

Ruído de equipamentos no ensino em Medicina Dentária

Sampaio Fernandes*, António P. O. Carvalho**, Paula Vaz***, Andreia P. Matos****

Resumo: Os níveis sonoros produzidos pelos diferentes equipamentos inerentes ao ensino da medicina dentária são considerados os principais factores do conforto acústico nestes espaços de aprendizagem.

Este trabalho tem como principais objectivos a caracterização acústica de cinco ambientes lectivos distintos da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (FMDUP) através da medição e análise dos níveis sonoros pelo uso dos parâmetros L_{Aeq} , $L_{AEP,d}$ e NC. Determinou-se que o ambiente acústico nas aulas práticas é caracterizado por níveis sonoros muito elevados em relação a outros espaços escolares o que prejudica seriamente a função desses locais pois reduz de forma dramática a capacidade de concentração e atenção. Os valores medidos denotaram valores de exposição pessoal diária superiores aos limites legais o que evidencia que a regular permanência nestes locais acusticamente insalubres elevados irá aumentar a susceptibilidade a perdas auditivas a médio prazo.

A redução dos níveis sonoros é por isso um objectivo fundamental a ser conseguido neste tipo de locais para benefício dos alunos no seu processo de aprendizagem e muito em especial dos docentes para a sua própria segurança auditiva. São apresentadas breves sugestões para se conseguir uma diminuição de até 12 dB(A).

Palavras-Chave: Acústica, Nível sonoro, Instrumentos dentários, Legislação

Abstract: The noise levels made by clinical handpieces and laboratory engines are the main descriptors of acoustical comfort in learning spaces in a dental medicine school.

The aim of this work is the acoustic characterization of five different teaching spaces at the University of Porto Dental Medicine School (FMDUP) by measure and analysis of the noise levels using the parameters L_{Aeq} , $L_{AEP,d}$ and NC.

The acoustic environment in the practical classes is characterized by high noise levels (in general, between 61 and 88 dBA) that degrade the quality of these places for their main purpose regarding attentiveness and speech intelligibility.

The measured values showed daily exposure noise levels higher than the legal limits, which can make very possible the appearance of hearing loss with time. The reduction of these noise levels is then a fundamental objective to pursuit and some suggestions are presented to diminish up to 12 dB(A) the acoustic environment.

Key-words: Acoustics, Noise level, Dental hand pieces, Legislation

* Médico Dentista, Professor Associado da FMDUP

** Professor Associado da Fac. Engenharia Univ. Porto (FEUP)

*** Médica Dentista, Monitora da FMDUP

**** Engenheira civil (FEUP)

INTRODUÇÃO

O ensino da medicina dentária requer o recurso a diferentes aparelhos electro-mecânicos que emitem ruído. Desta forma, o ambiente acústico nas aulas práticas é caracterizado por níveis sonoros elevados em relação a outros espaços escolares. Tal é devido ao funcionamento simultâneo de diversos equipamentos dentários e ao ruído elevado produzido por alguns desses aparelhos. Este facto poderá ser ainda amplificado em situações em que as superfícies das salas são pouco absorventes. Torna-se assim necessário garantir que em edifícios escolares deste tipo, o nível sonoro não seja prejudicial à concentração das actividades de aprendizagem. Elevados níveis sonoros podem provocar efeitos negativos no aparelho auditivo com repercussões físicas e psíquicas das quais se salientam aceleração do pulso, aumento da pressão sanguínea, vasoconstrição, nervosismo, fadiga mental, frustração, baixa produtividade. Estes efeitos ocorrem principalmente para níveis sonoros superiores a 80 dB(A) e estão dependentes da intensidade do ruído, da distância à fonte, da duração total do ruído, da idade do indivíduo e da sua condição física e susceptibilidade^(1,2,3).

Torna-se de todo imprescindível o controlo do ruído em ambientes de aprendizagem, na medida em que o conforto acústico está dependente do nível sonoro e das características acústicas das salas de aprendizagem.

As salas de aula da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (FMDUP), constituem um exemplo de locais de aprendizagem ruidosos, já que, para além de se

produzirem elevados níveis sonoros no seu interior, as suas superfícies são constituídas por materiais acusticamente reflectores.

