço de oitava. Para este estudo efectuou-se a avaliação do tempo de reverberação em bandas de frequências de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, conforme as especificações da ISO 266. [72]

## 7.2. CÂMARA REVERBERANTE

A câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P., cumpre todas as especificações normativas para a realização de ensaios de absorção sonora, ao nível do cumprimento máximo, da área de absorção sonora equivalente da câmara em vazio, assim como do volume que é de 217 m<sup>3</sup>.

### 7.2.1. ELEMENTOS DE ENSAIO

Os elementos de ensaio podem tomar várias formas, assim conforme do seu tipo, o método de colocação na câmara reverberante e ensaio será diferente. No âmbito do presente trabalho os elementos a ensaiar enquadram-se na categoria de elementos absorventes discretos. Estes devem ser instalados de acordo com o seu funcionamento usual e corrente. Como se tratam de elementos de estantes de livros, estas deverão estar colocadas no pavimento da câmara reverberante verticalmente conforme se apresenta na figura 7.1.



Figura 7.1 – Fotografia da estante vazia (comprimento = 2,80 m, altura = 2,00 m e largura = 0,35 m) na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P..

De acordo com a norma NP EN ISO 354:2007 [71], devem ser utilizados vários objectos idênticos num mesmo ensaio, num mínimo de três, a fim de se obter uma variação da área de absorção sonora equivalente na câmara suficientemente relevante, compreendida entre 1 e 12 m<sup>2</sup>. Neste ensaio utilizaram-se três módulos de estantes com as seguintes dimensões totais: comprimento 2,80 m, altura 2,00 m e largura 0,35 m. Para melhor perceber a disposição dos livros nas estantes apresenta-se na figura 7.2, a estante preenchida com 25% de livros, na figura 7.3, a estante preenchida com 50% de livros e na figura 7.4 a estante completamente preenchida com livro (100%).



Figura 7.2 – Fotografia da estante com livros em três prateleiras na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P..



Figura 7.3 – Fotografia da estante meia preenchida na câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P..

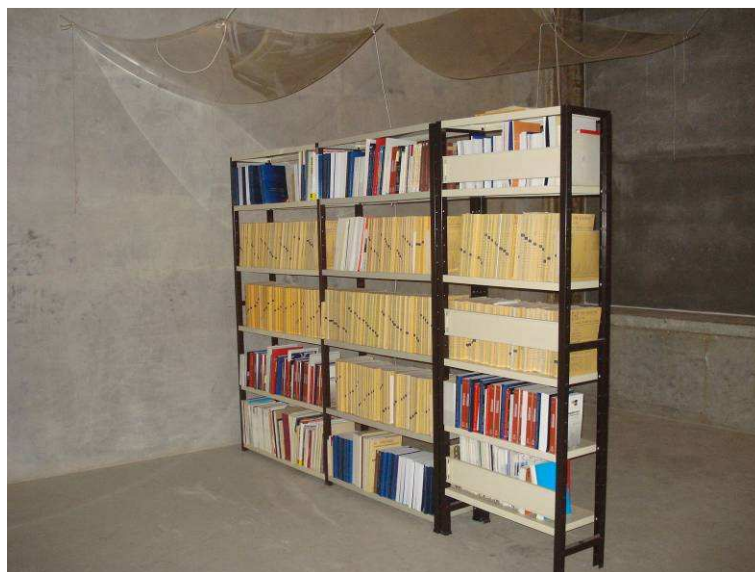


Figura 7.4 – Fotografia da estante completamente preenchida com livros na câmara reverberante.

### 7.2.2. METODOLOGIA

A determinação do coeficiente de absorção sonora é efectuada utilizando o método do ruído interrompido, que tem como princípio de funcionamento a obtenção de várias curvas de decaimento através do registo directo do decaimento do nível de pressão sonora após excitação do compartimento com ruído de banda larga ou por bandas de frequência. A curva de decaimento, ou consequentemente o tempo de reverberação, obtido pelo método do ruído interrompido, resulta de um processo estatístico, sendo necessário calcular a média de vários resultados para vários pares de posições do emissor e do receptor. Conforme já referido anteriormente o tempo de reverberação é determinado a partir do decaimento de 20 dB (T20) ou 30 dB T(30) e depois é extrapolado através de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados, no intervalo de avaliação, para determinar o tempo de reverberação correspondente aos 60 dB. Controlaram-se também as condições atmosféricas locais durante a realização das medições, de acordo com as recomendações da norma.

### 7.2.3. LOCAIS DE MEDIÇÃO - FONTES E RECEPTORES

A fonte sonora foi colocada em várias posições, sendo que a norma recomenda no mínimo de duas posições diferentes. Para este ensaio a fonte sonora foi colocada em três posições diferentes distribuídas pela câmara reverberante. Nas medições do tempo de reverberação, devem ser usadas várias posições diferentes do microfone, sendo que a norma recomenda no mínimo três posições. Para este ensaio o microfone foi colocado em seis posições, distribuídas pela câmara reverberante. Seguiram-se também as recomendações da norma, relativamente ao número de decaimentos resultantes das várias combinações de posições entre o par emissor/receptor, que devem ser de pelo menos de doze curvas de decaimento independentes. Para este ensaio foram efectuadas dezoito leituras do tempo de reverberação para cada situação, que resultaram das combinações possíveis entre as diferentes posições do par, fonte sonora e microfone.

Para melhor visualização, apresenta-se na figura 7.5 um esquema em planta da câmara reverberante do Laboratório de Acústica da F.E.U.P., com as suas dimensões e onde se pode verificar a sua assimetria, assim como a localização das diferentes posições da fonte sonora e do microfone, distribuído pela câmara reverberante.

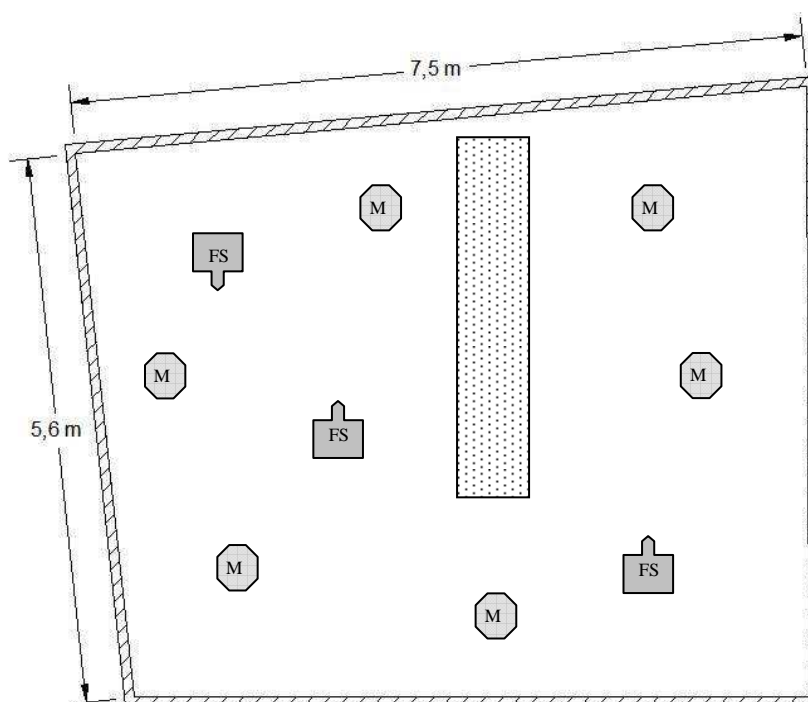


Figura 7.5 – Planta esquemática (sem escala) da câmara reverberante do Laboratório de Acústica, como a localização da estante (E), das diferentes posições da fonte sonora (FS) e do microfone (M).

#### 7.2.4. EQUIPAMENTOS

Para a realização dos ensaios de absorção sonora das estantes na câmara reverberante foram utilizados os seguintes aparelhos:

- Fonte sonora Brüel & Kjær, modelo 4224;
- Sonómetro Brüel & Kjær, modelo 2260 Investigator;
- Calibrador de microfone Brüel & Kjær, modelo 4231;
- Microfone de 13 mm Brüel & Kjær, modelo 4189;
- Tripé portátil Brüel & Kjær, modelo UA0049;
- Módulo estatístico, Brüel & Kjær, modelo BZ7204;
- Digital termo higrómetro Wm HTA 4200;
- Medidor de distância Bosch DLE-40.

#### 7.2.5. CÁLCULOS E RESULTADOS

Após a realização das medições para todas as situações analisadas seguiram-se todos os procedimentos normativos para a determinação da absorção sonora equivalente (em  $m^2$ ) por elemento individual, neste caso por estante. Conforme já referido anteriormente, os elementos ensaiados enquadram-se na categoria de elementos absorventes discretos. Contudo entendeu-se que seria importante para este estudo, apresentar também os resultados para as diferentes bandas de frequência em função dos coeficientes de absorção sonora  $\alpha$ , por serem genéricos e adimensionais, para as situações analisadas.

Apresenta-se no quadro 7.1, os resultados obtidos relativos à área de absorção sonora equivalente em (m<sup>2</sup>), nas bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para a situação da estante vazia, com a estante ocupada com livros a 25%, 50% e completamente cheia de livros (100%). Na figura 7.6, apresentam-se graficamente as diferentes situações analisadas.

Quadro 7.1 – Valores obtidos para a área de absorção sonora equivalente (m<sup>2</sup>), considerando a absorção de ambos os lados da estante [2x(2,8-2,0 m<sup>2</sup>)], para as situações analisadas, em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz.

Estante	Área de absorção sonora equivalente (m <sup>2</sup> )*																	
	Frequências (Hz)																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Vazia	0,01	0,04	0,23	0,02	0,18	0,34	0,27	0,27	0,39	0,38	0,53	0,53	0,58	0,58	0,41	0,25	0,08	0,00
Com um quarto de livros (25%)	0,04	0,43	0,57	0,29	0,72	0,99	1,13	1,33	1,55	1,60	1,69	1,63	1,75	1,84	1,72	1,56	1,57	1,58
Meia ocupada de livros (50%)	0,21	0,45	0,90	0,79	1,34	1,77	2,06	2,36	2,55	2,42	2,45	2,40	2,65	2,70	2,68	2,77	2,86	3,02
Toda cheia de livros (100%)	0,84	1,28	1,86	1,81	2,63	3,21	3,72	4,22	4,32	4,12	3,97	3,89	4,16	4,32	4,43	4,41	4,49	4,87

\* - Se a estante estiver encostada à parede então, considerar A/2.

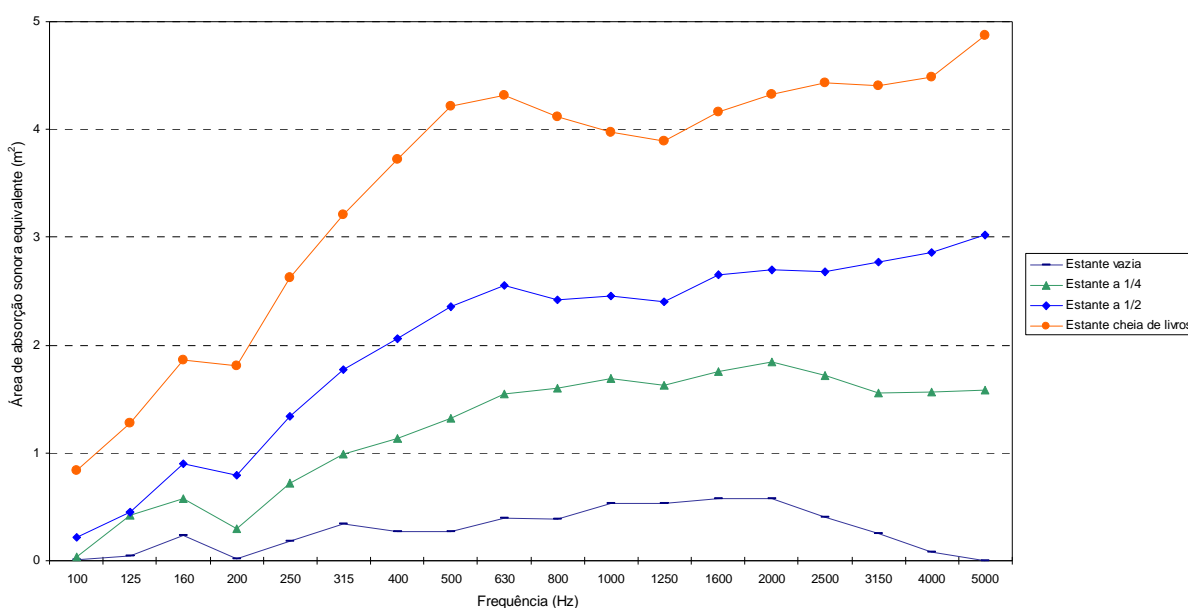


Figura 7.6 – Valores obtidos para a área de absorção sonora equivalente (m<sup>2</sup>), considerando a absorção de ambos os lados da estante [2x(2,8-2,0 m<sup>2</sup>)], em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para as situações estudadas.

Apresenta-se no quadro 7.2, os resultados obtidos relativos ao coeficiente de absorção sonora  $\alpha$ , nas bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para a situação da estante vazia, com a estante ocupada com livros a 25%, 50% e completamente cheia de livros (100%). Na figura 7.7 apresentam-se graficamente as diferentes situações analisadas.

Quadro 7.2 – Valores obtidos para o coeficiente de absorção sonora  $\alpha$ , considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2 \times (2,8 \times 2,0 \text{ m}^2)$ ], para as situações analisadas, em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz.

Estante	Coeficientes de absorção sonora $\alpha$ *																	
	Frequências (Hz)																	
	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1000	1250	1600	2000	2500	3150	4000	5000
Vazia	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04	0,04	0,04	0,03	0,02	0,01	0,00
Com um quarto de livros (25%)	0,00	0,03	0,04	0,02	0,05	0,06	0,07	0,09	0,10	0,10	0,11	0,11	0,11	0,12	0,11	0,10	0,10	0,10
Meia ocupada de livros (50%)	0,01	0,03	0,05	0,05	0,08	0,10	0,12	0,14	0,15	0,14	0,14	0,14	0,15	0,16	0,15	0,16	0,16	0,17
Toda cheia de livros (100%)	0,05	0,08	0,11	0,11	0,16	0,19	0,22	0,25	0,26	0,24	0,23	0,23	0,25	0,26	0,26	0,26	0,27	0,29

\* - Se a estante estiver encostada à parede, então considerar  $\alpha/2$ .

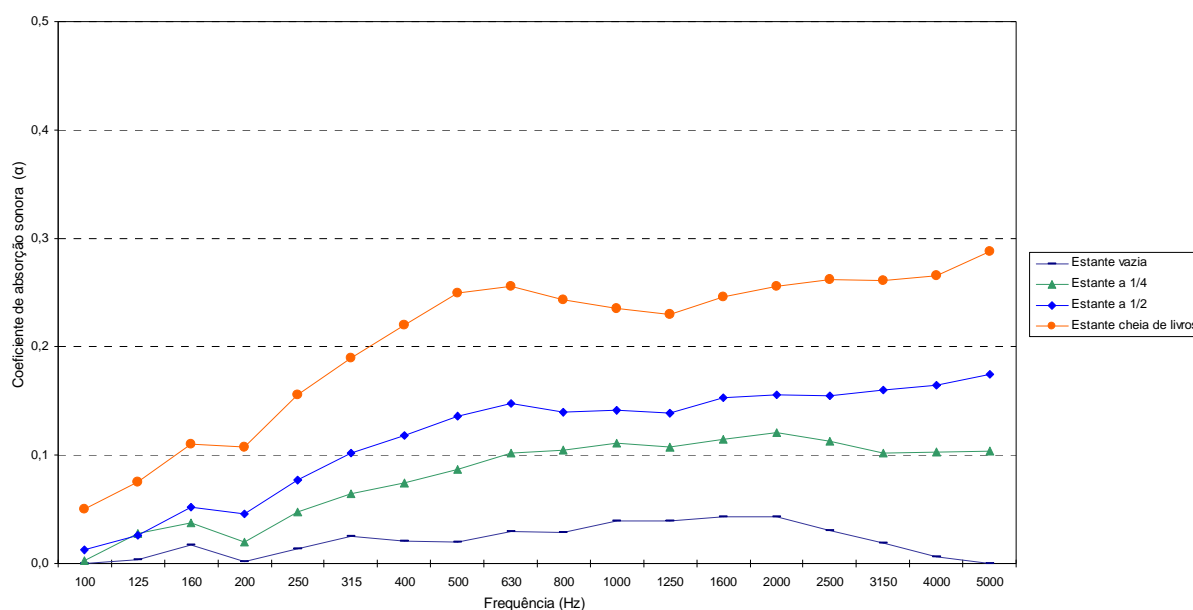


Figura 7.7 – Valores obtidos do coeficiente de absorção sonora  $\alpha$ , considerando a absorção de ambos os lados da estante [ $2 \times (2,8 \times 2,0 \text{ m}^2)$ ], em bandas de frequência de terço de oitava dos 100 Hz aos 5000 Hz, para as situações estudadas.

Verifica-se que as estantes, apresentam uma absorção sonora a considerar, pois para a situação em estudo consideraram-se ambos os lados da estante a contribuir para a determinação dos coeficientes de absorção sonora, contudo isso já não acontece quando as estantes estão encostadas à parede. Da análise ao aspecto geral dos gráficos obtidos para as diferentes situações estudadas pode concluir-se que existe um certo paralelismo e que as curvas apresentam semelhanças quanto ao seu desenvolvimento. Quando se analisa a situação da estante vazia, verifica-se que os coeficiente de absorção sonora têm valores muito pequenos, apresentando valores mais elevados de  $\alpha$  de 0,04 entre os 1000 Hz e os 2000 Hz, o que está de acordo com o que seria de esperar para o este género de estante metálica. Analisando agora os valores dos coeficientes de absorção sonora obtidos, para a situação da estante ocupada com 25% de livros, verificou-se um ligeiro acréscimo nos coeficiente absorção sonora de cerca de 0,07, a partir da banda de frequência dos 500 Hz, sendo o valor mais elevado para esta situação de  $\alpha$  de 0,12 nos 2000 Hz (considerando a absorção de ambos os lados da estante). Da análise aos resultados para a situação da estante ocupada com 50% de livros, continuou a observar-se um ligeiro acréscimo nos valores dos coeficientes absorção sonora, verificando-se já

alguma expressão logo a partir da banda de frequência dos 630 Hz com  $\alpha$  de 0,15. Os valores obtidos para a estante completamente cheia (100%) foram os melhores, conforme seria de esperar, obtendo-se os valores de  $\alpha$  de 0,26, a partir da banda de frequência dos 630 Hz e crescendo depois ligeiramente até atingir o valor de  $\alpha$  de 0,29 na banda de frequência dos 5000 Hz (considerando a absorção de ambos os lados da estante). Será importante verificar quais as variações nos coeficientes agora obtidos mas utilizando outro tipo de mobiliário, por exemplo, de estantes madeira, mistas metálicas e madeira, metálicas perfuradas, etc.

Estes valores são muito importantes considerando que é possível ter numa pequena área de pavimento, elementos verticais (estantes) em número considerável e que representam uma área de absorção sonora (vertical) muito maior que a área de pavimento que ocupam, pois ambos os lados contribuem para a absorção sonora.

### 7.3. EXEMPLO DE APLICAÇÃO

Apresenta-se um exemplo prático de aplicação, de modo a avaliar a influência do mobiliário na sala de leitura das bibliotecas. Escolheu-se a sala de leitura que apresentou o valor médio do tempo de reverberação mais elevado, isto é a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra, onde o tempo de reverberação médios avaliado foi  $TR[500, 1000, 2000] = 3,33$  s.

Inicialmente determinou-se o tempo de reverberação teórico com a fórmula de “Sabine”, tendo em conta os materiais observados na envolvente. É importante referir que, não foi consultado o projecto da biblioteca, por isso o levantamento dos materiais que constituem o interior da sala efectuou-se por observação. Este facto, levantou dificuldades em identificar os materiais que constituem o tecto, ou outros elementos em altura, causando alguma incerteza na escolha dos respectivos coeficientes de absorção sonora.

