

JOANA FILIPA COUTO DA SILVA



**LEITURA
INTERNA**

**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HIGIENE DO
TRABALHO EM BLOCOS OPERATÓRIOS:
O CASO DO HIP
VOLUME I**

UNIVERSIDADE FERNANDO PESSOA

PORTO, 2007

JOANA FILIPA COUTO DA SILVA

LEITURA
INTERNA



**AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HIGIENE DO
TRABALHO EM BLOCOS OPERATÓRIOS:
O CASO DO HIP
VOLUME I**

Joana Filipa Couto da Silva

Monografia apresentada à UNIVERSIDADE FERNANDO
PESSOA como parte dos requisitos para obtenção do grau
de licenciada em Engenharia do Ambiente.

RESUMO

A manutenção de ambientes interiores confortáveis e saudáveis é actualmente de grande importância, especialmente em ambientes de trabalho.

O trabalho apresentado consiste numa avaliação de alguns agentes de Higiene do Trabalho no Bloco Operatório do Hospital Infante D. Pedro, mais especificamente dos agentes Conforto Térmico, Ruído Ambiente e Exposição a Gases Anestésicos. As metodologias de avaliação destes agentes foram definidas de modo a maximizar a utilização da tecnologia disponível na instituição onde decorreu o estudo.

Foi realizada uma consulta bibliográfica dos níveis máximos a considerar e das metodologias a utilizar, tendo-se considerado, sempre que possível, os limites definidos pela legislação Portuguesa.

Os resultados obtidos com a aplicação de um inquérito aos Profissionais de Saúde e com a valoração dos agentes permitiram concluir que é necessário uma melhoria das técnicas de controlo dos agentes em questão assim como uma participação mais activa com vista à minimização dos efeitos associados com a exposição a estes agentes, principalmente a nível do Ruído Ambiente.

A pesquisa bibliográfica permitiu a descoberta de uma lacuna a nível de metodologias de avaliação dos agentes físicos/químicos considerados e por isso este trabalho constitui uma importante contribuição podendo as metodologias desenvolvidas servirem de base para outros estudos. Assim, a principal contribuição deste trabalho é o desenvolvimento de metodologias de controlo dos agentes Conforto Térmico, Ruído Ambiente e exposição a Gases Anestésicos, que poderá servir de base para aplicação noutros locais.

ABSTRACT

The maintenance of comfortable and healthy indoor environments is, nowadays, of great importance, especially in work environments.

The work presented consists of an assessment of some hygiene agents in the Surgical Site of the Hospital Infante D. Pedro, more specifically, of the Thermal Comfort, Environmental Noise and Exposure to Anaesthetic Gases. The assessment methods of these agents were defined with the goal of maximize the use of the technology available in the study place.

It was realized a bibliographic search of the maxim levels to consider and of the methods to use, considering, since possible, the limits defined by the Portuguese legislation.

The results obtained have permitted conclude that it is necessary an improvement of the controlling techniques of the agents in study and a more active participation with the goal of minimization of the effects associated with the exposure to these agents, mainly at the level of the Environmental Noise.

The bibliographic search has shown a fault of assessment methods of physical/chemical agents concerning this study and this work can be use as a base for others studies. Thus, the main contribution of the work is the definition of controlling methods of these agents, which could be used as a base to application in other places.

AGRADECIMENTOS

O meu principal agradecimento deveria direccionar-se para a Instituição que me acolheu para realização do estágio, o Hospital Infante D. Pedro, especialmente para a Engenheira Carla Sampaio e para a Universidade Fernando Pessoa, por corresponder à Instituição onde tanto me orgulho de ter estudado.

Este trabalho resulta de todo um desenvolvimento que eu vivi nesta Universidade e do contacto de pessoas que considero muito inteligentes e exemplos de presença, como é caso do Exmo. Reitor SALVATO TRIGO, que corresponde à presença mais inteligente que até à data tive o prazer de conhecer, do Professor Doutor NELSON BARROS por sentir que me apoia e acredita no que faço, da Professora Doutora ANA FONSECA, por constituir para mim um exemplo de Professora e Pessoa, do Professor Doutor ÁLVARO MONTEIRO, pela sua dedicação e da Professora MARIA JOÃO GUERREIRO, pela sua boa disposição e por tanto me ter ensinado da vida, e por isso, todas estas pessoas especiais deveriam também merecer o meu agradecimento.

Deveria também agradecer ao JOSÉ LUÍS, por todo o apoio que me deu ao longo destes espectaculares anos e alguns amigos mais marcantes, como é o caso da LINA pelas milhares de gargalhadas de intensidade irrepitível, da EDITE, pela partilha de metodologias de trabalho, da VERA, pela sua disponibilidade constante, e do MAURÍCIO, pela amizade turbulenta mas divertida.

No entanto, embora todos estes mereçam que lhes agradeça, peço desculpa, mas não o poderei fazer por um simples motivo: o agradecimento que devo a todas estas pessoas não é comparável ao agradecimento que devo aos meus queridos PAIS, por todas as mini-vitórias que alcancei até hoje e não seria justo colocar na mesma página agradecimentos de intensidades nunca comparáveis.