Este trabalho tem como principais objectivos a caracterização acústica de cinco ambientes distintos da Faculdade de Medicina Dentária da Universidade do Porto (FMDUP) através da medição e análise dos níveis sonoros pelo uso dos parâmetros L_{Aeq} , $L_{AEP,d}$ e NC .

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a caracterização dos ambientes acústicos da FMDUP, foram medidos os níveis sonoros em cinco salas diferentes, com actividades distintas, denominadas da seguinte forma:

- **Laboratório de prótese (fig. 1)** – onde se procede à execução de próteses dentárias e diversos tipos de trabalhos em acrílico;
- **Sala de gesso** – onde se executam actividades de vibração e corte de gesso;
- **Sala de prótese** – onde se executam operações de corte, polimento de gesso e polimento do acrílico, existindo também um sistema de exaustão;
- **Pré-clínica (sala de fantomas) (fig. 2)** – destinada a aulas práticas com duração de 2 horas e com a presença de cerca de 20 alunos;
- **Clínica** – constituída por gabinetes tipo "open space (boxes)" com divisórias de pequena altura onde decorrem consultas de medicina dentária.



Figura 1 – Laboratório de prótese



Figura 2 – Pré-clínica

Os níveis sonoros foram obtidos com auxílio de um sonómetro integrador (Brüel & Kjær, modelo 2260). O sonómetro é constituído por um microfone e por um circuito electrónico que inclui um atenuador, um amplificador e vários filtros. Para que o sonómetro responda ao som de forma semelhante ao ouvido humano, foi escolhido o filtro A pois é o que simula mais fielmente a percepção humana aos sons, na medida em que discrimina sons com frequências muito baixas e muito altas.

O sonómetro permitiu obter os valores de L_{Aeq} (nível sonoro contínuo equivalente), $L_{pk(MáxP)}$ (valor de pico) e por posterior cálculo, o $L_{AEP,d}$ (nível de exposição pessoal diária, considerando um dia de 8 horas) e o NC (noise criteria - curvas de incomodidade). O sonómetro permitiu ainda obter para cada medição o espectro do ruído e os respectivos valores do nível de pressão sonora em bandas de oitava. O microfone foi colocado a uma distância de 1 metro da fonte sonora em todas as medições para simular a posição do aluno, exceptuando na clínica, em que as medições foram realizadas a 0,1 m para traduzir a distância da fonte do ruído ao ouvido do paciente e do aluno.

As medições realizaram-se com os instrumentos a trabalhar quer livremente, quer em

operações de corte dos diferentes materiais (dente, metal e acrílico).

Para estas medições foram usados instrumentos dentários mais recentes e com pouca utilização e outros de concepção mais antiga e com maior desgaste provocado pelo uso.

Os níveis sonoros medidos foram os produzidos pelas seguintes actividades:

- **Laboratório de prótese** – funcionamento do motor sem cortar e durante operações de corte com metal e acrílico, funcionamento livre do aspirador e funcionamento conjunto do aspirador e do motor em operações de corte;
- **Sala de gesso** – actividades de corte e vibração do gesso;
- **Sala de prótese** – actividades de corte e polimento do gesso em simultâneo com o sistema de ventilação;
- **Pré-clínica** – funcionamento livre e durante operações de corte de dente e acrílico com uma turbina nova e de outra com algum uso, um contra-ângulo novo e outro mais antigo e de uma peça de mão nova;
- **Clínica** – funcionamento livre e durante as operações de corte de dente e acrílico de uma turbina nova e outra usada, contra-ângulo novo e usado e de uma peça de mão nova.

Foi ainda medido o ruído na pré-clínica e clínica durante a aula, bem como o ruído de fundo nestes locais e ainda o mesmo no laboratório de prótese e em pleno funcionamento deste último.

Os aparelhos medidos em cada sala bem como as suas características (marca, modelo e ano) encontram-se descritos no quadro 1.

Os resultados expostos mostram que os níveis de ruído variam entre 60 e 99 dB(A), sendo mais elevados na Sala de Gesso, onde os valores de L_{Aeq} variam de 94 a 99 dB. Os equipamentos mais ruidosos são os da Sala de Gesso e o motor/ aspirador no laboratório de prótese.