De forma a poder verificar os valores da absorção sonora de estantes com livros, obtidos neste estudo e tentar perceber a sua influência na envolvente interior

e concretizando a utilização de estantes cheias de livros, entre outras soluções, para melhorar acusticamente uma biblioteca, apresenta-se um exemplo de reabilitação acústica possível para a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra. A sala tem um volume muito grande pois é uma das maiores e também a mais reverberante, o que indicia que tem muito pouca absorção sonora. Assim é necessário utilizar materiais com bons coeficientes de absorção sonora para melhorar as condições acústicas do local.

Apresentam-se no quadro 7.3, o levantamento dos materiais que constituem a envolvente da sala de leitura assim como o mobiliário existente na data da avaliação.

Quadro 7.3 – Levantamento dos materiais existente na envolvente interior da sala de leitura.

SITUAÇÃO EXISTENTE	
Elemento	Material
Pavimento	Linóleo Reboco
Tecto	Vidro Gesso cartonado liso
Paredes	Reboco
Janelas	Vidro
Estantes (34 estantes - 3/4 cheia)	-
Cadeiras (90 cadeiras estofadas a couro)	-
Secretárias (45 secretárias, cada secretária é utilizada por duas pessoas)	-

Apresentam-se no quadro 7.4, os coeficientes de absorção sonora e a área de absorção sonora nas bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz, dos materiais considerados no estudo. Para a absorção sonora do ar, considerou-se que a humidade relativa era de cerca de 50%. Para o cálculo do tempo de reverberação, utilizou-se a fórmula de “Sabine” e valores para coeficientes de absorção sonora e áreas de absorção sonora (para objectos) constantes da norma EN 12354-6 de 2003 [73], do livro “A Acústica nos Edifícios” de Odete Domingues – LNEC [74] e para as estantes com livros, foram usados os valores obtidos neste estudo. Para essas correcções adoptou-se um tecto falso a colocar por baixo das galerias semicirculares constituído por placas de gesso cartonado perfurado com 9% de perfuração e lâ de rocha de 40 mm de espessura no tardo (com caixa de ar), pois não era possível melhorar a sala só com estantes com livros.

Quadro 7.4 – Os coeficientes de absorção sonora e a área de absorção sonora, dos materiais, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Material	Coeficiente de absorção sonora ( $\alpha$ )					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Linóleo [73]	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05	0,06
Reboco [42]	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,05
Vidro [73]	0,12	0,08	0,05	0,04	0,03	0,02
Gesso cartonado liso (c/ cx. de ar)	0,35	0,2	0,1	0,05	0,05	0
Tecto falso, similar a: Knauf. Delta, de gesso cartonado perfurado com 9% de perfuração e lâ de rocha de 40 mm de espessura no tardo (cx. de ar 400 mm)	0,62	0,83	0,71	0,64	0,42	0,51
Material	Área de absorção sonora ( $A_{obj}$ ) ( $m^2$ )					
	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Estantes (1/4 cheias)	0,43	0,72	1,33	1,69	1,84	1,57
Estantes (1/2 cheias)	0,45	1,34	2,36	2,45	2,7	2,86
Cadeira revestida a couro (vazia) [74]	0,19	0,23	0,28	0,28	0,28	0,23
Carteira escolar (vazia) [74]	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08
Humidade relativa [46] (50% HR)	Absorção sonora ar (m) ( $\times 10^{-3}$ )					
	Ar	0	0	0	0,9	2,3

Como nem todos os valores dos coeficientes de absorção se encontravam tabelados em bibliografia da especialidade, fizeram-se algumas adaptações, nomeadamente:

Consideraram-se para as estantes com livros, os valores da absorção sonora determinados neste estudo;

Como as estantes existentes estão encostadas a paredes, assim sendo absorvem metade da estante medida em câmara reverberante e considerou-se ainda que, as estantes existentes na sala de leitura estavam preenchidas com livros a 75% da sua capacidade.

Absorção sonora localizada de estante existente (3/4 cheia) = 1/2 absorção sonora localizada de estante medida em câmara reverberante (1/2 cheia) + 1/2 absorção sonora localizada de estante medida em câmara reverberante (1/4 cheia). Ou seja, pode considerar-se as absorções sonoras localizadas, da estante medida em câmara reverberante desde que, se considere metade do número de estantes existentes.

Absorção sonora localizada de secretária = 2 × absorção sonora localizada de carteira escolar vazia, assim pode considerar-se a absorção sonora localizada de uma carteira escolar, desde que se considere o dobro do número de secretárias existentes.

Apresenta-se no quadro 7.5, os valores obtidos para o cálculo teórico do tempo reverberação da sala, para a situação existente, considerando os materiais e a correspondente absorção sonora.

Quadro 7.5 – Valores calculados do tempo de reverberação da sala e comparação com o tempo de reverberação médio medido, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Situação Inicial							
Elemento	S (m <sup>2</sup> )	A = $\sum \alpha_i S_i + \sum A_j + m V$ (m <sup>2</sup> )					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento (linóleo)	613	12,26	18,39	24,52	30,65	30,65	36,78
Tecto (reboco)	685	20,55	20,55	20,55	20,55	27,40	34,25
Paredes (reboco)	891	26,73	26,73	26,73	26,73	35,64	44,55
Janelas (vidro)	75	9,00	6,00	3,75	3,00	2,25	1,50
Tecto (vidro)	101	12,12	8,08	5,05	4,04	3,03	2,02
Tecto (gesso cartonado liso)	200	70,00	40,00	20,00	10,00	10,00	0,00
Estantes (unid.) – ¼ cheia	17	7,31	12,24	22,61	28,73	31,28	26,69
Estantes (unid.) – ½ cheia	17	7,65	22,78	40,12	41,65	45,90	48,62
Cadeira (unid.)	90	17,10	20,70	25,20	25,20	25,20	20,70
Secretária (unid.)	90	1,80	1,80	2,70	3,60	5,40	7,20
Ar	-	0,00	0,00	0,00	3,83	9,80	30,68
V (m <sup>3</sup> )	4261	184,52	177,27	191,23	197,98	226,55	252,99
T (s) Calculado		3,69	3,85	3,57	3,44	3,01	2,69
T <sub>[500,1000,2000]</sub> (s) Médio calculado		3,34					
TR (s) Médio medido na sala		3,27	3,14	3,38	3,47	3,15	2,57
TR <sub>[500,1000,2000]</sub> (s) Médio		3,33					
T <sub>[500,1000,2000]</sub> máximo regulamentar (s)		2,40					

Como se pode verificar o valor de tempo de reverberação calculado para a situação existente de  $TR[500,1000,2000] = 3,34$  s, é similar ao valor médio do tempo de reverberação obtido na sala  $TR[500,1000,2000] = 3,33$  s, resultante das avaliações, embora nas baixas frequências os valores agora calculados sejam superiores aos verificados no local. Este facto pode ser devido a absorção sonora localizada, ou de outros materiais não considerados. Assim a absorção sonora em “falta” foi contabilizada em cada banda de frequência e incluída no cálculo para a situação 1 de correcção. Foram calculados os seguintes valores para a área de absorção sonora em “falta” designada de (A’):

$A'[125\text{Hz}] = 23,73 \text{ m}^2$ ,  $A'[250\text{Hz}] = 40,04 \text{ m}^2$  e  $A'[500\text{Hz}] = 10,73 \text{ m}^2$ .

Apresenta-se na figura 7.8, o gráfico comparativo dos valores do tempo de reverberação calculados com os realmente obtidos nas medições.

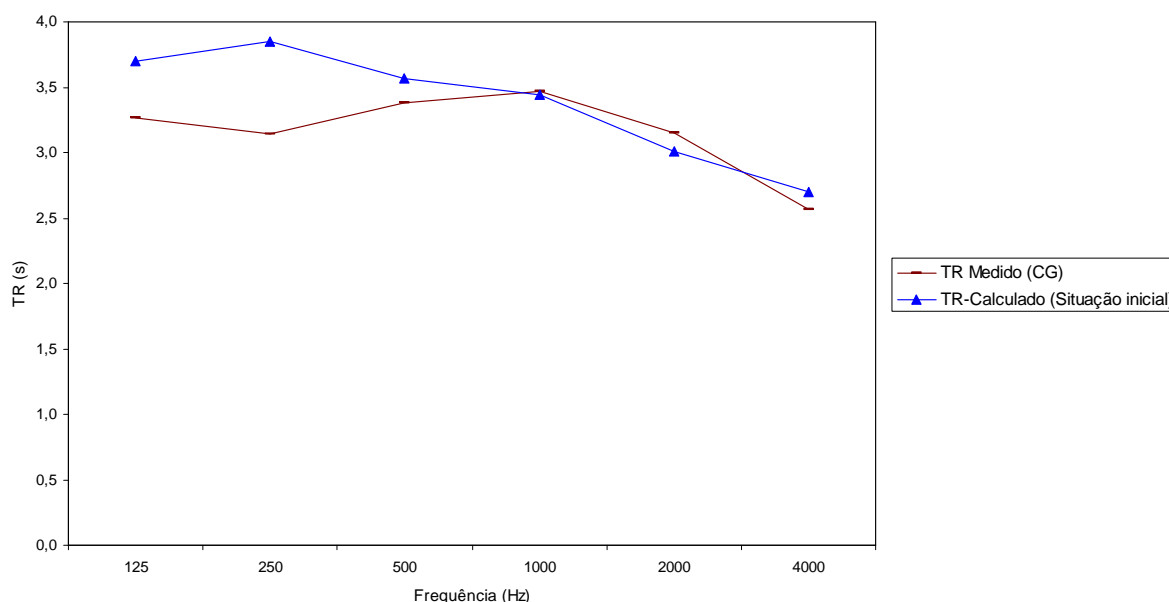


Figura 7.8 – Valores calculados do tempo de reverberação (Situação inicial), comparando com o tempo de reverberação médio medido, (TR Medido CG) em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Como se pode observar, o tempo de reverberação da sala é muito elevado, sendo necessário efectuar uma correcção bastante abrangente ao nível do tecto, com a colocação de elementos absorventes sonoros. Veja-se então uma situação seguinte, considerando a situação inicial e adicionando um tecto falso em gesso cartonado perfurado, com lã de rocha no tardo, na zona de tecto da galeria inferior.

Situação 1 (correcção) – Pretende-se efectuar uma correcção colocando mais estantes na sala da biblioteca na zona lateral, o que corresponde a mais 7 estantes cheias de livros (nas partes laterais de 8,6 m cada), considerando que as estantes existentes se encontram igualmente cheias de livros.

Assim considera-se: Situação 1 (correcção) = Situação inicial + 7 estantes nas paredes laterais e de fundo, o que significa ter 21 estante cheias de livros e ainda a colocação de um tecto falso, na galeria inferior e superior do semicírculo da sala.

Apresenta-se na figura 7.9, a parede lateral e de fundo, assinalando-se onde serão colocadas as estantes cheias de livros. Apresenta-se na figura 7.10, o semicírculo da galeria, assinalando-se onde serão colocados os tectos falsos.



Figura 7.9 – Fotografia da parede lateral e de fundo onde serão colocadas as estantes com livros.



Figura 7.10 – Fotografia do semicírculo da galeria onde será colocado o tecto falso.

Apresenta-se no quadro 7.6, os valores obtidos para o cálculo do tempo reverberação, resultante da correcção efectuada contabilizando também a absorção sonora em “falta” (A’).

Quadro 7.6 – Valores calculados do tempo de reverberação de acordo com a intervenção de correcção, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz.

Situação 1 - Correcção							
Situação inicial, acrescida de tecto absorvente sonoro no semicírculo da galeria inferior e superior, mais 7 estantes cheias de livros nas paredes laterais e do fundo (o que significam ter 21 estantes cheias de livros)							
Elemento	S (m <sup>2</sup> )	A = $\sum \alpha_i S_i + \sum A_j + m V$ (m <sup>2</sup> )					
		125 Hz	250 Hz	500 Hz	1000 Hz	2000 Hz	4000 Hz
Pavimento (linóleo)	613	12,26	18,39	24,52	30,65	30,65	36,78
Tecto (reboco)	549	16,47	16,47	16,47	16,47	21,96	27,45
Paredes (reboco)	891	26,73	26,73	26,73	26,73	35,64	44,55
Janelas (vidro)	75	9,00	6,00	3,75	3,00	2,25	1,50
Tecto (vidro)	101	12,12	8,08	5,05	4,04	3,03	2,02
Tecto (gesso cartonado liso)	200	70,00	40,00	20,00	10,00	10,00	0,00
Tecto (gesso cartonado perf.)	272	168,64	225,76	193,12	174,08	114,24	138,72
Estantes (unid.) – 1/1 cheia	21	26,24	53,92	86,51	81,39	88,56	92,05
Cadeira (unid.)	90	17,10	20,70	25,20	25,20	25,20	20,70
Secretária (unid.)	90	1,80	1,80	2,70	3,60	5,40	7,20
Ar	-	0,00	0,00	0,00	3,83	9,80	30,68
Área de absorção em “falta” = A’	-	23,73	40,04	10,73	0,00	0,00	0,00
V (m <sup>3</sup> )	4261	356,28	413,77	399,97	374,91	341,29	394,84
T (s) Calculado		1,79	1,50	1,66	1,82	2,00	1,73
T <sub>[500,1000,2000]</sub> (s) Médio calculado		1,83					
TR (s) Médio medido na sala		3,27	3,14	3,38	3,47	3,15	2,57
TR <sub>[500,1000,2000]</sub> (s) Médio		3,33					
T <sub>[500,1000,2000]</sub> máximo regulamentar (s)		2,40					

Conforme se pode observar pelo cálculo efectuado, é possível com uma pequena intervenção, reduzir o tempo de reverberação da sala a metade do seu valor,  $TR[500, 1000, 2000] = 1,83$  s. Considera-se que este valor ainda é muito elevado, mas situa-se abaixo do valor regulamentar. Contudo, dada a grande volumetria da sala, devem ser tomadas medias de intervenção mais abrangentes. Pretendeu demonstrar-se com este exemplo, que se pode reabilitar espaços com intervenções específicas e ao mesmo tempo, tirando partido das características acústicas do mobiliário existente, ou de outras soluções mais adequadas.

Apresenta-se na figura 7.11, a representação gráfico dos valores do tempo de reverberação calculado após a intervenção de correcção, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. Verifica-se também a comparação entre os valores médios do tempo de reverberação medidos no local (TR Médio medido (CG)), os valores obtidos para a situação inicial calculada, considerando os valores da absorção sonora dos materiais existentes, assim como a situação corrigida com o tecto falso no semicírculo da galeria.

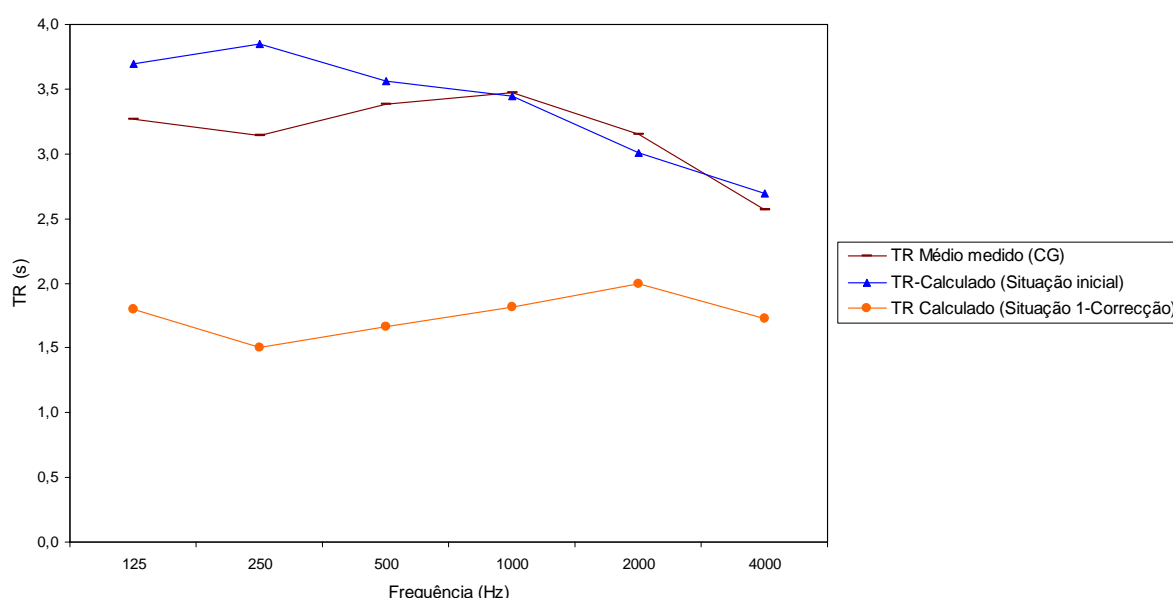


Figura 7.11 – Valores obtidos do tempo de reverberação calculado, após a intervenção de correcção, em bandas de frequência de oitava dos 125 Hz aos 4000 Hz. Comparação entre a situação inicial e situação 1 corrigida.

Efectuando uma pequena análise à situação de correcção, verifica-se que o conjunto da intervenção com o mobiliário colocado nas paredes laterais e do fundo, adicionado do tecto falso, aplicado só no semicírculo da galeria, teve um efeito significativo, sobre o tempo de reverberação com uma diminuição no valor médio de 1,5 s, o que é muito expressivo pois a intervenção proposta foi muito localizada. Contudo a sala tem um grande volume e precisa por isso, de um projecto de correcção mais elaborado. Embora tenha sido construída na mesma década, a Biblioteca Nacional de Portugal, tem o dobro do volume da Biblioteca Geral da U. C., mas foram obtidos por medição, valores médios do tempo de reverberação semelhantes aos agora calculados, nesta proposta de intervenção, o que demonstra já naquela época, o cuidado que houve com as condições acústicas da sala da Biblioteca Nacional, pois é visível tanto por cima dos corredores laterais, como em vários locais do tecto, aglomerado de cortiça (figura 3.18).



# 8

## CONCLUSÕES

### 8.1. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objectivo de verificar as características acústicas interiores das salas de leitura das Bibliotecas em Portugal, efectuou-se à análise de parâmetros acústicos objectivos, caracterizando-se vinte e oito salas de leitura.

Da análise efectuada verificou-se que, apresentam um valor médio global obtido para o parâmetro RASTI de 0,62, o que corresponde a uma inteligibilidade da palavra de “boa”. Conclui-se pelos resultados médios obtidos, que a inteligibilidade da palavra em mais de 79% das salas de leitura das bibliotecas estudadas, apresentaram valores de RASTI entre suficiente e bom.

A nível nacional não existem recomendações para o parâmetro RASTI contudo a norma ANSI S 12.60 de 2002, recomenda para as bibliotecas um valor de  $RASTI \geq 0,75$ , enquanto que a BB93 de 2003, recomenda um valor de  $RASTI \geq 0,65$ . Considerando para este estudo as recomendações inglesas do BB93 de 2003, então 71% das bibliotecas estariam irregulares.

O tempo de reverberação médio obtido na totalidade das salas de leitura das bibliotecas, situa-se nos 1,4 s nas baixas frequências (125 Hz e 250 Hz), decrescendo depois para 1,1 s nas bandas de frequência compreendidas entre os 500 Hz e os 4000 Hz. Conclui-se também que o tempo de reverberação médio  $TR[500, 1000, 2000]$  foi de 1,3 s, nesta amostra de bibliotecas.

A regulamentação nacional determina que o tempo de reverberação deve ser uma função da raiz cúbica do volume, o que faz com que sejam permitidos valores elevados para este parâmetro. Assim, seguido novamente as recomendações da norma ANSI S 12.60 de 2002, esta recomenda para as bibliotecas um valor de tempo de reverberação médio  $TR[500, 1000, 2000] \leq 0,7$  s, enquanto que a BB93 de 2003 é mais permissiva e recomenda um valor de  $TR[500, 1000, 2000] \leq 1,0$  s. Considerando para este estudo as recomendações inglesas do BB93 de 2003, então 75% das bibliotecas estariam irregulares, o que contrasta com a regulamentação actualmente em vigor.