RESULTADOS

Os resultados das medições efectuadas nas diferentes condições enunciadas e para cada equipamento/local apresentam-se no Quadro 2.

Sala	Equipamento	Ano de fabrico	Marca	Modelo
Laboratório de prótese	Motor	1986	KAVO	K10
	Aspirador	1986	KAVO	6583400
Sala de prótese	Máquina de cortar gesso	1999	WEHMER	WEHMER
	Máquina de polir	1998	KAVO	KAVO EWL
Sala de gessos	Máquina de cortar gesso	1980	YOSHIDA	YOSHIDA
	Máquina de vibrar gesso	1980	MESTRA	MESTRA 14125
Pré-clínica	Turbina (nova)	1995	KAVO	640B
	Contra-ângulo (novo)	1995	KAVO	20A E277096
	Peça de mão (nova)	1995	KAVO	10A E305737
	Contra-ângulo (usado)	1995	KAVO	68CN E310 290
	Turbina (pouco uso)	1995	KAVO	650B 100 7294
Clínica	Turbina (nova e com pouco uso)	1995	KAVO	640B 158895
	Contra-ângulo (novo)	1995	KAVO	20LN G153 111
	Contra-ângulo (usado)	1995	KAVO	20A ESMD27
	Peça de mão (nova)	1995	KAVO	10LN 133735

Quadro 1 - Características dos equipamentos medidos

Ambiente de medição	Equipamento	Operação	L_{Aeq} (dB)	
LABORATÓRIO DE PRÓTESE	Micromotor	Uso livre	67,9	
		Corte de acrílico	76,9	
		Corte de metal	81,3	
	Aspirador	Uso livre	71,8	
	Aspirador e Micromotor	Corte de acrílico	81,7	
Corte de metal		86,5		
SALA DE GESSOS	Equipamento de corte de gesso		93,5	
	Vibrador de gesso		98,5	
SALA DE PRÓTESE	Equipamentos de corte gesso + polidora + ventilação		88,7	
PRE-CLÍNICA (FANTOMAS)	Turbina (nova / usada)	Uso livre	67,0 / 68,7	
		Corte de dente	74,8 / 69,8	
		Corte de acrílico	76,3 / 73,2	
	Contra-ângulo novo	Uso livre	69,2	
		Corte de dente	73,1	
		Corte de acrílico	73,5	
	Peça de mão	Uso livre	61,9	
		Corte de dente	65,0	
		Corte de acrílico	73,1	
	Contra-ângulo usado	Uso livre	73,2	
		Corte de dente	74,1	
		Corte de acrílico	75,2	
	CLÍNICA	Turbina (nova / usada)	Uso livre	65,5 / 70,3
			Corte de dente	68,3 / 72,0
			Corte de acrílico	70,0 / 75,9
Contra-ângulo (novo / usado)		Uso livre	66,1 / 70,4	
		Corte de dente	70,7 / 71,9	
		Corte de acrílico	70,7 / 71,3	
Peça de mão		Uso livre	60,5	
		Corte de dente	69,4	
		Corte de acrílico	71,8	