Analisando o ruído de fundo  $LAeq(rf)$  no interior das salas de leitura sem ocupação e com os equipamentos de climatização desligados, verificou-se que o valor médio global obtido, foi de 32 dB(A). Conclui-se que 86% das salas de leitura, apresentaram valores médios do ruído de fundo inferiores ou iguais a 34 dB(A). Contudo foram observados em 14% das salas de leitura analisadas, valores médios do ruído de fundo superiores a 35 dB(A). Estes valores podem considerar-se elevados para este tipo de espaços, o que parece evidenciar uma carência no isolamento da envolvente, face ao ruído proveniente do exterior.

Da análise efectuada aos valores do ruído emitido pelo funcionamento dos equipamentos centrais de climatização das salas de leitura sem ocupação, verificou-se que o valor médio obtido foi de 43 dB(A). Verificou-se também que existem ainda salas de leitura com equipamentos de climatização bastante ruidosos e completamente desadequados, pois em duas situações observaram-se valores médios para o parâmetro LAeq(AVAC) superiores a 56 dB(A), o que inviabiliza completamente a utilização desses locais para a leitura, estudo ou investigação e até para que lá trabalha. Quando se analisou a incomodidade sonora nas salas de leitura, isto é o acréscimo de ruído provocado pelo funcionamento dos equipamentos de climatização, verificou-se que estes provocavam em média um acréscimo de 11 dB(A). Este acréscimo de ruído no local é elevado face ao ruído de fundo, pois a avaliação efectuou-se com a sala desocupada.

Da observação aos espectros do ruído emitido pelos equipamentos, em bandas de frequência de oitava com filtro (A), verificou-se que as frequências críticas ocorriam nos 500 Hz e 1000 Hz.

Da análise aos valores obtidos verifica-se que estão completamente desadequados e bastante elevados atendendo aos valores impostos na regulamentação (R.R.A.E.), pois verificou-se que 50% das bibliotecas, apresentavam valores superiores ao exigido, considerando o funcionamento intermitente dos referidos equipamentos. Considerando o funcionamento contínuo dos equipamentos de climatização então verificou-se que só 25% das salas de leitura das bibliotecas, apresentavam valores inferiores ou iguais ao exigido.

Quando se efectuou a análise aos dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que o valor médio obtido do parâmetro RASTI para o grupo das bibliotecas “Modernas” foi de 0,63, enquanto que para as bibliotecas “Clássicas” foi de 0,59. Neste parâmetro as salas de leitura das bibliotecas “Modernas” parecem ser um pouco melhores relativamente ao parâmetro RASTI., mas essa diferença não é estatisticamente forte.

Efectuando-se a análise ao tempo de reverberação obtido nos dois grupos de bibliotecas, “Clássicas” e “Modernas”, observou-se que em média as bibliotecas “Clássicas” apresentaram um tempo de reverberação médio de 1,5 s, enquanto que nas bibliotecas “Modernas”, o tempo de reverberação médio situou-se em 1,2 s. Deve salientar-se que as diferenças podem ser justificadas pelo mobiliário ou pela grande diferença na volumetria das salas de leitura. O volume médio das bibliotecas “Clássicas” é mais do dobro do das bibliotecas “Modernas”, (2741 m<sup>3</sup> face a 1255 m<sup>3</sup> das bibliotecas “Modernas”). Tendo em atenção o volume médio das salas de leitura, observa-se que a diferença encontrada no tempo de reverberação médio não é relevante. Mesmo assim embora cumprindo as exigências regulamentares os valores obtidos são elevados. Comparando agora ambos os grupos de bibliotecas, com as recomendações da norma ANSI S 12.60 de 2002, ou da BB93 de 2003, verifica-se que os valores obtidos são superiores.

Relativamente aos valores do ruído de fundo, no grupo das bibliotecas “Clássicas” o valor médio obtido do parâmetro LAeq(rf) foi de 30 dB(A), enquanto que para o grupo das “Modernas” o valor obtido foi de 33 dB(A). Pelo contrário as bibliotecas “Clássicas” são as que têm em média os equipamentos centrais de climatização mais ruidosos, com o valor médio obtido no parâmetro LAeq(AVAC) de 46 dB(A), enquanto que nas bibliotecas “Modernas” o valor médio obtido foi de 42 dB(A). Salienta-se que no grupo das bibliotecas “Clássicas” só três têm equipamentos centrais de climatização, mas foi no grupo das bibliotecas “Modernas” onde se verificaram as salas de leitura com os equipamentos mais ruidosos.

Da análise estatística efectuada, relativamente ao parâmetro RASTI e TR, não foi possível verificar a existência de dois grupos estatisticamente distintos de bibliotecas “Clássicas” e “Modernas”.

Relativamente à totalidade das salas de leitura estudadas, as melhores correlações dos modelos simples verificaram-se para o RASTI com o parâmetro TR[500, 2000] e com o TR[500, 1000, 2000] obtendo-se os mais altos  $R^2$  (0,84). Também seria de prever pois são as bandas de frequência nas quais o RASTI emite.

A variabilidade dos valores do RASTI é explicada em 77% pelo tempo de reverberação médio TR[500, 1000, 2000] e pelo LAeq(rf) do ruído de fundo, que são as características que mais interferem na definição de cálculo desse parâmetro.

Comparando os resultados obtidos referentes à totalidade das salas de leitura das bibliotecas com os de outros estudos, verifica-se que o valor de  $R^2$  agora encontrado (0,83) se aproxima dos valores já obtidos, sendo inferior ao verificado em claustros “abertos” e superior ao obtido no estudo em igrejas. Importa referir que as bibliotecas estudadas nesta amostra são bastante heterogéneas, tanto nas características arquitectónicas como nas suas dimensões.

Analisando os valores obtidos em cada grupo de bibliotecas, observou-se que a melhor correlação ocorreu no grupo das bibliotecas “Clássicas”, entre o par RASTI e TR[500, 1000, 2000] com  $R^2$  de 0,95, enquanto nas bibliotecas “Modernas” verificou-se entre o RASTI com TR[500, 2000] com  $R^2$  de 0,76. Da análise aos valores obtidos para os dois grupos de bibliotecas, observa-se que o grupo das bibliotecas “Clássicas”, obtiveram-se sempre melhores correlações que o grupo das “Modernas”, tanto para os parâmetros RASTI e TR, como para os parâmetros TR com TR médio. A justificação poderá ser devido à grande homogeneidade das salas das bibliotecas “Clássicas”, relativamente às salas das “Modernas”.

Quando se compararam os valores obtidos nos dois grupos de bibliotecas, com outros estudos similares, observou-se que o valor de  $R^2$  de 0,96 obtido nas bibliotecas “Clássicas” é semelhante ao valor já obtido no trabalho em salas de audiência de tribunais (Monteiro, 2003) com o  $R^2$  de 0,95, enquanto que o resultado obtido, para o grupo das bibliotecas “Modernas”, com o valor de  $R^2$  de 0,73 é idêntico ao valor encontrado no trabalho em igrejas (Carvalho, 1994) que obteve valor de  $R^2$  de 0,74.

Da análise comparativa relativamente a outros trabalhos similares constatou-se que as bibliotecas “Clássicas”, parecem ser mais homogéneas e as suas características acústicas, semelhantes às verificadas nos estudos de salas de audiências de tribunais (Monteiro, 2003) ou em claustros “abertos” (Anabela Carvalho, 2005). Por outro lado, as salas de leitura das bibliotecas “Modernas”, dada a sua heterogeneidade no que diz respeito às dimensões ou até às suas características arquitectónicas, representam uma amostra cujo resultado se aproxima mais do verificado no trabalho em igrejas (Carvalho, 1994).

Analisando os parâmetros acústicos e arquitectónicos, observou-se que para a totalidade das bibliotecas estudadas o Volume das salas é o parâmetro arquitectónico que melhor se correlaciona com os parâmetros acústicos RASTI, como para os parâmetros acústicos TR e TR médio nas várias frequências.

Quando é efectuada a análise ao grupo das bibliotecas “Clássicas” observou-se que a variabilidade dos valores obtidos para o parâmetro acústico RASTI e TR médio é justificado pela Largura e pelo Volume, enquanto que nas bibliotecas “Modernas” o parâmetro arquitectónico mais influente foi a Altura.

Da análise aos valores obtidos de LAr(AVAC) comparando-os com a regulamentação verificou-se que os equipamentos centrais de climatização (AVAC), são ruidosos e não cumprem na maioria dos casos,

as exigências regulamentares. Verificou-se que para o funcionamento contínuo dos equipamentos só 20%, cumpriam os requisitos regulamentares. Contudo, com os equipamentos climatização em funcionamento intermitente verificou-se que 50% das salas de leitura das bibliotecas cumpriam os requisitos regulamentares. Esta conclusão é válida tanto para a anterior regulamentação (R.R.A.E. 2002), como para o actual regulamento (R.R.A.E. 2008).

Refere-se que em nenhuma situação avaliada, se verificou o valor referente ao nível de avaliação  $L_{Ar} \leq 30$  dB, conforme imposto no documento elaborado pelo I.P.L.B. (Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002), para a secção de adultos (sala de leitura).

Considerando agora os valores obtidos para o parâmetro  $TR[500, 1000, 2000]$ , verificou-se que só 14% de todas as bibliotecas, apresentavam um tempo de reverberação médio superior ao limite regulamentar sem a aplicação do factor de incerteza I (duas salas de leitura pertencem ao grupo das bibliotecas “Clássicas” e as outras duas salas ao grupo das bibliotecas “Modernas”). Contudo quando se aplicou esse benefício  $I (=3)$ , então todas cumpriram o limite regulamentar, excepto a Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra a única que se afasta nitidamente do valor máximo regulamentar.

Da análise aos valores obtidos para as curvas de incomodidade, verificou-se que aproximadamente 50% das bibliotecas com equipamentos climatização, apresentavam valores superiores ao que é recomendado ( $NR \leq 35$  ou  $NC \leq 35$ ). No grupo das bibliotecas “Clássicas” o valor médio obtido foi de  $NR = 43$  ( $NC = 42$ ) e no grupo das “Modernas”, o valor médio foi de  $NR = 37$  ( $NC = 36$ ). Contudo é importante salientar que esta análise serviu para identificar as bandas de frequências críticas e então observou-se que o ruído emitido pelos equipamentos instalados nas salas de leitura, em 70% dos casos estudados ocorre nas bandas de frequências dos 500 Hz e 1000 Hz, sendo os ruídos nestas frequências os mais susceptíveis de perturbar e causar incomodidade aos utilizadores.

Da determinação da área de absorção sonora e também dos coeficientes de absorção, de estante com livros, salienta-se que os valores obtidos sobretudo com a estante cheia de livros, têm alguma representatividade dado o grande número de elementos que ocupam o espaço de leitura. Obtiveram-se valores dos coeficientes de absorção  $\alpha \approx 0,3$  para as bandas de frequência entre os 630 Hz e os 5000 Hz. Considera-se no entanto importante, efectuar mais ensaios de absorção sonora, a outros elementos com diferentes configurações e verificar as variações nos coeficientes de absorção sonora agora obtidos, com outro tipo de mobiliário.

## 8.2. PROPOSTAS PARA A REABILITAÇÃO

A regulamentação existente é genérica e não caracteriza adequadamente as bibliotecas, pois estabelece as mesmas exigências acústicas para espaços com utilizações distintas. Por outro lado, a ausência de dados experimentais não permitia conhecer adequadamente a caracterização acústica das bibliotecas. Este trabalho de investigação permitiu apontar indicadores para estes espaços de leitura de modo a torná-los mais adequados aos fins a que se destinam.

Verificou-se também que, as alterações introduzidas pelo entrada em vigor do R.R.A.E. de 2008, não privilegiaram este tipo de locais, seguindo exactamente a linha do anterior regulamento, tanto nos artigos relativos aos equipamentos centrais de climatização como no tempo de reverberação e que, conforme ficou demonstrado neste trabalho, estão desadequados para as bibliotecas.

Desta forma e tentando ir ao encontro do que existe na regulamentação internacional, para as bibliotecas, propõe-se que para os edifícios novos ou a reabilitar destinados a salas de leitura de bibliotecas, sejam tidas em conta exigências mais restritas relativamente ao tempo de reverberação, assim propõe-se que o tempo de reverberação médio de  $TR_{[500,1000,2000]}$  seja inferior ou igual a 1,0 (s).

Limita-se também o nível sonoro dos equipamentos centrais de climatização para as bibliotecas, de tal forma que não dependam do modo de funcionamento, contínuo ou intermitente, nem do tempo de reverberação do local. Assim propõe-se que o nível de avaliação dos equipamentos, LAr seja inferior ou igual a 30 dB.

Devem ser consideradas na avaliação do conforto interior, as curvas de incomodidade NR “noise rating” ou NC “noise criteria” de modo a que não se exceda o valor de NR (ou NC) de 35.

Apresentam-se no quadro 8.1 as recomendações decorrentes desta investigação necessárias a um melhor conforto dos locais destinados a sala de leitura das bibliotecas.

Quadro 8.1 – Valores recomendados para as bibliotecas relativamente aos parâmetros: o tempo de reverberação, nível de avaliação e NR “noise rating” ou NC “noise criteria”.

Recomendações	Salas de leitura de bibliotecas
Tempo de reverberação médio - $TR_{[500,1000,2000]}$	$\leq 1,0$ s
Nível de avaliação (independente do funcionamento) - LAr	$\leq 30$ dB
Curvas de incomodidade NR “noise rating” ou NC “noise criteria”	$\leq 35$

### 8.3. DESENVOLVIMENTOS FUTUROS

De forma a complementar este estudo e torná-lo mais abrangente, entende-se como necessário efectuar mais avaliações, aumentando o número de bibliotecas pertencentes a ambos os grupos, (“Clássicas” e “Modernas”).

- Seria útil estudar a influência e a interferência do ruído proveniente dos locais adjacentes às salas de leitura, por espaços abertos entre pisos, ou vãos de escada que ligam os diversos compartimentos.
- Efectuar avaliações de outros parâmetros acústicos objectivos, nomeadamente ao nível do isolamento sonoro padronizado entre os diferentes compartimentos, a ruídos aéreos ( $DnT,w$ ), a ruídos de percussão ( $L'nT,w$ ) e também caracterizar o isolamento sonoro padronizado com o exterior das salas de leitura ( $D2m,nT,w$ ).
- Será também muito importante alargar este estudo, a outros compartimentos das bibliotecas com funcionalidades muito específicas, como por exemplo, a “sala do conto”, “sala polivalente” e avaliar como as actividades desenvolvidas nessas salas, podem influenciar os utilizadores da sala de leitura.
- Em desenvolvimentos futuros deverão também ser efectuados inquéritos de avaliação subjectiva aos utilizadores, para analisar o nível de incómodo sentido pela utilização multifuncional dos espaços.



# 9

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] <http://www.dglb.pt/sites/DGLB/Portugu%C3%AAs/bibliotecasPublicas/pesquisaBibliotecas/Paginas/pesquisadeBibliotecasPublicas.aspx>, acedido em Janeiro de 2008;
- [2] <http://pt.wikipedia.org/wiki/Biblioteca>, acedido em Fevereiro de 2008;
- [3] Grande Enciclopédia Portuguesa e Brasileira, Lisboa: Editorial Enciclopédia, 1960, volume 4
- [4] Nunes, Henrique Barreto, *da Biblioteca ao Leitor*, Braga 1996;
- [5] <http://www.dglb.pt/sites/DGLB/Portugu%C3%AAs/bibliotecasPublicas/Paginas/manifestoUnescoBibliotecasPublicas.aspx>, acedido em Março de 2008;
- [6] Moura, Maria José (coordenadora), *Leitura Pública: rede de bibliotecas municipais*. Lisboa Secretaria de Estado da Cultura, 1986;
- [7] Moura, Maria José (coordenadora), *Relatório sobre as bibliotecas Públicas em Portugal*. Lisboa, Ministério da Cultura, 1996;
- [8] [http://ambientequalvida.blogs.sapo.pt/arquivo/2005\\_12.html](http://ambientequalvida.blogs.sapo.pt/arquivo/2005_12.html), acedido em Maio de 2008
- [9] [http://www.bnportugal.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=301&Itemid=329](http://www.bnportugal.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=301&Itemid=329), acedido em Maio de 2008
- [10] [http://www.ippar.pt/sites\\_externos/bajuda/index.htm](http://www.ippar.pt/sites_externos/bajuda/index.htm), acedido em Maio de 2008
- [11] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+Municipal+Central+Galveias+-+Lisboa>, acedido em Maio de 2008
- [12] Documentação disponível na Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra.
- [13] <http://www.uc.pt/bguc/BibliotecaGeral/Historia/>, acedido em Maio de 2008
- [14] [http://www.bnportugal.pt/index.php?option=com\\_content&view=article&id=18&Itemid=27](http://www.bnportugal.pt/index.php?option=com_content&view=article&id=18&Itemid=27), acedido em Maio de 2008
- [15] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+P%C3%ABlica+de+Braga>, acedido em Maio de 2008
- [16] <http://www.bpb.uminho.pt/Default.aspx?tabindex=4&tabid=8&pageid=7&lang=pt-PT>, acedido em Maio de 2008

- [17] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+Municipal+de+Campo+Maior> e <http://www.dglb.pt/sites/DGLB/Portugu%C3%AAs/bibliotecasPublicas/pesquisaBibliotecas/Paginas/pesquisaBibliotecasPublicas.aspx>, acedidos em Junho de 2008
- [18] [http://www.cm-castroverde.pt/cm\\_castroverde/cultura/default.asp?t=biblioteca](http://www.cm-castroverde.pt/cm_castroverde/cultura/default.asp?t=biblioteca), acedido em Junho de 2008
- [19] [http://www.evora.net/bpe/sobre\\_bpe.htm](http://www.evora.net/bpe/sobre_bpe.htm), acedido em Julho de 2008
- [20] <http://paginas.fe.up.pt/~sdinf/index.php/publisher/articleview/frmArticleID/153/>, acedido em Julho de 2008
- [21] <http://www.bmfigueirodosvinhos.com.pt/>, acedido em Agosto de 2008
- [22] Documentação disponível na Biblioteca de Gondomar.
- [23] [http://bibliotecaJoanina.uc.pt/a\\_biblioteca?pag=0#t](http://bibliotecaJoanina.uc.pt/a_biblioteca?pag=0#t), acedido em Setembro de 2008
- [24] Documentação disponível na Biblioteca Joanina.
- [25] [http://www.cm-matosinhos.pt/PageGen.aspx?WMCM\\_Paginald=11660](http://www.cm-matosinhos.pt/PageGen.aspx?WMCM_Paginald=11660), acedido em Setembro de 2008
- [26] [http://rcbp.dglb.pt/pt/Bibliotecas/Sites/BM\\_Monforte/Quem%20Somos/Paginas/default.aspx](http://rcbp.dglb.pt/pt/Bibliotecas/Sites/BM_Monforte/Quem%20Somos/Paginas/default.aspx), acedido em Outubro de 2008
- [27] [http://www.bm-ferreiradecastro.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=15&Itemid=85](http://www.bm-ferreiradecastro.com/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=85), acedido em Janeiro de 2009
- [28] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+P%C3%ABblica+Municipal+do+Porto>, acedido em Fevereiro de 2009
- [29] Documentação disponível na Biblioteca Pública Municipal do Porto.
- [30] [http://www.ippar.pt/pls/dippar/pat\\_pesq\\_detalhe?code\\_pass=73483](http://www.ippar.pt/pls/dippar/pat_pesq_detalhe?code_pass=73483), acedido em Abril de 2009
- [31] Documentação disponível na Biblioteca Municipal Manuel de Fonseca – Santiago do Cacém
- [32] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+Municipal+de+Sesimbra?t=anon>, acedido em Abril de 2009
- [33] <http://www.cm-sesimbra.pt/pt/conteudos/areas/bibliotecas+municipais/>, acedido em Abril de 2009
- [34] Documentação disponível na Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima.
- [35] <http://biblioteca.cm-viana-castelo.pt/portalWeb/> e [http://www.cm-viana-castelo.pt/index.php?option=com\\_content&task=view&id=825](http://www.cm-viana-castelo.pt/index.php?option=com_content&task=view&id=825), acedido em Abril de 2009
- [36] <http://www.bm-joseregio.com/portalweb/>, acedido em Maio de 2009
- [37] [http://www.biblioteca.cm-feira.pt/stmfeira/quem\\_somos/historia/1930](http://www.biblioteca.cm-feira.pt/stmfeira/quem_somos/historia/1930), acedido em Maio de 2009
- [38] [http://www.cm-viseu.pt/portal/page?\\_pageid=402,1371239,402\\_1374171&\\_dad=portal&\\_schema=PORTAL](http://www.cm-viseu.pt/portal/page?_pageid=402,1371239,402_1374171&_dad=portal&_schema=PORTAL), acedido em Maio de 2009
- [39] [http://www.cm-gaia.pt/gaia/portal/user/anon/page/CMG\\_0000.psml?categoryOID=F182808080D480GC&contentid=8982809280CO&nl=pt](http://www.cm-gaia.pt/gaia/portal/user/anon/page/CMG_0000.psml?categoryOID=F182808080D480GC&contentid=8982809280CO&nl=pt), acedido em Junho de 2009
- [40] <http://bibliotecas.wetpaint.com/page/Biblioteca+P%C3%ABblica+Municipal+de+Vila+Nova+de+Gaia>, acedido em Junho de 2009