Quadro 2 - Resultados das medições efectuadas

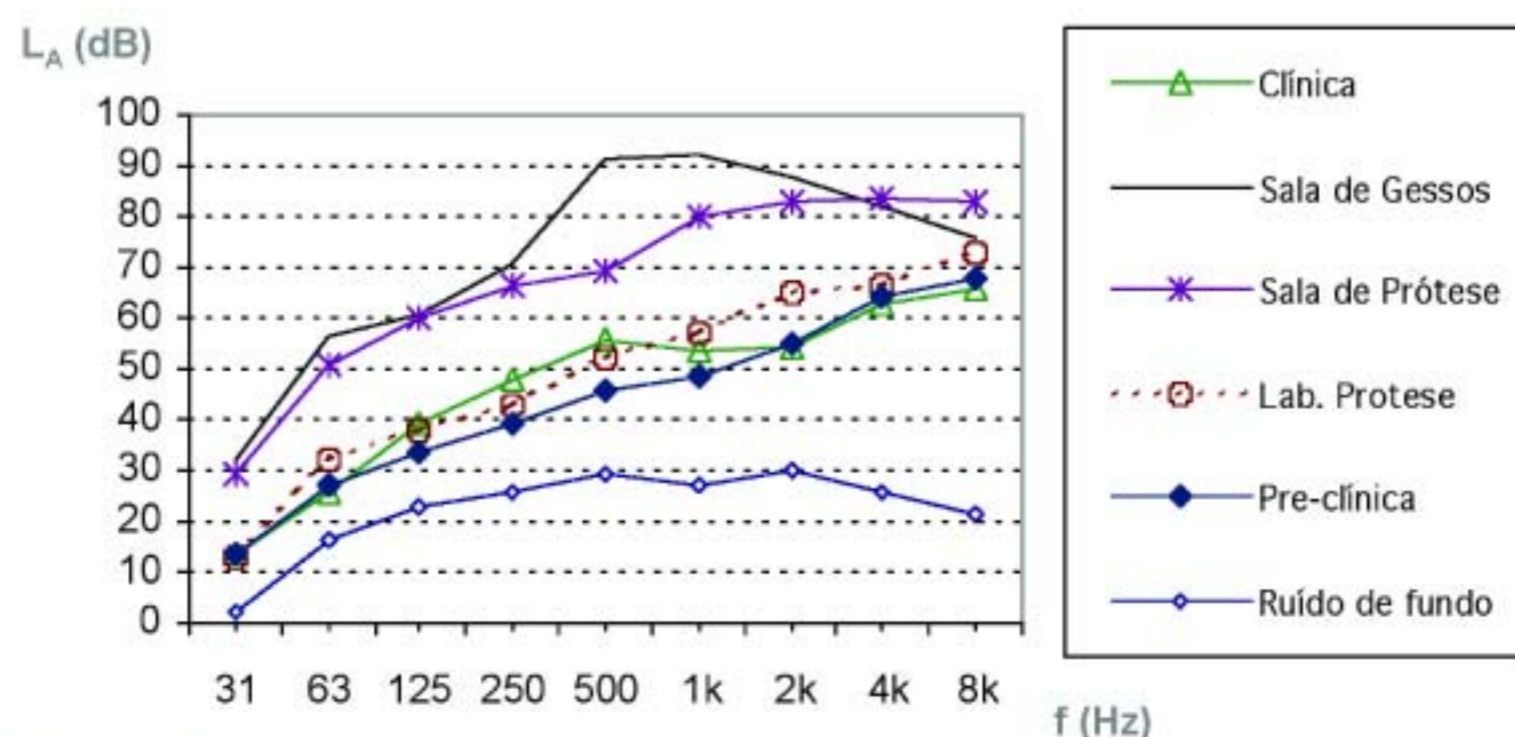


Figura 3 - Comparação entre espectros de ruído a partir do valor médio nos diferentes ambientes

Níveis de ruído

Comparação internacional

As medidas de ruído encontradas para os diversos equipamentos não são muito diferentes das obtidas em outros países (Reino Unido e Arábia Saudita) tal como se evidencia no quadro 3^(2,3). Nas medições efectuadas em Portugal, o nível de ruído é ligeiramente mais elevado cerca de +1 a +5 dB(A).

Ruído livre vs. Ruído durante o corte

Os resultados evidenciam que os níveis de ruído durante as actividades de corte são significativamente superiores aos encontrados na ausência destas operações (uso livre). O valor médio destas diferenças é de cerca de +6 dB(A) sendo o maior valor obtido nas operações de corte em metal (quadro 4). Segundo Bahannan⁽¹⁾ este valor médio encontrado na Arábia Saudita, em condições semelhantes é cerca de +10 dB(A).

A figura 3 apresenta os espectros dos ruídos medidos em cinco locais, comparados com o ruído de fundo típico (sem a laboração de equipamentos).

Os valores diários de exposição ao ruído para professores e alunos foram calculados usando a seguinte expressão normalizada:

$$L_{AEP,d} = 10 \cdot \log_{10} \left[(1/8) \sum_{k=1}^{k=n} T_k \cdot 10^{(0.1 \cdot L_{Aeq,Tk})} \right]$$

O $L_{AEP,d}$, significa, por normalização internacional, o nível sonoro de exposição pessoal diária (considerando um dia típico de 8 horas de trabalho). O $L_{Aeq,Tk}$ corresponde ao nível sonoro contínuo equivalente ponderado A de um ruído, num intervalo de tempo T_k correspondente ao tipo de ruído k a que o indivíduo está exposto durante T horas por dia.

Considerando que nas piores condições, um professor permaneceria 4 horas na pré-clínica, 1 hora na sala de gesso e 2 horas na clínica e um aluno permaneceria 2 horas na pré-clínica, 1 hora na sala de gesso e 2 horas na clínica, obter-se-iam os seguintes resultados: Exposição diária ao ruído (professor e aluno): $L_{AEP,d}$ entre 85 e 90 dB(A).

L_{Aeq} (dB)	ASPIRADOR	TURBINA	CONTRA-ÂNGULO
Portugal	72	68-76	69-75
Arábia Saudita	-	≈ 72	≈ 68
Reino Unido	68-70	70-75	72-75

Quadro 3 – Comparação dos níveis sonoros médios de alguns equipamentos dentários em diferentes países

TIPO DE USO	INTERVALO DE DIFERENÇAS (corte - uso livre) (dBA)	VALOR MÉDIO DE DIFERENÇA (dBA)
Corte de acrílico	+1 a +11	+6
Corte de metal	+13 a +14	+13
Corte de dente	+1 a +9	+4
Todos os tipos	+1 a +14	+6

Quadro 4 – Diferenças de medições de níveis sonoros entre uso de equipamentos

Espectro de Frequência

A análise do espectro do ruído dos equipamentos testados mostra níveis de pressão sonora elevados nas bandas de frequência mais elevada excepto sala de gessos e próteses (fig. 3). Esta característica não é muito frequente em outros espectros medidos em salas de aula com outros equipamentos mecânicos em especial os sistemas de condicionamento termo-higrométrico que emitem ruídos com elevados componentes nas baixas frequências. Esta preponderância de altas frequências caracteriza de forma particular este tipo de equipamentos, sendo talvez um dos aspectos que conduz ao ambiente sonoro típico em medicina dentária e provoca "desconforto auditivo" por parte de alguns pacientes mais sensíveis.

Equipamentos novos vs. usados

As diferenças entre os níveis sonoros produzidos pelos equipamentos novos e usados mostra que os últimos são mais ruidosos entre 1 e 6 dB(A), e em média cerca de 3 dB(A).

Enquanto que na Clínica os valores de níveis sonoros para a turbina nova são inferiores aos da turbina usada em cerca de 5 dB(A), na Pré-clínica os valores correspondentes são ligeiramente superiores. A diferença reside no facto de que a turbina "usada" para a clínica possui uma utilização ainda reduzida e

enquanto que para a Pré-clínica a turbina "usada" já possui um maior desgaste.

Crítérios de Ruído (NC)

Para quantificar o incómodo acústico produzido nas salas avaliadas pela laboração dos equipamentos, foi calculado o critério de ruído (através da curva de incomodidade *NC*). Foram encontrados valores entre 70 e 90 dB, sendo a Sala de Gesso a que apresentava valor mais elevado (fig. 4).

Segundo a classificação de Cavanaugh o valor máximo de *NC* sugerido para laboratórios, clínicas e salas de aula prática é de 50 dB. Todas as salas avaliadas neste trabalho apresentam um valor de *NC* superior a este máximo.

Para um valor de *NC* de cerca de 50 dB, o nível sonoro correspondente é de cerca de 56 dB(A) e para este nível sonoro só é possível, no limite, estabelecer uma comunicação verbal relaxada para uma distância de até 3 metros⁽²⁾. Portanto, os valores limite apresentados para salas de aula de medicina dentária, por ultrapassarem largamente os valores ideais não são adequados para os objectivos didácticos dos locais.