- [41] <http://biblioteca.cm-vilareal.pt/>, acessido em Setembro de 2009
- [42] Oliveira de Carvalho, A.P., *Acústica Ambiental e de Edifícios*, FEUP, 2009
- [43] CEI 60268-16:1998 (*Objective rating of speech intelligibility by the Speech Transmission Index*)
- [44] CEI 60849:1998 (*Sound systems for emergency purposes*)
- [45] Patrício, J. Vicoso, *Acústica nos Edifícios*, 5.<sup>a</sup> Edição, 2008
- [46] F. Alton Everest, *The Master Handbook of Acoustics*, 4.<sup>a</sup> Edição, 2001
- [47] Carvalho, A.P. Oliveira "Influence of Architectural Features and Styles on Various Acoustical Measures in Churches", (Doctoral Dissertation), U of Florida, Dezembro 1994
- [48] Monteiro, Carlos Aquino, "Caracterização Acústica de Salas de Audiências de Tribunais", Tese de Mestrado, U. do Porto, FEUP, Janeiro de 2003
- [49] Carvalho, Anabela P. B., "Caracterização Acústica de Claustros Religiosos Históricos", Tese de Mestrado, U. do Porto, FEUP, Fevereiro 2005
- [50] Vilela, Sílvia Carvalho, "Caracterização da Reabilitação Acústica de Claustros", Tese de Mestrado, U. do Porto, FEUP, Janeiro 2008
- [51] Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 129/2002 de 11 de Maio
- [52] Requisitos de Condicionamento Acústicos – Programa de Apoio às Bibliotecas Municipais, Novembro de 2002
- [53] Regime Legal da Poluição Sonora - Decreto-Lei n.º 292/2000
- [54] EN ISO 3382 – 1997 – Measurement of the reverberation time of rooms with reference to other acoustical parameters
- [55] EN ISO 16032[1-2-3] – 2004 – Measurement of sound pressure level from service equipment in buildings – Engineering method
- [56] Ministère de l'écologie et du développement durable, J. O. n.º 123, França, 28 de Mai de 2003
- [57] Building Regulations 2000 – Building Bulletin 93 – Acoustic Design for Schools, Dr. Trevor Hickman (August, 2003)
- [58] ANSI S12.60:2002 - *American National Standard - Acoustical Performance Criteria, Design Requirements, and Guidelines for Schools (2002)*
- [59] Regulamento Geral sobre o Ruído Decreto-Lei n.º 251/87 (24 de Junho de 1987)
- [60] Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios - R.R.A.E., Decreto-Lei n.º 96/2008
- [61] Bies, D.A. e Hansen, C.H., *Engineering Noise Control – Theory and Practice – Third Edition*, Spon Press, London, 2003
- [62] ISO R/ 1996:1971 – ISO Recommendation R 1996; acoustics, assessment of noise with respect to community response
- [63] NF S 30-010:1974 – AFNOR - Courbes NR D'évaluation du Bruit (1974)
- [64] ANSI S12.2:1995 - *American National Standard - Criteria for Evaluating Room Noise*
- [65] ASHRAE – *American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers*
- [66] Crocker, M.J., *Handbook of Noise and Vibration Control*, John Wiley & Sons, Inc., New Jersey, 2007

- [67] BS 8233:1999 – *British Standards Institution* - Sound Insulation and Noise Reduction for Buildings
- [68] ANSI/ASA S12.2:2008 - *American National Standard*, Criteria for Evaluating Room Noise
- [69] Isbert, Antoni Catrrión, *Diseño acústico de espacios arquitectónicos*, 1998
- [70] Vér & Beranek, *Noise and Vibration Control Engineering, Principles and Applications* - L. Beranek  
Janeiro 2005
- [71] EN ISO 354:2007 – *Acústica. Medição da Absorção Sonora em Câmara Reverberante*
- [72] ISO 266:1997, *Acoustics – Preferred frequencies*
- [73] EN 12354-6:2003 *Building Acoustics – Estimation of acoustic performance of buildings from the performance of elements – Part 6: Sound absorption in enclosed spaces*
- [74] *A Acústica nos Edifícios – Materiais e Sistemas Absorventes Sonoros – Odete Domingues* - LNEC, 2005

## **ANEXO A**

### **FICHAS DE REGISTO DAS MEDIÇÕES**

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: \_\_ / \_\_ / 2009 Hora: \_\_: \_\_

Local: \_\_\_\_\_

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: \_\_/\_\_/2009 Hora: \_\_:\_\_

Local: \_\_\_\_\_

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
31						
63						
125						
250						
500						
1000						
2000						
4000						
8000						

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
31						
63						
125						
250						
500						
1000						
2000						
4000						
8000						

Observações:



## **ANEXO B**

### **FICHAS COM OS RESULTADOS OBTIDOS NAS MEDIÇÕES**

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 16 /02/2009 Hora: 09:30

Local: Biblioteca Municipal de Almeida Garrett (Porto)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,13	1,10	1,04	1,16	1,06	0,83	0,75	0,66
2	1,18	1,20	1,11	1,16	1,04	0,83	0,76	0,66
3	1,28	1,08	1,13	1,19	0,99	0,85	0,75	0,66
4	1,13	1,46	1,03	1,10	1,00	0,84	0,77	0,67
5	1,44	1,28	1,18	1,14	1,06	0,82	0,75	0,67
6	1,13	1,16	1,13	1,20	1,03	0,86	0,74	0,67
7	0,98	1,29	1,15	1,12	1,11	0,84	0,74	0,67
8	1,23	1,41	1,05	1,15	1,02	0,84	0,78	0,67
9	1,04	1,17	1,05	1,14	1,08	0,82	0,76	0,66

Observações:

**RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	58	59	58	59	60	0,59
2	67	66	67	67	67	0,67
3	72	73	74	72	73	0,73
4	51	52	52	51	52	0,52
5	56	56	55	55	56	0,56
6	67	68	66	68	67	0,67
7	45	45	45	44	45	0,45
8	54	53	53	53	52	0,53
9	58	60	59	58	60	0,59

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 16 /02/2009 Hora: 09:30

Local: Biblioteca Municipal de Almeida Garrett (Porto)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,5	32,3	32,9	33,4	33,6	33,7

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	55,0	55,0	55,0	55,9	55,8	55,6
<b>63</b>	45,9	45,5	45,0	45,2	45,2	45,2
<b>125</b>	40,7	40,1	39,6	39,5	39,4	39,3
<b>250</b>	35,1	34,3	34,2	34,3	34,3	34,4
<b>500</b>	28,3	28,4	29,2	29,7	30,3	30,3
<b>1000</b>	27,8	27,9	28,8	29,7	29,8	30,0
<b>2000</b>	21,1	21,0	22,0	22,2	22,4	22,4
<b>4000</b>	15,9	15,6	16,6	17,0	17,2	17,5
<b>8000</b>	12,9	12,8	13,2	13,3	13,3	13,4

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	35,8	37,0	37,3	37,8	38,5	37,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	60,8	55,7	55,8	54,5	58,5	57,4
<b>63</b>	49,1	44,1	44,1	44,3	47,5	49,4
<b>125</b>	44,3	38,8	38,6	40,9	42,2	44,6
<b>250</b>	35,1	36,0	35,6	37,6	38,3	37,0
<b>500</b>	32,8	35,0	35,5	34,8	34,8	32,2
<b>1000</b>	31,1	32,5	33,0	34,9	35,3	34,3
<b>2000</b>	23,8	27,2	27,6	25,5	28,3	26,5
<b>4000</b>	19,6	21,4	21,9	20,9	24,4	23,0
<b>8000</b>	16,1	16,5	17,0	16,3	18,5	18,2

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 16 /05/2008 Hora: 12:30

Local: Biblioteca do Palácio da Ajuda (Lisboa)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,98	0,72	0,73	0,87	0,89	0,93	0,86	0,69
2	0,97	0,66	1,02	0,85	0,86	0,85	0,77	0,67
3	3,81	0,69	0,90	0,90	0,88	0,87	0,77	0,68
4	0,78	0,78	0,87	0,94	0,90	0,87	0,83	0,71
5	9,14	0,58	0,75	0,83	0,80	0,85	0,81	0,91
6	0,82	0,67	0,79	0,91	0,89	0,90	0,81	0,71
7	1,01	0,74	0,72	0,91	0,89	0,90	0,81	0,72
8	1,46	0,78	0,87	0,94	0,91	0,90	0,83	0,73
9	0,68	0,62	0,79	0,75	0,85	0,88	0,82	0,72

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	média
1	76	78	77	77	77	0,77
2	79	79	80	78	80	0,79
3	88	87	87	87	88	0,87
4	70	71	71	70	71	0,71
5	73	73	74	74	74	0,74
6	76	75	76	75	76	0,76
7	66	64	64	65	65	0,65
8	67	68	68	68	67	0,68
9	70	70	71	70	70	0,70

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 16 /05/2008 Hora: 12:30

Local: Biblioteca do Palácio da Ajuda (Lisboa)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	25,9	26,1	26,6	26,5	26,7	26,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	43,4	44,8	45,4	44,6	44,3	46,1
<b>63</b>	39,9	41,0	41,6	42,0	41,8	41,8
<b>125</b>	29,4	30,2	30,6	30,2	32,4	34,6
<b>250</b>	26,5	26,5	26,5	26,4	27,1	26,6
<b>500</b>	21,9	22,1	22,5	22,2	22,6	22,2
<b>1000</b>	17,8	18,6	19,7	19,3	19,3	18,7
<b>2000</b>	18,0	17,9	18,6	18,4	18,4	17,6
<b>4000</b>	15,9	16,1	16,7	17,5	17,4	16,9
<b>8000</b>	14,0	14,3	14,3	13,9	13,8	13,6

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 31 /03/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo (Alverca do Ribatejo)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,50	0,97	0,53	0,47	0,52	0,59	0,57	0,54
2	3,03	0,76	0,55	0,53	0,47	0,59	0,61	0,53
3	2,38	0,79	0,55	0,51	0,49	0,59	0,59	0,56
4	1,46	1,55	0,51	0,47	0,50	0,58	0,58	0,55
5	-	0,86	0,62	0,51	0,51	0,61	0,62	0,58
6	1,52	1,06	0,64	0,52	0,56	0,69	0,67	0,84
7	1,30	0,78	0,56	0,50	0,38	0,55	0,56	0,49
8	1,83	0,69	0,54	0,46	0,44	0,56	0,57	0,53
9	2,50	0,70	0,41	0,45	0,48	0,56	0,55	0,49

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	78	77	77	78	76	0,77
2	81	80	82	80	81	0,81
3	82	82	83	81	82	0,82
4	75	74	75	74	73	0,74
5	76	76	77	75	75	0,76
6	72	72	71	70	71	0,71
7	72	73	73	71	71	0,72
8	69	68	68	68	67	0,68
9	66	67	66	66	65	0,66

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 31 /03/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal de Alverca do Ribatejo (Alverca do Ribatejo)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	30,6	29,0	32,4	30,6	32,9	28,9

### Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – Leq (rf) em dB

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	49,0	52,4	50,5	52,0	51,0	51,4
<b>63</b>	46,9	45,8	47,5	48,4	47,3	49,8
<b>125</b>	40,6	37,6	39,0	39,5	39,8	37,0
<b>250</b>	30,8	30,8	33,6	31,7	34,2	30,3
<b>500</b>	26,2	26,2	29,0	26,9	30,2	25,3
<b>1000</b>	23,1	20,3	25,3	22,8	25,9	20,1
<b>2000</b>	22,5	18,8	24,5	21,5	24,0	18,6
<b>4000</b>	16,8	15,4	16,5	14,5	17,0	13,1
<b>8000</b>	13,3	13,9	13,5	13,0	15,2	12,7

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	42,5	43,7	42,1	43,0	41,7	42,3

### Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – Leq (AVAC) em dB

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	56,4	56,1	58,0	55,0	55,6	55,1
<b>63</b>	55,6	58,4	56,9	56,3	54,3	55,1
<b>125</b>	49,9	51,1	51,2	49,9	50,7	51,6
<b>250</b>	44,4	45,5	43,9	44,4	44,5	45,0
<b>500</b>	40,3	40,7	39,2	40,6	38,5	38,8
<b>1000</b>	36,6	38,6	36,3	37,6	35,7	36,5
<b>2000</b>	31,1	31,9	30,2	31,9	29,9	29,9
<b>4000</b>	22,7	24,6	23,0	25,2	23,0	21,4
<b>8000</b>	16,7	19,2	15,2	20,4	18,8	17,1

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 19 /05/2008 Hora: 11:45

Local: Biblioteca Municipal Central - Palácio de Galveias (Lisboa)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,92	1,07	1,07	1,07	1,23	1,26	1,14	0,92
2	1,04	1,09	1,05	1,16	1,26	1,15	1,08	0,87
3	1,12	1,08	1,06	1,15	1,20	1,22	1,11	0,88
4	1,31	0,99	1,19	1,19	1,20	1,24	1,16	0,93
5	-	0,98	1,04	1,07	1,19	1,24	1,14	0,91
6	3,96	1,10	1,08	1,03	1,21	1,24	1,12	0,94
7	1,69	0,96	1,13	1,10	1,22	1,30	1,11	0,92
8	2,01	1,19	1,11	1,14	1,18	1,23	1,16	0,95
9	3,47	1,11	1,14	1,03	1,21	1,24	1,15	0,95

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	60	61	62	62	61	0,61
2	64	64	65	65	65	0,65
3	68	68	67	68	68	0,68
4	61	60	60	61	60	0,60
5	62	61	62	61	60	0,61
6	64	63	63	63	61	0,63
7	56	55	56	57	56	0,56
8	57	57	57	58	58	0,57
9	58	58	58	57	57	0,58

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 19 /05/2008 Hora: 11:45

Local: Biblioteca Municipal Central - Palácio de Galveias (Lisboa)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,5	33,8	33,4	33,8	33,9	33,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	61,0	61,2	58,3	57,3	55,1	54,4
<b>63</b>	52,7	52,3	50,9	50,6	49,8	50,1
<b>125</b>	41,3	42,0	40,7	41,6	39,5	38,7
<b>250</b>	35,1	35,1	33,6	33,7	33,5	32,7
<b>500</b>	29,6	30,4	29,9	30,7	31,8	31,2
<b>1000</b>	26,6	26,4	26,1	27,0	27,4	27,5
<b>2000</b>	21,5	22,3	23,6	23,6	23,6	23,7
<b>4000</b>	18,2	21,5	22,4	21,9	21,7	21,4
<b>8000</b>	13,4	13,5	15,9	15,4	15,2	14,8

**Observações:**

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

**Observações:** Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 04 /09/2008 Hora: 20:00

Local: Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra (Coimbra)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	3,74	3,23	3,11	3,27	3,47	3,10	2,56	1,95
2	3,83	3,49	3,09	3,28	3,46	3,13	2,52	1,92
3	3,88	3,09	3,21	3,46	3,54	3,18	2,55	2,04
4	3,03	3,46	3,26	3,33	3,45	3,15	2,57	2,31
5	2,98	3,03	3,06	3,46	3,47	3,17	2,57	2,09
6	5,00	3,11	3,09	3,40	3,44	3,19	2,60	2,10
7	3,46	3,33	3,30	3,27	3,50	3,14	2,61	2,13
8	3,84	3,25	2,90	3,44	3,45	3,10	2,57	2,05
9	4,12	3,43	3,25	3,52	3,46	3,16	2,56	2,12

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	42	40	41	41	41	0,41
2	48	47	47	46	46	0,47
3	52	51	50	51	51	0,51
4	35	35	34	35	34	0,35
5	37	37	37	36	37	0,37
6	39	39	38	39	39	0,39
7	34	33	33	34	33	0,33
8	36	36	36	35	36	0,36
9	39	40	40	39	39	0,39

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 04 /09/2008 Hora: 20:00

Local: Biblioteca Geral da Universidade de Coimbra (Coimbra)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,3	29,9	29,8	29,5	29,3	29,1

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	51,5	48,4	48,0	48,8	48,7	48,7
<b>63</b>	47,1	47,2	47,0	47,0	46,7	46,5
<b>125</b>	38,5	38,3	38,0	37,6	37,4	37,2
<b>250</b>	37,0	33,0	33,1	32,4	32,2	31,9
<b>500</b>	31,4	26,3	26,4	25,8	25,6	25,4
<b>1000</b>	25,0	21,7	21,7	21,2	21,0	20,8
<b>2000</b>	19,5	17,2	17,2	17,5	17,4	17,3
<b>4000</b>	18,5	17,3	17,3	17,4	17,5	17,5
<b>8000</b>	13,8	13,2	13,2	13,2	13,3	13,4

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 17 /05/2008 Hora: 15:45

Local: Biblioteca Nacional de Portugal (Lisboa)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	3,40	1,92	1,93	2,07	1,87	1,92	1,71	1,40
2	2,93	2,96	2,19	2,18	1,89	2,00	1,74	1,41
3	4,41	3,31	2,15	2,07	1,98	1,91	1,76	1,43
4	2,76	2,66	2,06	2,01	1,99	1,98	1,75	1,53
5	2,61	2,43	2,08	2,03	2,00	1,91	1,76	1,41
6	2,04	2,64	2,14	2,10	1,90	1,98	1,80	1,38
7	-	2,74	2,13	2,11	1,98	1,92	1,83	1,50
8	2,25	2,96	1,94	2,04	1,92	1,93	1,76	1,56
9	3,54	2,46	1,90	2,15	1,84	1,94	1,72	1,37

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	51	51	52	52	52	0,52
2	59	59	60	59	60	0,59
3	63	62	63	62	63	0,63
4	50	49	49	48	49	0,49
5	54	53	52	52	53	0,53
6	56	55	56	56	56	0,56
7	44	44	45	44	45	0,44
8	46	46	46	47	45	0,46
9	51	51	50	51	51	0,51

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 17 /05/2008 Hora: 15:45

Local: Biblioteca Nacional de Portugal (Lisboa)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	35,1	34,2	34,6	34,3	34,5	34,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	46,1	48,3	47,6	47,8	47,9	47,1
<b>63</b>	47,0	43,1	42,9	43,6	43,7	45,3
<b>125</b>	39,0	37,4	37,6	37,4	37,5	38,2
<b>250</b>	35,6	32,9	34,1	34,0	34,1	35,1
<b>500</b>	30,8	29,2	29,8	29,5	29,8	30,1
<b>1000</b>	30,2	29,4	29,4	29,1	29,3	29,7
<b>2000</b>	27,5	27,2	28,0	27,5	27,9	27,2
<b>4000</b>	20,3	21,1	20,9	20,9	21,5	21,0
<b>8000</b>	15,6	16,2	15,7	15,4	15,8	16,1