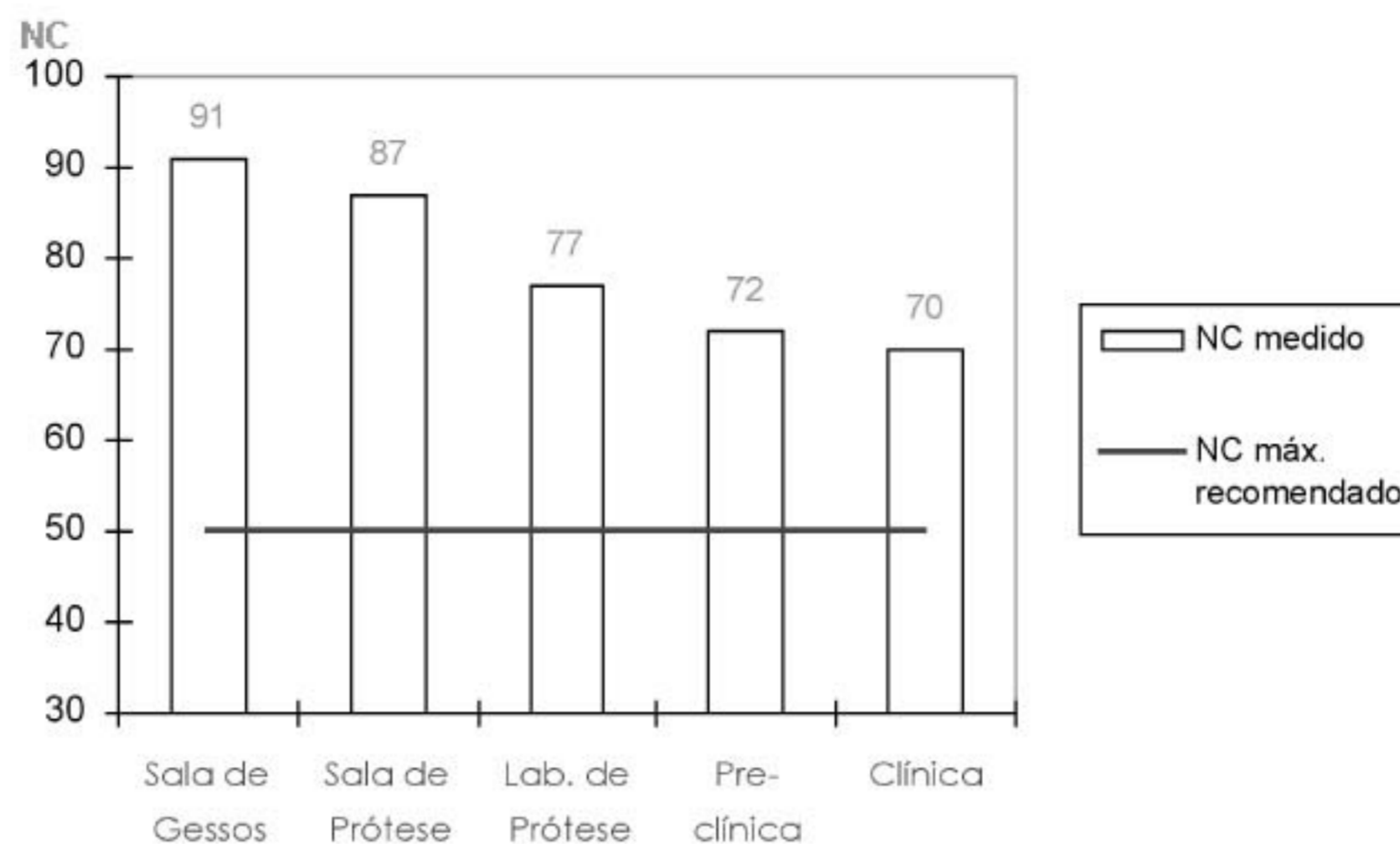


Figura 4 – Valores de NC para os ambientes estudados

Exposição ao ruído

A legislação europeia transposta para a legislação portuguesa pelos DL n.º 72/92⁽⁴⁾ e DR 9/92 de 28 de Abril⁽⁵⁾ limita a exposição diária ao ruído do professor e aluno a um máximo de 85 dB(A). Neste trabalho os valores de exposição ao ruído encontrados nunca foram inferiores a 85 dB(A). Desta forma, os autores verificam que é necessário limitar o valor deste parâmetro para que os indivíduos sujeitos ao ruído durante a permanência nos ambientes estudados não sofram consequências negativas, tais como a diminuição da sensibilidade auditiva. Dado tratar-se de um espaço educativo, sugere-se um limite máximo de 75 dB(A) (menos 10 dB(A) que o limite regulamentar) correspondente a uma situação de conforto mínimo para o nível de exposição diária pessoal. Contudo sugere-se uma situação ideal para o parâmetro $L_{AEP,d}$ de 70 dB(A).

Limites de ruído

Comparando os níveis sonoros medidos (quadro 2) com valores limite na Europa para situações escolares⁽⁶⁾, nenhum dos valores encontrados se enquadra nas regras estabelecidas (quadro 5 e fig. 5). Dado que a legislação existente referente a edifícios escolares^(7,8) não é extrapolável para as escolas dentárias, na medida em que estas constituem casos específicos no que diz respeito ao ruído, é necessário estabelecer-se um valor limite para este tipo de espaços.

Considerando o valor de 60 dB(A) existente no anterior Regulamento Geral do Ruído (DL n.º 251/87 de 24 de Junho)⁽⁹⁾ para locais que exijam concentração e serenidade e o valor de 56 dB(A) referente ao limite de NC citado em 4.2, parece adequado estipular 60 dB(A) como valor limite para este tipo de espaços de ensino de Medicina Dentária^(7,8).

PORTUGAL	ITÁLIA	FRANÇA	BÉLGICA	SUÉCIA
$L_A \leq 46$ dB	$L_A \leq 40$ dB	$L_A \leq 38$ dB	$L_A \leq L_{A \text{ fundo}} + 6$ dB (≈ 51 dB)	$L_A \leq 35$ dB

Quadro 5 – Limites legais europeus em estabelecimentos de ensino^(6,7,9)