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	48,0	47,8	47,6	48,0	47,5	47,2

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	60,4	60,1	60,7	60,4	60,4	60,3
<b>63</b>	56,4	56,8	57,6	57,7	57,4	57,2
<b>125</b>	58,8	58,0	57,7	58,5	57,9	57,4
<b>250</b>	52,8	53,0	52,6	53,3	52,7	52,3
<b>500</b>	43,9	44,4	43,7	43,2	42,7	42,4
<b>1000</b>	36,2	35,7	36,5	36,3	36,2	36,1
<b>2000</b>	33,5	32,5	33,9	33,6	33,5	33,6
<b>4000</b>	28,0	27,1	29,5	29,1	29,1	29,3
<b>8000</b>	20,4	20,6	24,1	23,4	23,5	23,5

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 12 /11/2008 Hora: 13:45

Local: Biblioteca Pública de Braga (Braga)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,13	1,10	1,04	1,16	1,06	0,83	0,75	0,66
2	1,18	1,20	1,11	1,16	1,04	0,83	0,76	0,66
3	1,28	1,08	1,13	1,19	0,99	0,85	0,75	0,66
4	1,13	1,46	1,03	1,10	1,00	0,84	0,77	0,67
5	1,44	1,28	1,18	1,14	1,06	0,82	0,75	0,67
6	1,13	1,16	1,13	1,20	1,03	0,86	0,74	0,67
7	0,98	1,29	1,15	1,12	1,11	0,84	0,74	0,67
8	1,23	1,41	1,05	1,15	1,02	0,84	0,78	0,67
9	1,04	1,17	1,05	1,14	1,08	0,82	0,76	0,66

Observações:

**RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	60	61	61	61	61	0,61
2	66	65	66	64	65	0,65
3	69	70	69	70	70	0,70
4	59	58	58	59	59	0,59
5	62	62	62	62	62	0,62
6	65	64	64	64	64	0,64
7	57	57	58	57	57	0,57
8	59	59	59	58	60	0,59
9	61	61	62	61	61	0,61

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 12 /11/2008 Hora: 13:45

Local: Biblioteca Pública de Braga (Braga)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	26,3	26,6	26,5	26,4	26,5	26,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	32,1	37,0	36,5	36,8	36,8	38,4
<b>63</b>	37,0	37,6	37,2	36,9	36,7	36,6
<b>125</b>	29,9	32,2	32,1	31,9	31,7	31,6
<b>250</b>	23,7	23,9	24,0	23,4	25,3	25,2
<b>500</b>	22,7	22,5	22,4	22,4	22,4	22,5
<b>1000</b>	19,4	19,4	19,1	18,9	18,7	18,8
<b>2000</b>	19,5	19,9	19,8	19,8	19,7	19,7
<b>4000</b>	16,8	17,1	17,0	17,0	16,9	16,9
<b>8000</b>	12,4	14,3	14,1	13,9	13,8	13,6

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	46,2	46,1	46,2	46,5	46,3	46,3

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	35,4	38,5	38,7	39,8	38,9	40,6
<b>63</b>	40,2	41,4	41,1	41,1	40,4	41,1
<b>125</b>	42,3	43,0	43,3	43,8	43,2	44,8
<b>250</b>	44,2	44,2	44,8	45,3	44,5	44,1
<b>500</b>	43,9	44,0	44,0	44,2	44,1	44,4
<b>1000</b>	42,5	42,5	42,5	42,8	42,6	42,4
<b>2000</b>	37,3	37,0	37,1	37,5	37,2	37,4
<b>4000</b>	29,4	29,3	29,3	29,6	29,3	30,2
<b>8000</b>	20,4	18,1	18,4	18,7	18,5	21,7

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 21 /04/2008 Hora: 16:45

Local: Biblioteca Municipal de Campo Maior (Campo Maior)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,15	1,67	1,27	1,29	1,36	1,35	1,22	0,00
2	1,97	1,13	1,16	1,26	1,25	1,18	1,05	0,00
3	1,86	1,30	1,22	1,21	1,37	1,23	1,13	0,00
4	2,08	1,65	1,44	1,36	1,37	1,34	1,26	0,00
5	2,20	1,44	1,30	1,37	1,39	1,37	1,28	0,00
6	2,41	1,35	1,26	1,30	1,42	1,40	1,24	0,00
7	2,42	1,46	1,32	1,40	1,38	1,44	1,24	0,00
8	2,51	1,48	1,29	1,48	1,48	1,41	1,30	0,00
9	2,19	1,36	1,37	1,45	1,48	1,48	1,34	0,00

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	61	60	61	60	61	0,61
2	64	65	66	64	64	0,65
3	70	71	70	70	71	0,70
4	59	59	60	60	61	0,60
5	63	62	63	62	63	0,63
6	65	66	66	67	66	0,66
7	60	59	60	58	58	0,59
8	62	61	60	61	61	0,61
9	63	63	63	62	63	0,63

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 21 /04/2008 Hora: 16:45

Local: Biblioteca Municipal de Campo Maior (Campo Maior)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,3	33,8	33,2	34,0	33,8	34,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	43,0	52,7	37,1	47,4	43,8	47,3
<b>63</b>	40,8	44,3	36,7	40,0	41,3	40,9
<b>125</b>	35,3	33,5	33,9	34,8	35,6	36,3
<b>250</b>	29,8	29,9	31,7	30,1	32,1	29,8
<b>500</b>	26,9	27,4	27,0	27,5	27,7	27,0
<b>1000</b>	25,0	26,3	24,9	26,6	25,8	26,6
<b>2000</b>	25,7	26,0	25,5	26,1	25,9	27,0
<b>4000</b>	27,6	27,8	27,3	28,3	27,9	29,6
<b>8000</b>	22,2	22,9	21,9	23,1	22,7	24,9

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	52,9	53,2	53,0	52,7	59,4	59,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	48,0	50,6	49,0	49,3	60,5	57,7
<b>63</b>	48,5	47,7	48,3	47,5	52,6	54,8
<b>125</b>	52,8	52,6	53,4	52,9	60,4	60,5
<b>250</b>	52,5	53,5	52,2	55,8	61,7	62,8
<b>500</b>	52,5	52,5	52,6	51,6	58,6	58,7
<b>1000</b>	46,3	46,4	46,6	45,3	52,7	53,1
<b>2000</b>	44,3	44,7	44,3	43,6	48,9	49,5
<b>4000</b>	38,4	39,9	38,7	38,0	44,6	44,9
<b>8000</b>	31,7	34,4	31,7	31,3	38,5	38,9

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 05 /04/2008 Hora: 17:45

Local: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca (Castro Verde)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	6,99	1,07	0,80	0,77	0,69	0,64	0,61	0,53
2	1,72	0,98	0,75	0,87	0,72	0,71	0,64	0,55
3	1,02	0,88	0,72	0,76	0,70	0,67	0,63	0,55
4	1,64	0,84	0,80	0,80	0,73	0,69	0,66	0,57
5	2,20	0,85	0,79	0,78	0,71	0,70	0,66	0,59
6	2,55	1,09	0,78	0,79	0,74	0,75	0,69	0,72
7	4,05	0,73	0,83	0,84	0,74	0,75	0,74	1,29
8	2,02	1,08	0,81	0,88	0,77	0,75	0,78	0,70
9	1,75	1,16	0,87	0,96	0,80	0,74	0,80	0,81

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	68	69	69	68	67	0,68
2	72	73	72	72	71	0,72
3	75	74	76	74	73	0,74
4	64	63	65	63	62	0,63
5	66	67	66	65	65	0,66
6	70	69	70	68	67	0,69
7	59	59	58	59	57	0,58
8	61	61	62	60	59	0,61
9	66	65	66	64	65	0,65

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 05 /04/2008 Hora: 17:45

Local: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca (Castro Verde)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	36,0	35,9	36,0	36,3	36,4	36,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	38,1	38,1	38,9	39,8	44,6	44,0
<b>63</b>	33,3	34,5	37,9	40,0	35,2	36,5
<b>125</b>	35,2	35,1	35,4	35,7	34,7	35,1
<b>250</b>	34,2	33,7	33,5	33,5	32,1	32,6
<b>500</b>	34,7	34,0	33,9	33,8	29,1	30,6
<b>1000</b>	29,3	29,0	30,1	30,1	28,1	28,5
<b>2000</b>	25,5	26,1	25,9	26,3	24,3	25,5
<b>4000</b>	28,4	28,9	28,6	29,4	33,2	33,4
<b>8000</b>	21,1	20,9	21,0	22,0	20,1	21,0

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	58,5	59,7	58,0	57,5	53,3	50,9

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	59,8	59,5	57,6	54,8	55,3	54,1
<b>63</b>	56,6	61,6	56,1	60,3	57,2	53,0
<b>125</b>	57,6	58,1	55,3	58,9	57,3	52,5
<b>250</b>	54,0	56,1	54,3	56,8	53,3	49,7
<b>500</b>	54,7	57,7	54,7	54,0	50,6	48,4
<b>1000</b>	53,8	54,8	53,4	52,4	47,9	45,9
<b>2000</b>	51,3	51,6	50,3	49,5	44,3	42,2
<b>4000</b>	48,9	48,5	47,6	46,9	41,4	39,4
<b>8000</b>	40,2	40,0	38,3	38,5	34,7	31,6

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 05 /04/2008 Hora: 13:25

Local: Biblioteca Pública de Évora (Évora)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	0,67	0,74	1,06	1,35	1,43	1,32	1,25	0,95
2	-	0,74	0,89	1,25	1,35	1,35	1,24	1,05
3	5,13	0,56	1,02	1,23	1,34	1,39	1,21	0,97
4	-	0,64	1,00	1,21	1,37	1,35	1,27	1,05
5	0,87	0,77	1,00	1,24	1,26	1,40	1,25	1,04
6	1,03	0,70	0,97	1,27	1,28	1,34	1,23	1,06
7	0,93	0,69	0,97	1,15	1,21	1,34	1,17	1,00
8	6,24	0,77	0,97	1,17	1,30	1,32	1,19	1,03
9	1,63	0,68	1,01	1,11	1,25	1,34	1,19	1,01

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	66	65	66	66	65	0,66
2	68	67	67	68	67	0,67
3	71	72	72	72	71	0,72
4	56	56	55	56	54	0,55
5	57	58	58	58	57	0,58
6	63	62	62	63	63	0,63
7	53	52	53	53	51	0,52
8	54	53	54	53	52	0,53
9	57	58	58	58	56	0,57

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 05 /04/2008 Hora: 13:25

Local: Biblioteca Pública de Évora (Évora)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,4	32,3	31,6	32,4	32,3	31,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	52,3	51,5	50,1	52,3	51,5	50,1
<b>63</b>	47,9	46,5	44,7	47,9	46,5	44,7
<b>125</b>	41,5	39,9	38,0	41,5	39,9	38,0
<b>250</b>	31,6	31,5	29,8	31,6	31,5	29,8
<b>500</b>	29,4	29,2	27,8	29,4	29,2	27,8
<b>1000</b>	25,9	27,0	27,0	25,9	27,0	27,0
<b>2000</b>	21,0	21,0	20,8	21,0	21,0	20,8
<b>4000</b>	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9	20,9
<b>8000</b>	17,5	17,6	18,0	17,5	17,6	18,0

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 26 /02/2009 Hora: 19:45

Local: Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Porto)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,29	1,55	1,38	1,26	1,10	0,89	0,76	0,62
2	2,25	1,29	1,27	1,24	1,18	0,91	0,76	0,62
3	2,73	1,41	1,23	1,20	1,15	0,93	0,79	0,64
4	2,26	1,83	1,40	1,28	1,23	0,98	0,82	0,68
5	2,54	1,55	1,35	1,32	1,25	1,03	0,83	0,72
6	2,02	1,83	1,48	1,29	1,26	1,02	0,82	0,71
7	3,15	1,97	1,38	1,34	1,27	0,93	0,83	0,67
8	4,05	1,67	1,47	1,36	1,30	1,03	0,83	0,73
9	4,92	1,74	1,47	1,24	1,24	0,95	0,81	0,69

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	65	66	65	67	66	0,66
2	69	71	69	72	70	0,70
3	74	76	75	74	75	0,75
4	65	63	62	64	63	0,63
5	66	67	67	68	66	0,67
6	69	68	70	71	72	0,70
7	64	63	63	62	63	0,63
8	66	64	65	63	65	0,65
9	66	67	67	65	66	0,66

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 26 /02/2009 Hora: 19:45

Local: Biblioteca da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto (Porto)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,7	32,6	34,7	33,6	34,1	32,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	47,8	43,3	46,9	46,3	44,5	43,0
<b>63</b>	42,1	44,7	43,3	44,1	44,3	44,6
<b>125</b>	37,8	37,1	37,2	37,1	37,2	38,3
<b>250</b>	35,4	35,2	36,1	34,7	35,9	34,3
<b>500</b>	30,7	29,3	31,7	30,8	31,5	28,8
<b>1000</b>	28,6	27,1	30,0	28,7	29,2	27,5
<b>2000</b>	24,6	23,7	26,0	25,0	24,9	23,6
<b>4000</b>	17,3	15,3	18,6	16,5	17,4	15,1
<b>8000</b>	13,0	12,5	13,5	12,9	13,0	12,9

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	44,9	43,5	45,1	43,8	44,4	43,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	57,3	57,8	57,8	57,4	57,3	55,4
<b>63</b>	50,7	51,8	51,1	52,1	51,2	52,9
<b>125</b>	43,8	41,8	43,5	41,0	42,5	42,0
<b>250</b>	38,8	38,4	38,9	38,2	38,9	38,2
<b>500</b>	42,1	40,8	42,1	40,9	41,5	41,0
<b>1000</b>	40,5	39,7	41,3	40,0	40,5	39,7
<b>2000</b>	38,1	35,7	37,7	36,2	37,2	35,5
<b>4000</b>	30,0	26,5	29,8	27,6	28,6	26,3
<b>8000</b>	18,1	17,5	19,6	23,7	17,6	18,6

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 09 /07/2008 Hora: 13:30

Local: Biblioteca Municipal Simões de Almeida (tio) (Figueiró dos Vinhos)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,31	1,00	0,79	0,83	0,79	0,79	0,79	0,69
2	1,33	1,14	0,76	0,76	0,80	0,81	0,79	0,72
3	1,85	1,03	0,83	0,78	0,83	0,83	0,77	0,69
4	1,70	1,16	1,03	0,86	0,86	0,83	0,80	0,72
5	1,72	1,19	0,82	0,85	0,82	0,83	0,79	0,69
6	1,17	1,18	0,87	0,89	0,84	0,81	0,82	0,76
7	1,31	1,23	0,80	0,82	0,86	0,83	0,79	0,73
8	2,29	1,26	0,90	0,76	0,83	0,81	0,81	0,73
9	1,99	1,10	0,85	0,80	0,82	0,84	0,80	0,72

Observações:

**RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	70	69	69	69	68	0,69
2	73	72	72	72	73	0,72
3	75	74	74	75	74	0,74
4	64	65	66	66	64	0,65
5	68	68	68	68	69	0,68
6	72	71	70	72	72	0,71
7	61	61	60	60	59	0,60
8	64	64	62	62	60	0,62
9	68	68	69	68	67	0,68

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 09 /07/2008 Hora: 13:30

Local: Biblioteca Municipal Simões de Almeida (tio) (Figueiró dos Vinhos)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,6	32,2	32,0	32,1	31,9	32,0

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	45,4	45,9	45,8	45,8	45,8	46,3
<b>63</b>	43,1	48,0	47,3	47,4	46,9	46,9
<b>125</b>	45,2	42,9	43,0	43,1	43,1	43,3
<b>250</b>	34,2	33,7	33,6	33,6	33,5	33,5
<b>500</b>	29,5	29,3	29,0	29,1	28,8	28,8
<b>1000</b>	24,4	24,7	24,3	24,4	24,1	24,2
<b>2000</b>	20,0	20,5	20,2	20,2	20,0	20,1
<b>4000</b>	13,8	14,8	14,4	14,5	14,2	14,2
<b>8000</b>	12,5	13,0	12,8	12,8	12,7	12,7

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	42,5	42,6	43,6	43,7	43,7	43,7

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	50,7	50,8	52,2	52,1	52,7	52,7
<b>63</b>	53,8	53,8	50,1	50,1	50,9	51,0
<b>125</b>	49,5	49,5	51,5	51,5	51,5	51,5
<b>250</b>	46,8	46,9	47,4	47,5	47,4	47,4
<b>500</b>	39,4	39,4	40,8	40,8	41,3	41,3
<b>1000</b>	36,9	36,9	37,7	37,8	37,5	37,4
<b>2000</b>	28,5	28,5	29,5	29,5	30,6	30,6
<b>4000</b>	24,3	24,3	25,5	25,5	26,5	26,5
<b>8000</b>	16,6	16,6	17,5	17,6	17,9	17,9

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 26 /01/2009 Hora: 16:15

Local: Biblioteca Municipal de Gondomar (Gondomar)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,10	1,46	1,47	1,39	1,43	1,42	1,27	1,03
2	2,28	1,77	1,45	1,40	1,42	1,38	1,26	1,00
3	1,39	1,62	1,44	1,41	1,47	1,47	1,30	1,07
4	-	1,98	1,63	1,62	1,52	1,48	1,35	1,13
5	1,62	1,52	1,46	1,50	1,46	1,47	1,33	1,13
6	1,92	1,95	1,43	1,49	1,51	1,46	1,32	1,16
7	-	1,61	1,46	1,62	1,49	1,49	1,37	1,15
8	3,94	1,75	1,54	1,42	1,45	1,52	1,34	1,17
9	2,51	1,95	1,49	1,58	1,51	1,52	1,37	1,17

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	59	61	59	62	61	0,60
2	65	66	67	66	65	0,66
3	68	69	67	68	68	0,68
4	60	60	59	61	59	0,60
5	61	62	61	62	63	0,62
6	64	66	63	64	63	0,64
7	56	58	58	58	57	0,57
8	58	58	59	59	59	0,59
9	62	63	62	62	61	0,62

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 26 /01/2009 Hora: 16:15

Local: Biblioteca Municipal de Gondomar (Gondomar)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	31,3	32,0	32,4	32,7	32,8	32,9

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	52,5	52,6	52,8	53,3	53,5	53,5
<b>63</b>	50,1	49,6	49,2	49,0	48,8	48,8
<b>125</b>	41,7	41,7	42,0	42,0	42,3	42,3
<b>250</b>	32,6	33,2	33,8	33,8	34,0	33,9
<b>500</b>	26,1	27,9	28,7	28,7	28,8	28,8
<b>1000</b>	23,3	24,6	25,0	25,3	25,8	26,4
<b>2000</b>	21,1	21,5	22,1	23,3	23,2	23,4
<b>4000</b>	15,8	16,3	17,8	18,8	18,0	17,8
<b>8000</b>	13,2	13,4	14,3	15,7	14,9	14,8

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	41,0	40,7	40,2	40,8	41,0	40,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	59,5	59,1	59,5	58,5	58,4	58,4
<b>63</b>	53,5	53,8	54,4	54,1	54,0	53,8
<b>125</b>	52,8	52,2	51,2	52,2	52,6	52,2
<b>250</b>	40,9	40,6	40,2	41,0	41,2	41,0
<b>500</b>	37,4	37,6	37,4	37,5	37,5	37,4
<b>1000</b>	33,2	33,1	33,1	33,2	33,1	33,2
<b>2000</b>	27,1	26,8	26,6	26,7	26,7	26,9
<b>4000</b>	21,6	21,2	20,4	19,9	20,0	20,1
<b>8000</b>	17,2	16,6	15,7	15,3	15,3	15,2

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 01 /09/2008 Hora: 18:30

Local: Biblioteca Joanina (Coimbra)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	0,97	0,93	0,95	1,07	1,13	1,09	1,04	0,88
2	0,96	0,94	1,06	1,12	1,12	1,08	1,01	0,88
3	1,86	1,06	1,20	1,28	1,19	1,17	1,07	0,92
4	0,95	1,36	1,16	1,18	1,27	1,20	1,12	0,97
5	1,13	1,24	1,11	1,21	1,21	1,16	1,10	0,94
6	0,94	1,13	1,05	1,21	1,29	1,19	1,11	0,99
7	0,97	1,01	1,09	1,25	1,26	1,18	1,13	1,01
8	1,30	1,21	1,16	1,24	1,24	1,16	1,13	1,08
9	0,90	1,14	1,16	1,26	1,27	1,26	1,18	1,01

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	73	72	73	73	71	0,72
2	73	73	72	73	73	0,73
3	73	74	74	73	74	0,74
4	58	57	58	57	56	0,57
5	60	59	59	59	60	0,59
6	62	61	61	61	61	0,61
7	51	50	51	51	50	0,51
8	57	58	57	57	58	0,57
9	59	59	60	58	59	0,59

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 01 /09/2008 Hora: 18:30

Local: Biblioteca Joanina (Coimbra)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	22,4	22,3	22,2	22,1	22,3	22,4

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	41,3	41,2	41,1	41,0	40,9	41,2
<b>63</b>	34,7	34,6	34,7	34,9	35,0	36,1
<b>125</b>	27,1	27,0	26,9	26,9	27,1	27,6
<b>250</b>	25,2	25,0	24,9	24,9	25,0	24,5
<b>500</b>	17,3	17,2	17,1	16,9	17,4	17,4
<b>1000</b>	14,1	14,0	13,9	13,7	14,3	14,6
<b>2000</b>	12,5	12,3	12,2	12,1	12,1	12,6
<b>4000</b>	12,4	12,3	12,3	12,2	12,1	12,2
<b>8000</b>	13,9	13,7	13,6	13,5	13,4	13,2

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 17 /01/2009 Hora: 15:00

Local: Biblioteca Municipal Florbela Espanca (Matosinhos)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,55	1,13	0,83	1,07	1,15	0,89	0,75	0,60
2	1,66	1,14	0,92	1,12	1,15	0,82	0,78	0,63
3	1,44	1,25	0,87	1,10	1,11	0,93	0,85	0,70
4	1,39	1,06	0,89	1,22	1,22	1,05	0,93	0,76
5	1,85	1,21	0,90	1,20	1,24	1,04	0,91	0,73
6	2,48	1,17	1,10	1,21	1,24	1,03	0,92	0,76
7	1,76	1,22	1,06	1,27	1,30	1,12	0,93	0,79
8	1,81	1,34	0,92	1,22	1,30	1,08	0,97	0,78
9	1,89	1,19	0,88	1,30	1,27	1,07	0,92	0,77

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	73	73	74	73	75	0,74
2	75	75	76	75	75	0,75
3	78	78	77	78	77	0,78
4	68	67	68	67	68	0,68
5	70	70	70	70	71	0,70
6	72	73	72	71	72	0,72
7	62	62	63	62	62	0,62
8	63	64	65	64	63	0,64
9	67	68	67	67	68	0,67

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 17 /01/2009 Hora: 15:00

Local: Biblioteca Municipal Florbela Espanca (Matosinhos)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,1	32,2	32,5	32,4	33,2	33,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	45,7	45,7	46,1	46,0	45,4	45,5
<b>63</b>	47,4	47,6	47,2	47,1	46,7	46,4
<b>125</b>	40,4	40,3	41,8	41,7	41,7	42,0
<b>250</b>	31,0	30,9	31,4	31,3	32,0	32,1
<b>500</b>	27,9	28,0	28,1	28,0	28,6	28,5
<b>1000</b>	27,2	27,3	27,3	27,2	28,9	29,5
<b>2000</b>	23,3	23,4	24,1	24,0	24,5	24,8
<b>4000</b>	16,1	16,3	16,5	16,4	17,1	16,9
<b>8000</b>	12,3	12,6	13,0	12,9	13,9	13,8

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	38,4	39,8	38,5	39,1	38,5	38,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	52,5	53,0	50,1	54,5	53,4	54,4
<b>63</b>	50,7	50,6	54,7	52,4	53,8	52,9
<b>125</b>	41,6	42,0	43,1	42,6	45,4	44,5
<b>250</b>	36,5	36,3	35,8	35,2	35,4	35,1
<b>500</b>	34,9	36,4	34,8	35,1	35,2	35,6
<b>1000</b>	34,8	36,3	34,6	35,6	34,3	35,1
<b>2000</b>	29,1	31,0	29,0	30,5	28,9	29,3
<b>4000</b>	24,2	25,9	23,8	24,5	22,0	22,2
<b>8000</b>	14,9	16,1	15,3	17,2	14,8	15,3

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 28 /04/2008 Hora: 16:30

Local: Biblioteca Municipal de Monforte (Monforte)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,56	1,29	1,31	1,14	1,22	1,24	1,14	0,89
2	1,70	1,22	1,26	1,15	1,19	1,17	1,12	1,01
3	1,50	1,36	1,17	1,15	1,19	1,27	1,13	0,97
4	1,61	1,42	1,36	1,29	1,42	1,24	1,14	0,88
5	1,66	1,30	1,34	1,25	1,32	1,27	1,20	0,86
6	2,03	1,36	1,27	1,23	1,27	1,31	1,17	0,94
7	1,48	1,27	1,27	1,20	1,31	1,25	1,19	1,09
8	1,61	1,51	1,31	1,34	1,34	1,31	1,18	1,10
9	1,42	1,38	1,38	1,39	1,29	1,29	1,27	0,99

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	68	68	66	67	68	0,67
2	71	69	69	69	71	0,70
3	73	72	71	72	71	0,72
4	61	60	62	61	62	0,61
5	64	64	64	63	65	0,64
6	65	64	65	65	66	0,65
7	57	56	55	55	56	0,56
8	58	57	59	58	58	0,58
9	60	59	60	60	61	0,60

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 28 /04/2008 Hora: 16:30

Local: Biblioteca Municipal de Monforte (Monforte)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	34,6	35,1	36,7	37,2	37,4	35,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	45,4	46,7	48,2	46,73	46,9	44,03
<b>63</b>	40,5	39,2	47,1	43,45	43,45	40,67
<b>125</b>	35,8	37,4	38,5	44,4	44,05	41,17
<b>250</b>	34,3	36,1	40,3	39,08	39,6	36,87
<b>500</b>	33,7	33,9	34,2	33,68	34,05	32,5
<b>1000</b>	26,9	27,4	28,7	29,6	30,3	28,93
<b>2000</b>	24,7	25,7	26,4	27,83	27,55	26,47
<b>4000</b>	23,1	22,1	23,1	25,45	25,3	25,07
<b>8000</b>	20,5	20,6	19,3	22,23	22,7	22,8

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 01 /10/2008 Hora: 11:45

Local: Biblioteca Municipal Ferreira de Castro (Oliveira de Azeméis)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,24	1,36	1,13	1,21	1,27	1,35	1,32	1,15
2	1,50	1,19	1,22	1,31	1,24	1,41	1,36	1,17
3	1,87	1,49	1,15	1,25	1,25	1,43	1,32	1,15
4	1,74	1,34	1,08	1,28	1,37	1,46	1,39	1,23
5	2,39	1,14	1,14	1,20	1,30	1,50	1,39	1,23
6	1,51	1,29	1,30	1,28	1,32	1,47	1,38	1,21
7	1,40	1,56	1,40	1,42	1,42	1,50	1,42	1,22
8	-	1,71	1,27	1,39	1,39	1,50	1,44	1,31
9	-	1,57	1,38	1,32	1,49	1,61	1,57	1,43

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	64	65	64	64	64	0,64
2	66	66	65	64	65	0,65
3	67	6	67	67	66	0,55
4	55	57	56	56	56	0,56
5	58	58	57	58	57	0,58
6	54	55	54	54	55	0,54
7	52	51	52	52	53	0,52
8	53	54	53	54	54	0,54
9	51	52	52	51	52	0,52

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 01/10/2008 Hora: 11:45

Local: Biblioteca Municipal Ferreira de Castro (Oliveira de Azeméis)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,5	33,6	33,4	33,5	33,5	33,4

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	49,4	49,8	48,8	48,8	50,1	49,1
<b>63</b>	52,2	51,9	43,2	47,7	48,0	42,2
<b>125</b>	39,8	39,5	39,9	39,4	40,7	40,7
<b>250</b>	35,7	35,7	36,1	35,5	36,5	35,4
<b>500</b>	31,9	31,9	31,3	30,6	31,2	31,2
<b>1000</b>	27,4	27,7	27,4	27,8	27,1	27,7
<b>2000</b>	20,3	20,4	22,4	23,2	21,3	21,9
<b>4000</b>	13,7	13,6	15,3	17,2	14,6	17,5
<b>8000</b>	12,1	12,0	12,4	12,7	11,9	14,3

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	38,0	37,9	37,0	37,2	37,2	37,3

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	58,6	58,6	59,3	56,3	55,8	56,2
<b>63</b>	52,7	52,8	48,5	55,0	52,5	53,6
<b>125</b>	43,5	44,3	41,8	41,3	41,6	41,5
<b>250</b>	39,2	39,1	37,5	38,2	38,5	38,6
<b>500</b>	35,2	35,6	34,3	34,5	34,7	34,7
<b>1000</b>	31,8	31,5	31,1	31,1	31,4	31,3
<b>2000</b>	28,7	28,5	28,4	27,6	27,6	27,4
<b>4000</b>	24,9	24,2	25,0	23,8	23,6	23,8
<b>8000</b>	14,5	14,4	15,2	14,6	14,8	15,1

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 07 /07/2008 Hora: 14:15

Local: Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro (Oliveira do Bairro)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	4,02	2,33	1,68	1,42	1,30	1,14	1,02	0,81
2	4,48	2,49	1,69	1,39	1,21	1,19	1,08	0,82
3	4,38	2,77	1,65	1,32	1,27	1,19	1,09	0,86
4	3,35	1,98	1,42	1,32	1,27	1,18	1,06	0,83
5	3,98	2,24	1,60	1,39	1,28	1,18	1,10	0,86
6	4,68	2,35	1,44	1,33	1,32	1,21	1,06	0,86
7	4,74	2,74	1,67	1,43	1,30	1,21	1,09	0,89
8	8,33	1,79	1,53	1,32	1,20	1,13	0,96	0,76
9	5,79	2,04	1,49	1,30	1,29	1,18	1,10	0,87

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	58	59	59	58	57	0,58
2	60	60	60	61	62	0,61
3	64	65	64	63	65	0,64
4	55	54	56	56	56	0,55
5	58	58	58	59	59	0,58
6	62	62	62	62	63	0,62
7	54	54	55	54	55	0,54
8	57	57	57	58	57	0,57
9	60	60	61	60	61	0,60

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 07 /07/2008 Hora: 14:15

Local: Biblioteca Municipal de Oliveira do Bairro (Oliveira do Bairro)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,1	32,0	32,5	32,6	32,9	33,1

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	53,3	53,2	53,0	53,0	54,0	54,1
<b>63</b>	50,8	50,5	50,2	50,1	50,1	50,1
<b>125</b>	39,8	39,7	39,6	39,5	39,5	39,6
<b>250</b>	32,5	32,4	32,6	32,6	33,3	33,3
<b>500</b>	28,6	28,6	28,9	29,1	29,4	29,4
<b>1000</b>	26,4	26,3	27,0	27,2	27,3	27,5
<b>2000</b>	21,2	21,2	22,3	22,8	23,0	23,6
<b>4000</b>	16,0	16,2	18,1	18,5	18,8	19,2
<b>8000</b>	13,6	13,6	14,6	14,7	14,9	15,0

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

Observações: Não avaliado porque não existe sistema centralizado de AVAC

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 05 /01/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal Pública do Porto

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,07	1,34	1,00	1,27	1,20	1,25	1,16	0,94
2	2,93	1,34	1,04	1,26	1,18	1,26	1,17	0,97
3	2,23	1,16	1,12	1,16	1,18	1,25	1,17	0,92
4	2,14	1,35	0,99	1,10	1,21	1,23	1,21	0,98
5	2,46	1,36	1,15	1,20	1,26	1,29	1,21	2,02
6	2,04	1,57	1,07	1,08	1,22	1,22	1,18	0,98
7	1,78	1,41	1,20	1,28	1,28	1,23	1,20	1,02
8	2,24	1,32	1,08	1,19	1,21	1,23	1,19	1,03
9	2,30	1,37	1,01	1,14	1,18	1,23	1,20	1,04

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	62	63	63	62	63	0,63
2	67	67	66	66	67	0,67
3	70	71	70	70	72	0,71
4	57	56	58	57	58	0,57
5	58	57	58	57	58	0,58
6	59	58	59	59	58	0,59
7	52	51	52	52	51	0,52
8	54	53	53	54	54	0,54
9	54	55	55	56	55	0,55

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 05 /01/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal Pública do Porto

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	32,8	32,4	31,9	33,0	33,1	33,2

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	53,3	53,7	52,5	52,2	53,2	52,6
<b>63</b>	50,5	50,7	51,6	51,7	50,9	51,4
<b>125</b>	38,8	37,1	38,2	39,0	38,0	38,4
<b>250</b>	30,1	29,5	30,2	31,3	29,9	30,5
<b>500</b>	28,2	25,9	25,3	26,0	26,5	25,9
<b>1000</b>	26,8	26,2	25,7	26,3	26,2	26,1
<b>2000</b>	25,2	25,9	24,6	26,4	25,2	25,4
<b>4000</b>	20,4	21,4	20,3	22,1	20,7	21,0
<b>8000</b>	16,2	16,2	15,0	15,0	15,8	15,3

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	46,6	45,4	44,5	44,3	45,6	44,9

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	56,1	58,8	53,9	54,4	56,3	54,9
<b>63</b>	52,7	51,4	54,9	54,2	53,0	54,0
<b>125</b>	43,6	43,3	44,1	45,5	43,7	44,4
<b>250</b>	46,3	45,5	44,0	45,2	45,3	44,8
<b>500</b>	44,5	43,5	42,5	42,0	43,5	42,7
<b>1000</b>	42,0	40,9	40,1	39,7	41,0	40,3
<b>2000</b>	38,0	36,8	35,5	35,3	36,8	35,9
<b>4000</b>	30,2	29,4	28,2	27,5	29,3	28,3
<b>8000</b>	19,7	19,5	18,7	19,3	19,3	19,1

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 07 /04/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca – Santiago do Cacém (Santiago do Cacém)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,77	1,71	0,93	0,90	1,00	0,94	0,82	0,66
2	4,47	1,62	1,16	0,95	1,01	0,88	0,85	0,73
3	2,03	1,81	1,28	1,00	1,12	0,94	0,86	0,69
4	11,52	1,87	1,49	1,11	1,16	1,10	1,08	0,88
5	1,95	1,79	1,41	1,17	1,19	1,08	1,08	0,86
6	1,30	1,52	1,56	1,31	1,30	1,30	1,17	0,94
7	2,30	1,56	1,37	1,28	1,39	1,35	1,21	1,64
8	3,73	1,60	1,27	1,21	1,40	1,29	1,25	1,40
9	1,96	1,76	1,35	1,35	1,41	1,34	1,27	1,06

**Observações:****RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	72	71	71	70	71	0,71
2	71	70	71	69	70	0,70
3	69	71	70	71	71	0,70
4	67	66	67	67	66	0,67
5	65	64	63	64	63	0,64
6	62	62	63	61	63	0,62
7	60	59	59	58	58	0,59
8	57	58	58	57	58	0,58
9	55	57	56	55	57	0,56

**Observações:**

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 07 /04/2008 Hora: 12:00

Local: Biblioteca Municipal Manuel da Fonseca – Santiago do Cacém (Santiago do Cacém)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	37,8	36,9	38,2	39,2	41,1	42,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	52,9	53,7	53,0	53,1	51,7	52,7
<b>63</b>	52,0	51,1	50,8	53,0	52,1	51,8
<b>125</b>	44,2	43,4	43,6	44,5	46,3	46,1
<b>250</b>	37,0	37,3	38,5	39,4	42,8	47,5
<b>500</b>	34,9	32,9	34,6	35,4	38,0	39,6
<b>1000</b>	32,6	31,6	33,4	34,6	36,2	36,9
<b>2000</b>	28,8	27,8	29,1	30,2	31,5	31,0
<b>4000</b>	20,6	23,1	23,6	24,0	25,3	23,5
<b>8000</b>	17,2	19,9	19,6	19,4	20,3	18,1

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	43,8	43,6	44,1	44,5	44,8	45,1

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	53,9	54,9	54,5	54,3	54,0	56,8
<b>63</b>	59,7	59,4	50,7	50,7	50,8	50,8
<b>125</b>	47,4	47,2	50,5	50,4	50,8	51,0
<b>250</b>	51,0	50,4	44,5	45,2	45,8	46,3
<b>500</b>	39,6	40,0	42,1	42,8	43,1	43,4
<b>1000</b>	35,0	35,3	39,8	39,9	40,0	40,1
<b>2000</b>	30,0	30,0	32,7	33,0	33,1	33,4
<b>4000</b>	24,4	24,1	25,1	25,9	26,3	26,9
<b>8000</b>	20,7	20,4	18,9	19,7	20,4	20,9

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 07 /04/2008 Hora: 18:00

Local: Biblioteca Municipal de Sesimbra (Sesimbra)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,41	0,83	1,27	1,47	1,50	1,51	1,43	1,20
2	1,59	1,08	1,18	1,47	1,51	1,48	1,47	1,20
3	2,34	1,14	1,16	1,44	1,51	1,52	1,46	1,20
4	1,34	1,10	1,05	1,34	1,55	1,44	1,52	1,30
5	1,41	1,04	1,17	1,38	1,54	1,49	1,46	1,24
6	-	1,42	1,13	1,37	1,55	1,50	1,48	1,28
7	1,46	1,02	1,16	1,35	1,58	1,49	1,47	1,28
8	5,07	1,28	1,32	1,43	1,51	1,55	1,48	1,25
9	-	1,42	1,15	1,29	1,48	1,52	1,51	1,27

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	67	67	68	67	66	0,67
2	68	68	70	68	69	0,69
3	70	69	71	70	70	0,70
4	63	62	64	62	63	0,63
5	64	66	66	64	65	0,65
6	68	67	66	66	67	0,67
7	56	56	55	55	56	0,56
8	60	59	58	58	59	0,59
9	60	61	62	61	62	0,61

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 07 /04/2008 Hora: 18:00

Local: Biblioteca Municipal de Sesimbra (Sesimbra)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	33,3	33,1	33,2	34,0	34,2	33,0

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	57,3	55,9	61,2	60,2	57,6	54,4
<b>63</b>	48,2	49,8	51,4	51,2	51,9	49,0
<b>125</b>	39,3	38,9	37,8	38,3	38,8	37,2
<b>250</b>	31,9	31,3	31,1	32,1	32,0	30,7
<b>500</b>	31,2	30,5	30,2	30,8	30,3	29,5
<b>1000</b>	26,8	27,0	27,3	28,4	29,6	26,4
<b>2000</b>	24,6	24,3	24,1	25,4	25,1	24,0
<b>4000</b>	18,4	18,6	19,0	20,3	20,1	8,1
<b>8000</b>	13,3	13,3	13,6	14,3	15,0	13,0

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	37,7	37,7	37,3	40,2	40,4	40,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	62,1	63,6	62,5	56,9	56,9	58,6
<b>63</b>	48,6	49,0	50,5	54,1	54,2	54,6
<b>125</b>	43,9	43,8	43,6	45,9	45,8	45,5
<b>250</b>	36,5	36,2	35,5	38,8	38,8	39,4
<b>500</b>	34,6	34,3	33,7	35,0	35,1	36,0
<b>1000</b>	31,8	31,8	32,2	36,7	37,0	37,1
<b>2000</b>	30,2	30,3	29,2	30,7	30,8	30,5
<b>4000</b>	23,1	23,5	22,4	24,3	24,2	23,9
<b>8000</b>	14,1	15,3	14,7	17,5	17,6	17,0