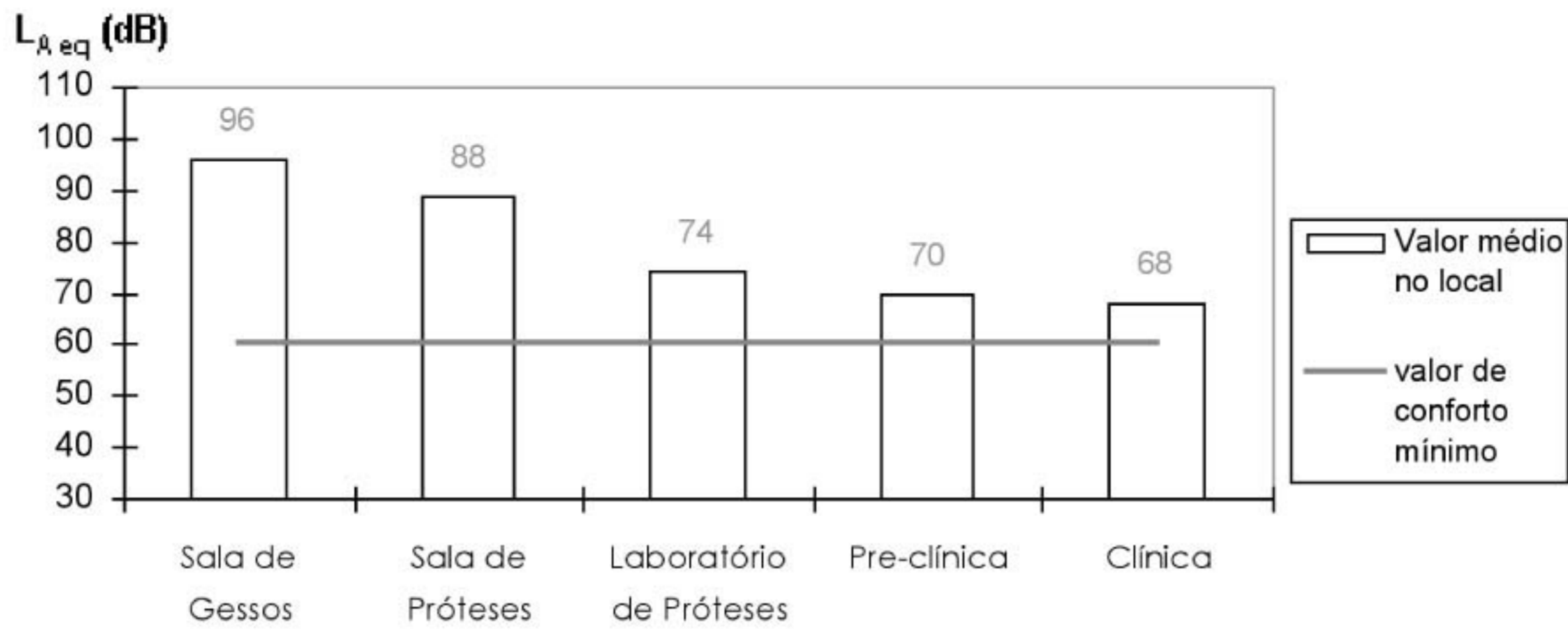


Figura 5 – Nível sonoro equivalente médio cada ambiente estudado (a 1 metro) e máximo sugerido para um conforto acústico mínimo

CONCLUSÕES

O ambiente acústico nas aulas práticas é caracterizado por níveis sonoros elevados (entre 61 e 88 dBA) em relação a outros espaços escolares o que prejudica seriamente a função desses locais pois reduz de forma dramática a capacidade de concentração e atenção. Os valores medidos denotaram valores de exposição pessoal diária superiores aos limites legais o que evidencia que a regular permanência nestes locais acusticamente insalubres (85 dBA) irá aumentar a susceptibilidade a perdas auditivas a médio prazo.

A redução dos níveis sonoros é por isso um objectivo fundamental a ser conseguido neste tipo de locais para benefício dos alunos no seu processo de aprendizagem e muito em especial dos docentes para a sua própria segurança auditiva.

A diminuição dos níveis de exposição ao ruído pode ser conseguida quer reduzindo o nível sonoro das fontes de ruído (onde seria possível reduzir de 4 a 7 dB(A)) através de uma manutenção regular, reparações atempadas, substituição de peças defeituosas e selecção de modelos menos ruidosos); quer aumentando a absorção sonora das salas, por colocação de materiais acústicos adequados na envolvente física da sala. Estes valores