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 28 /10/2008 Hora: 10:30

Local: Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima (Santo Tirso)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,13	1,49	1,29	1,38	1,53	1,41	1,26	1,07
2	0,81	1,23	1,32	1,42	1,52	1,39	1,29	1,07
3	1,25	1,31	1,23	1,36	1,50	1,38	1,29	1,09
4	1,57	1,27	1,26	1,42	1,54	1,40	1,31	1,12
5	1,10	1,33	1,35	1,45	1,58	1,44	1,30	1,13
6	3,28	1,26	1,26	1,47	1,59	1,42	1,33	1,19
7	4,63	1,45	1,33	1,54	1,59	1,44	1,35	1,84
8	5,88	1,51	1,33	1,47	1,62	1,46	1,33	1,18
9	-	1,48	1,33	1,51	1,62	1,45	1,35	1,25

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	54	53	54	53	54	0,54
2	59	58	57	57	57	0,58
3	61	62	62	61	62	0,62
4	52	52	52	53	52	0,52
5	53	53	54	54	54	0,54
6	56	56	55	56	56	0,56
7	49	48	49	48	49	0,49
8	51	51	50	51	51	0,51
9	52	52	52	53	52	0,52

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 28 /10/2008 Hora: 10:30

Local: Biblioteca Municipal Professor Joaquim Pires de Lima (Santo Tirso)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	31,3	31,5	31,7	31,7	31,6	31,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	54,1	53,0	53,0	52,1	51,5	51,4
<b>63</b>	50,2	51,1	51,3	51,9	52,1	52,0
<b>125</b>	36,9	36,6	36,6	36,7	36,7	37,1
<b>250</b>	34,4	35,0	35,3	35,3	35,3	35,5
<b>500</b>	29,0	28,7	28,7	28,8	28,5	28,7
<b>1000</b>	23,3	23,1	23,1	23,1	22,7	23,1
<b>2000</b>	18,9	18,5	19,1	18,3	17,9	18,3
<b>4000</b>	14,2	14,0	15,3	14,4	14,4	14,6
<b>8000</b>	12,1	12,1	12,8	12,4	12,5	12,6

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	39,0	39,6	39,0	39,3	39,2	39,0

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	55,4	51,4	54,1	50,9	51,6	50,0
<b>63</b>	53,0	52,9	53,7	52,6	52,4	53,5
<b>125</b>	47,2	48,3	47,6	47,9	47,4	47,3
<b>250</b>	41,0	41,5	40,9	41,6	41,3	40,7
<b>500</b>	36,7	36,5	36,6	36,4	36,3	35,6
<b>1000</b>	33,3	33,5	32,9	33,0	33,0	32,8
<b>2000</b>	26,2	28,1	26,4	27,4	27,7	28,0
<b>4000</b>	18,2	22,7	19,4	21,9	22,5	23,7
<b>8000</b>	13,1	17,3	14,6	16,5	17,3	17,9

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 27 /10/2008 Hora: 09:45

Local: Biblioteca Municipal de Viana do Castelo (Viana do Castelo)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,35	0,93	0,95	1,12	1,21	1,17	1,09	0,90
2	1,90	0,90	0,88	0,95	1,22	1,16	1,07	0,91
3	3,08	0,90	0,93	1,05	1,22	1,20	1,13	0,95
4	-	1,51	0,94	1,07	1,21	1,19	1,12	0,97
5	-	1,07	1,11	1,11	1,23	1,22	1,15	0,98
6	-	2,01	1,15	1,17	1,29	1,31	1,18	1,03
7	-	1,45	1,06	1,16	1,29	1,31	1,19	1,04
8	-	2,97	1,03	1,19	1,29	1,30	1,20	1,05
9	-	1,40	1,05	1,19	1,31	1,34	1,23	1,10

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	61	62	61	61	62	0,61
2	64	63	64	63	63	0,63
3	65	64	65	65	66	0,65
4	55	54	54	55	55	0,55
5	56	56	57	56	56	0,56
6	61	62	62	62	61	0,62
7	52	52	51	50	50	0,51
8	53	54	54	53	53	0,53
9	57	58	58	57	57	0,57

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 27 /10/2008 Hora: 09:45

Local: Biblioteca Municipal de Viana do Castelo (Viana do Castelo)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	31,9	31,9	31,4	31,3	31,1	31,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	49,5	51,6	51,2	51,3	50,0	52,0
<b>63</b>	46,4	47,9	47,4	47,3	47,3	47,7
<b>125</b>	35,7	36,5	36,3	36,3	36,3	36,5
<b>250</b>	32,8	33,1	32,5	32,4	32,5	33,0
<b>500</b>	28,8	29,1	28,6	28,5	28,5	28,9
<b>1000</b>	27,4	26,9	26,2	25,9	25,7	25,9
<b>2000</b>	20,7	21,8	21,5	21,1	20,8	21,6
<b>4000</b>	11,5	11,7	12,5	12,0	12,2	13,2
<b>8000</b>	9,9	10,3	9,0	10,9	9,4	9,8

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	37,6	37,3	37,2	36,5	36,2	37,1

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	54,4	53,6	55,7	54,0	53,9	54,7
<b>63</b>	48,4	48,5	49,3	49,6	49,1	49,8
<b>125</b>	42,9	43,0	42,5	42,1	41,2	42,3
<b>250</b>	39,9	39,6	41,2	39,3	38,7	40,1
<b>500</b>	35,6	35,4	35,4	34,7	35,0	35,5
<b>1000</b>	32,6	32,2	31,1	31,0	30,4	31,5
<b>2000</b>	23,6	23,4	22,2	22,9	22,2	22,4
<b>4000</b>	15,4	15,3	14,3	17,1	15,3	15,4
<b>8000</b>	14,6	12,5	12,3	14,5	14,4	13,9

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 10 /09/2008 Hora: 09:30

Local: Biblioteca Municipal José Régio (Vila do Conde)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,38	1,22	1,03	1,01	1,14	1,15	1,13	1,01
2	1,72	1,21	1,06	1,05	1,14	1,14	1,11	0,97
3	1,08	1,26	1,06	1,00	1,12	1,19	1,13	0,96
4	11,43	0,94	1,05	1,07	1,12	1,14	1,13	0,97
5	1,86	1,26	1,02	1,11	1,17	1,12	1,14	1,01
6	1,44	1,20	1,07	1,08	1,07	1,17	1,14	0,99
7	1,25	1,18	1,04	1,10	1,13	1,10	1,13	1,00
8	1,42	1,27	1,00	1,08	1,12	1,16	1,12	0,98
9	1,36	1,09	1,04	1,12	1,17	1,15	1,14	1,03

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	62	62	62	61	62	0,62
2	66	67	66	66	67	0,66
3	69	69	70	70	71	0,70
4	58	58	57	57	57	0,57
5	60	58	58	59	59	0,59
6	63	64	63	64	64	0,64
7	56	56	56	57	56	0,56
8	58	57	57	58	58	0,58
9	60	61	61	61	62	0,61

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 10 /09/2008 Hora: 09:30

Local: Biblioteca Municipal José Régio (Vila do Conde)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (rf) dB</b>	31,7	31,9	31,9	31,8	31,9	32,0

### Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – Leq (rf) em dB

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>	51,8	51,8	52,0	51,9	51,8	51,7
<b>63</b>	45,5	45,3	46,0	45,9	45,8	45,7
<b>125</b>	38,8	38,6	39,2	39,2	39,0	38,9
<b>250</b>	31,5	31,3	31,3	31,2	31,3	31,3
<b>500</b>	28,4	28,4	28,3	28,2	28,6	28,8
<b>1000</b>	28,0	28,4	28,2	28,1	28,1	28,1
<b>2000</b>	18,9	19,0	19,0	19,2	19,4	19,6
<b>4000</b>	14,1	14,3	14,3	15,5	16,0	16,5
<b>8000</b>	13,0	12,9	12,8	13,0	13,3	13,6

**Observações:**

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) <b>com filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>LAeq (AVAC) dB</b>						

### Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – Leq (AVAC) em dB

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>31</b>						
<b>63</b>						
<b>125</b>						
<b>250</b>						
<b>500</b>						
<b>1000</b>						
<b>2000</b>						
<b>4000</b>						
<b>8000</b>						

**Observações:** Não avaliado porque o sistema centralizado de AVAC encontrava-se avariado

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 08 /09/2008 Hora: 11:00

Local: Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira (Santa Maria da Feira)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	8,30	2,38	2,03	1,89	1,88	1,77	1,69	1,37
2	2,95	2,03	1,91	1,88	1,92	1,86	1,69	1,39
3	3,40	2,06	1,83	1,83	1,88	1,83	1,67	1,39
4	2,86	2,28	1,87	1,93	1,88	1,88	1,73	1,46
5	2,90	2,35	1,91	1,88	1,95	1,88	1,68	1,45
6	3,71	2,15	1,95	1,96	1,90	1,82	1,71	1,40
7	3,54	2,08	1,95	1,86	1,94	1,88	1,76	1,47
8	2,73	2,02	1,87	1,84	1,86	1,90	1,71	1,43
9	3,42	2,23	2,08	1,92	1,91	1,79	1,67	1,40

Observações:

**RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	54	53	52	53	52	0,53
2	58	59	59	59	58	0,59
3	61	62	62	62	61	0,62
4	48	49	48	48	48	0,48
5	52	52	51	52	52	0,52
6	54	54	55	55	56	0,55
7	46	46	46	45	45	0,46
8	48	47	48	47	49	0,48
9	53	53	55	52	53	0,53

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)

Data: 08 /09/2008 Hora: 11:00

Local: Biblioteca Municipal de Santa Maria da Feira (Santa Maria da Feira)

### I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	31,6	31,9	31,8	31,6	31,5	31,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	44,8	44,7	45,7	46,9	46,7	46,6
<b>63</b>	46,1	46,0	47,0	46,9	46,6	47,3
<b>125</b>	39,2	39,1	38,7	38,3	38,1	38,1
<b>250</b>	32,5	33,6	33,3	33,0	32,9	32,9
<b>500</b>	28,3	28,4	28,2	28,2	28,1	28,5
<b>1000</b>	25,4	25,5	25,4	25,3	25,2	25,1
<b>2000</b>	23,0	23,2	23,1	23,0	23,0	22,7
<b>4000</b>	18,0	18,2	18,4	18,3	18,1	17,8
<b>8000</b>	13,9	14,0	14,2	14,4	14,3	14,1

Observações:

### II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	48,7	48,4	47,2	47,4	47,1	46,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	63,1	62,7	63,5	63,9	64,0	63,5
<b>63</b>	57,5	56,8	58,0	56,6	56,3	55,7
<b>125</b>	48,3	46,6	47,5	47,0	46,9	46,3
<b>250</b>	44,5	44,2	43,8	43,6	43,2	43,0
<b>500</b>	43,3	42,4	42,2	41,8	41,6	41,3
<b>1000</b>	45,0	44,7	43,2	43,7	43,4	42,9
<b>2000</b>	41,5	41,3	39,9	39,9	39,6	39,1
<b>4000</b>	37,4	38,0	36,2	36,4	36,0	35,4
<b>8000</b>	25,6	26,2	24,8	25,5	25,0	24,2

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 10 /11/2008 Hora: 23:30

Local: Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva (Viseu)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,81	1,81	1,66	1,78	1,70	1,59	1,41	1,13
2	3,02	1,60	1,64	1,71	1,69	1,59	1,40	1,14
3	2,96	1,57	1,68	1,80	1,65	1,58	1,39	1,16
4	3,82	1,87	1,63	1,74	1,69	1,63	1,46	1,21
5	2,43	1,76	1,74	1,81	1,74	1,61	1,44	1,23
6	2,41	1,74	1,68	1,69	1,69	1,60	1,48	1,23
7	2,99	1,80	1,85	1,86	1,69	1,62	1,47	1,24
8	2,13	1,60	1,72	1,83	1,72	1,60	1,50	1,44
9	2,73	1,69	1,63	1,77	1,77	1,61	1,48	1,31

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	58	58	59	58	59	0,58
2	60	60	59	59	60	0,60
3	62	62	61	61	61	0,61
4	49	49	49	48	49	0,49
5	51	52	52	51	52	0,52
6	54	54	54	53	54	0,54
7	46	46	45	46	47	0,46
8	46	47	48	47	48	0,47
9	44	45	45	44	45	0,45

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 10 /11/2008 Hora: 23:30

Local: Biblioteca Municipal D. Miguel da Silva (Viseu)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	30,3	30,5	30,6	30,6	30,6	30,4

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	44,9	44,8	44,8	45,0	44,9	44,8
<b>63</b>	45,7	45,7	45,6	46,1	46,0	45,8
<b>125</b>	34,5	34,7	34,8	35,2	35,0	34,9
<b>250</b>	28,8	29,2	29,1	29,5	29,4	29,5
<b>500</b>	26,8	26,6	26,6	26,5	26,3	26,2
<b>1000</b>	23,7	24,0	24,1	24,1	24,1	23,9
<b>2000</b>	24,1	24,5	24,8	24,7	24,7	24,5
<b>4000</b>	16,4	16,5	16,7	16,7	16,8	16,7
<b>8000</b>	13,5	13,4	13,6	13,5	13,6	13,6

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	40,9	41,0	41,0	40,9	40,8	40,6

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit.	Pontos de medição					
Freq - Hz	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	50,3	50,2	50,6	50,5	50,3	50,6
<b>63</b>	46,6	46,4	46,6	46,5	46,5	46,1
<b>125</b>	43,8	43,9	44,2	44,3	44,2	44,0
<b>250</b>	42,7	42,8	42,9	42,8	42,7	42,4
<b>500</b>	39,8	39,9	39,8	39,9	39,7	39,6
<b>1000</b>	35,0	35,1	35,1	35,1	35,0	34,8
<b>2000</b>	30,4	30,2	30,2	30,1	30,1	29,7
<b>4000</b>	23,1	22,9	22,7	22,7	22,7	22,5
<b>8000</b>	16,4	16,3	16,1	16,0	16,3	16,3

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI**

Data: 16 /01/2009 Hora: 23:45

Local: Biblioteca Pública Municipal de Vila Nova de Gaia (Vila Nova de Gaia)

**TR**

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	2,83	0,88	0,78	0,45	0,46	0,46	0,42	0,42
2	1,97	0,92	0,77	0,51	0,47	0,44	0,42	0,42
3	1,54	1,05	0,75	0,58	0,50	0,54	0,51	0,49
4	1,13	1,09	0,72	0,56	0,51	0,55	0,53	0,54
5	2,56	0,82	0,69	0,54	0,49	0,55	0,55	0,51
6	1,73	0,88	0,67	0,56	0,51	0,54	0,53	0,50
7	1,04	1,03	0,79	0,59	0,57	0,57	0,55	0,56
8	11,93	0,83	0,76	0,62	0,55	0,56	0,56	0,55
9	1,68	1,04	0,86	0,54	0,59	0,60	0,62	0,59

Observações:

**RASTI**

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	81	82	82	81	81	0,81
2	84	84	83	84	83	0,84
3	86	86	86	85	86	0,86
4	72	74	72	71	71	0,72
5	76	75	74	75	75	0,75
6	76	77	76	77	78	0,77
7	68	67	67	68	69	0,68
8	71	72	71	73	73	0,72
9	75	74	73	73	74	0,74

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 16 /01/2009 Hora: 23:45

Local: Biblioteca Pública Municipal de Vila Nova de Gaia (Vila Nova de Gaia)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	30,0	29,7	30,3	30,9	31,9	31,8

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	45,8	45,8	49,7	47,3	48,6	49,0
<b>63</b>	49,4	48,6	48,9	48,9	45,0	47,1
<b>125</b>	38,4	38,4	40,1	40,3	38,5	38,5
<b>250</b>	34,6	34,5	35,1	36,2	37,9	37,6
<b>500</b>	23,8	23,4	24,2	24,8	26,5	26,6
<b>1000</b>	21,5	21,0	21,2	21,4	23,1	22,9
<b>2000</b>	14,8	14,5	14,7	15,4	16,1	17,1
<b>4000</b>	12,3	12,2	12,3	12,9	12,7	14,4
<b>8000</b>	12,2	12,1	12,2	12,5	12,4	12,4

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	41,1	38,1	39,5	37,6	39,1	38,4

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	52,1	51,5	51,2	51,6	50,3	50,5
<b>63</b>	52,2	50,1	53,5	51,7	49,9	49,4
<b>125</b>	48,8	46,3	48,1	46,0	47,2	46,0
<b>250</b>	43,3	41,1	41,8	41,4	42,5	42,0
<b>500</b>	40,5	36,6	38,0	35,3	37,4	36,6
<b>1000</b>	32,2	29,4	31,3	29,0	30,9	30,0
<b>2000</b>	28,6	26,1	27,1	25,1	26,9	26,0
<b>4000</b>	20,3	16,6	17,9	17,7	19,5	18,4
<b>8000</b>	16,0	13,5	14,0	15,2	16,0	15,2

Observações:

## FICHA MEDIÇÕES – TR e RASTI

Data: 14 /01/2009 Hora: 19:45

Local: Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira (Vila Real)

### TR

Avaliação do Tempo de Reverberação (bandas de 1/1 oitava de 63 a 8000 Hz)

Pontos de medição	Frequência Hz							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
1	1,71	0,64	0,53	0,58	0,73	1,04	0,73	0,61
2	1,19	0,78	0,48	0,62	0,77	0,99	0,76	0,90
3	0,65	0,54	0,55	0,58	0,75	0,84	0,74	0,60
4	1,72	0,69	0,54	0,63	0,80	1,04	0,81	0,67
5	1,05	0,77	0,53	0,68	0,83	0,99	0,81	0,68
6	0,87	0,63	0,57	0,63	0,78	1,05	0,82	0,72
7	1,03	0,98	0,57	0,64	0,84	1,04	0,81	0,72
8	1,18	0,86	0,56	0,70	0,90	1,09	0,89	0,80
9	0,94	0,92	0,54	0,71	0,85	1,05	0,86	0,75

Observações:

### RASTI

VERIFICAR lead iluminados:

Na unidade fixa (fonte sonora)

Ref. +10dB

Na unidade móvel

8s + single + Speech Transm. Índex+500 Hz+2000 Hz

Pontos de medição	RASTI ( $\times 10^{-2}$ )					RASTI média
	1ª vez	2ª vez	3ª vez	4ª vez	5ª vez	
1	74	76	75	74	75	0,75
2	76	77	76	77	77	0,77
3	81	80	81	82	81	0,81
4	69	71	70	71	69	0,70
5	69	70	71	72	71	0,71
6	74	73	74	74	74	0,74
7	59	60	61	59	60	0,60
8	62	61	62	63	61	0,62
9	66	66	66	67	65	0,66

Observações:

**FICHA MEDIÇÕES – Ruído de fundo e Ruído de equipamentos (AVAC)**

Data: 14 /01/2009 Hora: 19:45

Local: Biblioteca Municipal Dr. Júlio Teixeira (Vila Real)

**I - Avaliação do ruído de fundo – LAeq (rf) dB**

Avaliar o ruído de fundo com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (rf) dB</b>	29,4	29,0	28,7	28,5	28,0	27,5

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (rf) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	43,6	42,5	42,4	42,1	41,4	40,5
<b>63</b>	45,0	43,7	43,5	43,1	42,5	41,6
<b>125</b>	37,5	36,3	36,0	35,8	35,3	35,7
<b>250</b>	28,6	28,4	28,5	28,6	28,2	28,0
<b>500</b>	26,9	26,2	25,8	25,5	24,9	24,2
<b>1000</b>	24,2	24,1	23,8	23,4	22,8	22,2
<b>2000</b>	20,1	19,6	19,3	19,0	18,4	17,8
<b>4000</b>	15,0	14,5	14,3	14,1	13,8	13,5
<b>8000</b>	10,7	10,1	10,1	10,0	9,3	10,9

Observações:

**II - Avaliação do ruído equipamentos (AVAC) – LAeq (AVAC) dB**

Avaliar o ruído de equipamentos (AVAC) com <b>filtro A</b> , Temp: 2 min.						
Pontos de medição	1	2	3	4	5	6
<b>LAeq (AVAC) dB</b>	35,3	35,2	34,9	34,7	34,1	34,0