foram obtidos por cálculos considerando os materiais de revestimento habituais nas salas rastreadas e as possíveis soluções alternativas de materiais de absorção sonora (e através da expressão $10\log A_0/A_1$).

Desta forma seria possível reduzir cerca de 7 a 12 dB(A), garantindo então um nível de conforto mínimo para a maioria das situações neste tipo de espaços.

BIBLIOGRAFIA

1. Bahannan, S., *Noise level of dental handpieces and laboratory engines*. J. of Prosthetic Dentistry, 1993, 70 (4), pp 356-360.
2. Cavanaugh, W. J., *Architectural Acoustics. Principles and Practice*, 1999, J. Wiley & Sons.
3. Setcos. J. C. and Mahyuddin. A., *Noise Levels Encountered in Dental Clinical and Laboratory Practice*. Int. J. of Prosthodontics, 1998, 11 (2), pp 150-157.
4. Decreto-Lei 72/1992, de 28 de Abril, *Protecção dos Trabalhadores contra o Ruído*.
5. Decreto-Regulamentar 9/1992, de 28 de Abril, *Protecção dos Trabalhadores contra o Ruído*.
6. Vallet. M. and Karabiber. Z., *Some European policies regarding acoustical comfort in educational buildings*, Noise Control Eng. J., 2002 Mar-Apr, 50 (2), pp. 58-62.
7. Decreto-Lei 292/2000, de 14 de Novembro, *Regulamento Geral do Ruído*.
8. Decreto-Lei 129/2002, de 11 de Maio, *Regulamento dos Requisitos Acústicos dos Edifícios*.
9. Decreto-Lei 251/1988, de 24 de Junho, *Regulamento Geral sobre o Ruído*.