Registrar o espectro em 1/1 oit. dos 31 Hz aos 8000 Hz – **Leq (AVAC) em dB**

Espectro 1/1 oit. Freq - Hz	Pontos de medição					
	1	2	3	4	5	6
<b>31</b>	60,3	59,1	58,8	58,7	58,0	57,7
<b>63</b>	47,7	48,6	48,2	48,1	47,5	47,4
<b>125</b>	46,3	46,3	46,0	45,8	45,0	44,6
<b>250</b>	40,1	39,6	39,1	39,0	38,2	37,7
<b>500</b>	32,6	32,0	31,6	31,5	31,0	30,8
<b>1000</b>	26,5	26,5	26,4	26,3	25,8	26,6
<b>2000</b>	21,7	21,5	21,2	21,1	20,7	20,9
<b>4000</b>	18,2	17,3	16,9	16,7	16,1	16,0
<b>8000</b>	13,6	13,3	13,2	13,1	12,9	13,0

Observações:

## **ANEXO C**

### **QUADROS COM OS VALORES OBTIDOS NOS ENSAIOS NA CÂMARA REVERBERANTE**

Ensaio em Câmara Reverberante:

Valores do TR : Tempo de reverberação de referência To

Freq (Hz) Pontos\	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2 k	2.5k	3.15k	4 k	5 k
1	8,60	10,03	10,22	9,72	10,77	12,02	11,75	11,79	11,48	10,89	9,46	8,66	7,42	6,51	5,53	4,67	3,61	2,83
2	8,77	9,71	10,63	10,04	10,40	12,28	12,56	11,68	11,81	10,85	9,54	8,43	7,25	6,57	5,66	4,75	3,59	2,85
3	7,97	9,40	10,93	10,71	10,40	12,01	12,79	11,44	11,23	10,45	9,50	8,48	7,62	6,53	5,56	4,98	3,70	2,83
4	7,02	8,09	10,20	9,03	10,51	12,39	12,01	11,66	11,74	10,39	9,81	8,84	7,62	6,53	5,84	4,91	3,67	2,90
5	8,36	7,60	11,08	9,27	10,04	13,02	12,33	11,56	11,28	10,76	9,85	8,39	7,40	6,30	5,62	4,82	3,62	2,91
6	7,74	9,24	10,57	9,61	10,83	12,39	12,06	11,39	11,30	10,29	9,79	8,98	7,36	6,49	5,69	4,93	3,70	2,95
7	8,34	8,62	9,06	8,55	10,15	11,30	11,83	11,19	11,48	10,34	9,91	8,83	7,60	6,46	5,72	4,81	3,79	2,93
8	8,36	9,15	10,24	9,29	10,61	12,67	12,03	11,45	11,79	10,90	9,76	8,57	7,59	6,46	5,67	4,67	3,53	2,89
9	9,02	9,47	10,01	9,38	10,14	12,22	12,12	11,81	11,57	11,07	9,56	8,66	7,62	6,26	5,59	4,93	3,72	2,93
10	7,60	8,31	11,62	9,39	11,22	11,71	12,05	11,24	11,09	10,83	9,77	8,48	7,66	6,39	5,64	4,82	3,66	2,87
11	6,68	7,38	8,53	8,89	10,36	11,95	12,39	12,24	12,00	10,65	9,68	8,65	7,50	6,51	5,64	4,92	3,66	2,88
12	7,60	9,72	9,23	9,48	10,94	12,54	12,29	11,82	11,26	10,58	9,85	8,42	7,48	6,46	5,81	4,68	3,94	2,96
13	8,45	9,27	10,84	9,06	10,72	12,17	12,00	11,39	11,18	10,72	9,64	8,46	7,66	6,53	5,68	4,81	3,70	2,90
14	10,30	10,61	10,94	9,29	10,62	11,87	11,85	11,82	11,28	10,35	9,70	8,54	7,51	6,53	5,60	4,93	3,67	2,82
15	8,95	9,00	10,22	9,98	11,07	12,16	11,56	11,56	11,63	10,66	9,58	8,71	7,41	6,42	5,71	4,82	3,66	2,85
16	10,10	10,09	13,07	8,94	10,51	12,54	12,36	11,87	11,85	10,45	9,95	8,35	7,58	6,56	5,71	4,77	3,59	2,87
17	8,52	8,28	10,81	8,97	10,88	12,17	12,43	11,45	11,44	10,75	10,03	8,84	7,42	6,53	5,72	4,81	3,82	2,89
18	8,24	8,74	10,05	8,92	10,71	12,35	12,26	12,00	11,39	11,08	9,72	8,56	7,55	6,60	5,63	4,89	3,72	2,90
TR médio (s)	8,37	9,04	10,46	9,36	10,60	12,21	12,15	11,63	11,49	10,67	9,73	8,60	7,51	6,48	5,67	4,83	3,69	2,89

Volume = 217 m<sup>3</sup>

HR 62-65%

Temperatura = 16 °C

c (ar) = 341 m/s

Ensaio em Câmara Reverberante:

Valores do TR : estante sem livros (0%)

Freq (Hz) Pontos\	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2 k	2.5k	3.15k	4 k	5 k
1	8,47	9,67	9,84	9,19	9,77	10,59	10,84	11,09	10,44	9,73	8,74	7,66	6,58	5,98	5,43	4,67	3,70	2,84
2	8,39	9,18	9,78	10,83	9,82	10,90	10,97	10,41	10,03	9,43	8,43	7,31	6,67	5,98	5,23	4,64	3,58	2,95
3	8,41	8,43	8,75	9,41	10,04	10,50	11,28	10,45	10,01	9,25	8,29	7,61	6,82	5,87	5,44	4,56	3,71	2,88
4	9,04	8,03	10,56	9,02	10,20	11,05	10,84	10,64	9,84	9,37	8,29	7,42	6,57	5,76	5,47	4,72	3,68	2,94
5	8,49	9,16	9,04	9,04	9,50	10,42	10,89	10,63	10,38	9,36	8,56	7,66	6,72	5,90	5,46	4,62	3,71	2,86
6	8,05	9,50	9,50	9,08	10,27	11,53	11,62	11,20	10,23	9,57	8,45	8,00	6,60	5,73	5,22	4,69	3,65	2,96
7	8,80	8,13	9,41	9,10	9,88	10,85	11,39	10,33	10,21	9,96	8,35	7,49	6,80	5,87	5,28	4,68	3,63	2,88
8	9,05	9,13	10,10	9,71	10,09	10,93	11,27	10,68	10,24	9,41	8,55	7,69	6,64	5,73	5,26	4,58	3,65	2,85
9	8,02	8,97	9,46	10,18	10,69	10,58	10,57	10,54	10,13	9,38	8,60	7,79	6,78	5,84	5,56	4,75	3,64	2,88
10	9,01	8,83	9,71	8,73	10,22	10,73	11,39	10,65	10,60	9,69	8,58	7,66	6,80	5,80	5,20	4,68	3,62	2,84
11	7,53	7,72	8,92	8,84	9,70	10,52	11,17	10,45	10,03	9,40	8,67	7,70	6,88	5,77	5,12	4,64	3,63	2,84
12	7,63	8,47	10,04	9,46	10,14	10,93	11,47	10,90	10,43	9,76	8,41	7,67	6,61	6,05	5,24	4,79	3,55	2,90
13	8,46	9,69	9,47	9,08	9,51	10,71	10,97	10,39	10,33	9,73	8,40	7,73	6,60	5,92	5,23	4,71	3,64	2,83
14	8,03	9,78	10,77	10,24	9,94	11,04	11,24	10,89	10,31	9,27	8,41	7,53	6,71	5,85	5,35	4,74	3,77	2,85
15	8,58	8,11	9,03	10,04	10,40	11,65	10,92	10,87	10,35	9,68	8,50	7,67	6,62	5,78	5,30	4,81	3,67	2,88
16	7,95	10,13	12,64	8,33	10,80	11,32	11,18	10,62	9,84	9,83	8,57	7,53	6,75	5,88	5,56	4,53	3,69	2,85
17	8,25	8,40	9,09	8,59	10,33	11,08	10,86	10,79	10,01	9,44	8,41	7,43	6,49	5,90	5,24	4,75	3,66	2,88
18	8,15	9,51	10,08	8,74	9,76	11,21	11,15	10,65	10,04	9,74	8,56	7,41	6,86	5,78	5,16	4,58	3,66	2,87
TR médio (s)	8,35	8,94	9,79	9,31	10,06	10,92	11,11	10,68	10,19	9,56	8,49	7,61	6,69	5,86	5,32	4,67	3,66	2,88

Volume = 217 m<sup>3</sup>

HR 60-63%

Temperatura = 16 °C

c (ar) = 341 m/s

Ensaio em Câmara Reverberante:

Valores do TR : estante com livros a (25%)

Freq (Hz) Pontos\	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2 k	2.5k	3.15k	4 k	5 k
1	9,19	7,15	8,48	8,07	8,50	9,25	8,76	8,18	7,42	7,42	6,89	5,96	5,52	4,87	4,46	4,13	3,20	2,51
2	9,00	6,82	8,58	9,55	8,54	8,62	9,10	7,99	7,68	7,14	6,62	6,34	5,51	4,81	4,46	4,16	3,13	2,51
3	9,01	8,21	9,63	9,08	8,41	9,30	9,03	8,50	7,73	7,31	6,67	6,19	5,59	4,75	4,37	3,84	3,08	2,56
4	8,02	8,01	9,28	8,73	8,44	8,67	8,72	8,05	7,87	7,34	6,63	6,14	5,40	4,75	4,63	4,02	3,21	2,54
5	8,15	7,76	7,85	8,27	8,50	8,69	8,65	8,37	7,97	7,37	6,73	6,18	5,56	4,91	4,43	3,97	3,21	2,55
6	8,42	8,31	8,72	8,20	8,30	9,60	8,85	7,82	7,36	6,98	6,76	6,24	5,59	4,89	4,43	3,90	3,07	2,55
7	8,51	7,72	8,74	8,96	8,70	8,90	8,93	7,59	7,49	7,11	6,68	5,97	5,49	4,82	4,16	3,89	3,18	2,58
8	9,02	9,20	9,50	8,25	8,92	9,70	8,69	8,03	7,81	7,30	6,13	5,89	5,60	4,95	4,45	3,99	3,16	2,53
9	8,08	8,92	9,87	11,11	9,49	8,83	8,41	8,19	7,57	7,18	6,68	6,18	5,34	4,93	4,34	4,03	3,16	2,56
10	8,79	7,63	9,56	8,29	8,90	9,11	8,22	8,63	7,62	7,12	6,47	6,24	5,42	4,74	4,48	4,07	3,21	2,61
11	5,56	7,26	8,32	8,51	8,70	8,88	8,33	8,12	7,78	7,15	6,82	6,20	5,56	4,81	4,33	3,99	3,24	2,50
12	6,19	7,87	8,90	8,11	8,88	10,37	9,12	8,13	7,72	7,11	6,71	6,30	5,44	4,90	4,57	4,11	3,11	2,58
13	8,71	7,74	8,64	8,37	8,67	9,19	8,82	8,12	7,33	7,03	6,64	6,18	5,29	4,69	4,51	3,99	3,13	2,60
14	8,71	8,40	8,86	8,17	9,21	9,09	8,25	8,05	7,51	6,99	6,65	6,06	5,40	4,79	4,37	3,84	3,16	2,51
15	8,82	8,09	10,10	9,64	9,44	8,99	8,82	7,84	7,75	7,06	6,59	6,38	5,23	4,80	4,46	3,90	3,25	2,59
16	9,01	9,26	8,31	7,70	7,97	9,07	8,52	8,02	7,55	7,37	6,55	6,09	5,49	4,98	4,51	4,03	3,15	2,52
17	8,02	7,95	8,63	8,31	8,05	8,72	9,25	8,02	7,69	7,42	6,47	6,18	5,33	4,86	4,47	3,89	3,28	2,58
18	8,05	8,65	8,96	8,99	9,07	8,89	8,87	8,05	7,54	6,99	6,64	5,93	5,64	4,91	4,45	3,95	3,12	2,53
TR médio (s)	8,29	8,15	8,94	8,68	8,71	9,10	8,74	8,09	7,63	7,19	6,63	6,15	5,47	4,84	4,44	3,98	3,17	2,55

Volume = 217 m<sup>3</sup>      HR 60-63%      Temperatura = 16 °C      c (ar) = 341 m/s

Ensaio em Câmara Reverberante:

Valores do TR : estante com livros a (50%)

Freq (Hz) Pontos\	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2 k	2.5k	3.15k	4 k	5 k
1	8,46	8,85	8,84	7,89	7,46	7,49	7,13	6,23	5,97	6,18	5,87	5,42	4,71	4,45	4,14	3,73	2,81	2,29
2	8,63	8,03	8,57	8,38	7,61	7,48	6,81	6,38	6,15	6,14	5,86	5,27	4,80	4,33	4,01	3,51	2,79	2,29
3	8,34	7,69	8,25	8,98	6,88	7,85	7,33	6,64	6,31	6,50	5,84	5,20	4,70	4,33	3,89	3,61	2,90	2,35
4	7,58	7,25	7,99	7,65	7,23	7,99	6,63	6,49	6,28	5,99	5,70	5,39	4,78	4,22	3,89	3,48	2,88	2,35
5	8,36	8,50	7,62	7,36	7,53	7,30	7,00	6,06	6,21	6,24	5,73	5,42	5,00	4,43	3,94	3,51	2,95	2,31
6	8,63	7,36	7,61	9,02	7,55	7,55	7,07	6,45	6,65	6,19	5,80	5,25	4,88	4,26	3,94	3,53	2,83	2,28
7	6,70	8,06	8,20	7,75	7,54	7,64	7,45	6,46	6,04	6,17	5,69	5,34	4,90	4,27	4,06	3,42	2,80	2,31
8	7,57	7,33	8,13	8,24	7,56	7,37	7,37	6,40	6,27	6,17	5,88	5,44	4,73	4,29	4,05	3,54	2,81	2,26
9	7,84	8,51	8,86	8,11	7,88	7,90	7,08	6,45	6,08	6,09	5,68	5,57	4,86	4,27	3,87	3,36	2,75	2,27
10	7,81	7,24	7,77	6,76	7,76	7,84	6,68	6,86	6,21	6,18	5,78	5,43	4,90	4,39	3,97	3,41	2,83	2,32
11	5,78	7,47	8,18	7,81	7,51	7,49	6,96	6,71	6,29	6,02	5,61	5,58	4,73	4,37	3,99	3,61	2,81	2,34
12	6,50	7,72	7,66	7,76	7,78	7,46	7,55	6,54	6,30	6,03	5,92	5,54	4,79	4,33	4,02	3,39	2,85	2,36
13	8,39	8,54	8,78	7,74	7,95	7,30	7,10	6,65	6,46	6,23	5,74	5,44	4,72	4,32	3,95	3,51	2,85	2,26
14	10,03	10,07	8,75	7,25	7,72	7,59	7,08	6,94	6,09	5,95	5,80	5,34	4,62	4,30	3,99	3,54	2,89	2,40
15	9,03	8,85	9,14	7,82	7,65	7,62	7,43	6,80	6,46	6,12	5,93	5,54	4,87	4,43	3,94	3,54	2,90	2,35
16	8,56	8,41	8,13	6,92	7,46	7,88	7,12	6,64	6,40	6,21	5,94	5,40	4,79	4,36	3,87	3,49	2,81	2,30
17	7,68	7,44	7,51	6,90	6,87	6,95	7,01	6,50	6,36	6,28	5,96	5,63	4,75	4,30	3,89	3,40	2,88	2,26
18	7,39	8,58	8,59	7,02	8,09	7,63	7,09	6,47	6,41	6,18	5,73	5,36	4,86	4,26	3,87	3,49	2,84	2,25
TR médio (s)	7,96	8,11	8,25	7,74	7,56	7,57	7,11	6,54	6,27	6,16	5,80	5,42	4,80	4,33	3,96	3,50	2,84	2,31

Volume = 217 m<sup>3</sup>      HR 61-64%      Temperatura = 16 °C      c (ar) = 341 m/s

-----

Ensaio em Câmara Reverberante:

Valores do TR : estante cheia de livros (100%)

Freq (Hz) Pontos\	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	1k	1.25k	1.6k	2 k	2.5k	3.15k	4 k	5 k
<b>1</b>	7,84	7,00	7,17	6,19	6,17	6,22	5,42	4,71	4,72	4,83	4,58	4,30	4,04	3,67	3,23	2,89	2,50	2,08
<b>2</b>	9,12	5,95	7,53	5,79	6,38	6,45	5,29	5,01	5,02	4,72	4,67	4,28	4,06	3,76	3,26	3,05	2,57	2,02
<b>3</b>	8,11	6,53	6,36	6,20	5,51	5,70	4,79	4,90	4,82	4,62	4,77	4,34	3,91	3,68	3,41	3,05	2,57	2,06
<b>4</b>	6,92	6,17	6,61	6,41	6,06	5,71	5,53	4,99	4,52	4,73	4,71	4,44	3,88	3,64	3,42	2,88	2,60	2,08
<b>5</b>	6,10	5,74	6,94	5,72	6,24	6,27	5,73	4,77	4,78	4,87	4,57	4,49	3,93	3,50	3,33	3,07	2,59	2,03
<b>6</b>	8,02	7,07	6,51	6,34	5,65	5,65	5,19	5,09	4,80	4,84	4,58	4,39	4,06	3,62	3,30	3,16	2,48	2,08
<b>7</b>	6,82	6,11	6,05	7,89	6,18	5,48	4,98	4,77	4,81	4,69	4,70	4,31	4,06	3,67	3,34	3,06	2,49	1,99
<b>8</b>	7,49	7,66	6,49	6,08	6,13	6,14	5,15	4,80	4,89	5,05	4,65	4,35	4,02	3,78	3,48	3,01	2,42	2,08
<b>9</b>	6,20	6,72	6,98	5,80	5,98	6,25	5,26	5,03	4,69	4,54	4,75	4,46	4,04	3,61	3,26	3,06	2,44	2,07
<b>10</b>	4,90	6,35	7,31	6,49	5,71	5,91	5,62	4,84	4,53	4,75	4,65	4,41	3,99	3,49	3,32	3,03	2,54	2,06
<b>11</b>	6,16	6,51	6,67	6,50	5,29	5,19	5,15	4,90	4,86	4,92	4,71	4,47	4,00	3,53	3,41	3,01	2,46	2,06
<b>12</b>	5,24	6,88	6,46	6,37	5,76	5,45	5,69	4,77	4,72	4,80	4,72	4,28	3,95	3,55	3,23	2,94	2,53	2,06
<b>13</b>	5,95	7,41	6,23	8,01	6,42	5,84	5,39	4,61	4,90	4,74	4,51	4,44	3,99	3,54	3,36	3,00	2,53	2,07
<b>14</b>	7,59	7,84	8,14	6,21	5,82	5,68	5,61	4,94	4,62	4,81	4,53	4,58	4,04	3,60	3,23	2,89	2,44	2,11
<b>15</b>	8,02	6,94	6,66	5,79	6,21	5,83	5,33	5,05	4,59	4,67	4,47	4,45	3,96	3,63	3,29	2,98	2,49	2,06
<b>16</b>	7,07	7,14	6,60	5,83	5,62	5,57	5,16	4,75	4,77	4,63	4,58	4,68	3,83	3,52	3,20	3,04	2,45	2,08
<b>17</b>	7,94	7,61	6,75	6,12	6,15	5,49	5,08	4,48	4,85	4,73	4,77	4,18	4,01	3,55	3,25	2,98	2,56	2,14
<b>18</b>	7,40	6,64	6,44	6,10	5,74	5,76	5,41	4,88	4,68	4,62	4,58	4,40	3,94	3,62	3,28	3,12	2,54	2,02
<b>TR médio (s)</b>	7,0	6,8	6,8	6,3	5,9	5,8	5,3	4,8	4,8	4,8	4,6	4,4	4,0	3,6	3,3	3,0	2,5	2,1

Volume = 217 m<sup>3</sup>

HR 60-63%

Temperatura = 15 °C

c (ar) = 341 m/s