Assim, não só este trabalho mas todas as vitórias que alcancei durante estes anos, dedico e agradeço:

AOS MEUS PAIS,

As pessoas que mais amo

ÍNDICE

INTRODUÇÃO	1
I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO	5
I.1. Introdução.....	5
I.1.1. Temperatura do Ar	6
I.1.2. Humidade do Ar	7
I.1.3. Temperatura Radiante Média e Assimetria da Temperatura Radiante.....	7
I.1. 4. Velocidade do ar e Desconforto provocado por correntes de ar	9
I.1.5. Temperatura Operativa.....	12
I.1. 6. Índice PMV (Predicted Mean Vote).....	13
I.1. 6.1. Nível Metabólico	15
I.1. 6.2. Nível de Isolamento da Roupa	16
I.2. Metodologia utilizada.....	17
I.3. Valores considerados como referência.....	18
I.4. Apresentação e Discussão de Resultados Obtidos	20
I.4.1. Sala de Secretariado/Stock	21
I.4.2. Salas de Operações.....	24
I.4.3. Sala de Recobro.....	30
I.5. Síntese Conclusiva	31
II. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE	32
II.1. Introdução	32
II.1.1. Ruído Ambiente	32
II.1.2. Frequência.....	32
II.1.3. Espectro de frequência.....	33
II.2. Metodologia utilizada	33
II.3. Valores utilizados como referência.....	36
II.4. Apresentação e Discussão de Resultados	39
II.4.1. Salas de Operações.....	40
II.4.2. Sala de Recobro	41
II.4.3. Corredor	42
II.5. Síntese Conclusiva	43

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE AOS GASES ANESTÉSICOS ..	45
III.1. Introdução	45
III.1.1. Efeitos na saúde resultantes da exposição a gases anestésicos.....	46
III.1.1.1. Protóxido de Azoto	46
III.1.1.2. Gases Halogenados.....	47
III.1.2. Caracterização do sistema de indução, exaustão e monitorização de gases anestésicos	48
III.2. Metodologia utilizada na Monitorização de gases anestésicos.....	51
III.3. Concentrações máximas de gases anestésicos consideradas	51
III.3.1. Protóxido de Azoto	54
III.3.1.1.1. Procedimento para Ajuste dos Valores Limite de Exposição TLV	55
III.3.1.1.2. Procedimento para Ajuste do Valor limite para o Protóxido de Azoto ..	58
III.3.2. Sevoflurano.....	59
III.4. Resultados obtidos	59
III.4.1. Protóxido de Azoto	59
III.4.2. Sevoflurano.....	63
III.5. Síntese Conclusiva.....	69
CONCLUSÃO E APRECIÇÃO CRÍTICA	70
BIBLIOGRAFIA	73

ÍNDICE

ANEXO A - BREVE CARACTERIZAÇÃO DO HIP	A-12
ANEXO B - BREVE CARACTERIZAÇÃO DO BLOCO OPERATÓRIO DO HIP	A-20
ANEXO C - SERVIÇOS EXISTENTES NO 1º ANDAR DO BLOCO 7	A-25
ANEXO D - PLANTA REPRESENTATIVA DO BLOCO OPERATÓRIO	A-27
ANEXO E - QUESTIONÁRIO APLICADO AOS PROFISSIONAIS DO BLOCO OPERATÓRIO DO HIP	A-29
ANEXO F - RESULTADOS DO INQUÉRITO APLICADO AOS PROFISSIONAIS DO BLOCO OPERATÓRIO DO HIP	A-37
ANEXO G – LEGISLAÇÃO UTILIZADA COMO REFERÊNCIA	A-48
ANEXO H- EQUAÇÕES A UTILIZAR PARA O CÁLCULO DO ÍNDICE PMV	A-125
ANEXO I - RECOMENDAÇÕES DA EN ISO 7730 PARA OS PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO	A-127
ANEXO J - REPRESENTAÇÃO DAS SONDAS DO ANALISADOR DE CLIMA INTERIOR	A-130
ANEXO K - MONITORIZAÇÃO DOS PARÂMETROS TEMPERATURA E VELOCIDADE DO AR	A-135
ANEXO L - VALORES DE PMV PARA UM NÍVEL DE ACTIVIDADE METABÓLICA DE 70 W/m ² , PARA UM NÍVEL DE ISOLAMENTO DE ROUPA DE 0,75 CLO E UMA HUMIDADE RELATIVA DE 50%	A-150
ANEXO M - MEDIÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE NO BLOCO OPERATÓRIO	A-152
ANEXO N - CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS GASES ANESTÉSICOS ESTUDADOS	A-159
ANEXO O – CIRCULAR DA DIRECÇÃO GERAL DOS HOSPITAIS RELATIVA À SEGURANÇA NOS BLOCOS OPERATÓRIOS	A-162
ANEXO P - MONITORIZAÇÃO DO GÁS PROTÓXIDO DE AZOTO	A-165

ÍNDICE

ANEXO Q - MONITORIZAÇÃO DO GÁS SEVOFLURANO	A-193
ANEXO R - MONITORIZAÇÃO DO SEVOFLURANO- RESUMO DOS RESULTADOS OBTIDOS	A-221

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura I. 1. Desconforto causado por uma Assimetria da Temperatura Radiante.....9

Figura I. 2. Velocidade média permitida, para uma percentagem de desconfortáveis de 15%, em função da Temperatura e da Intensidade de Turbulência. 12

Figura I. 3. Analisador de clima interior..... 17

Figura I. 4. Montagem do analisador de clima interior na Sala de Secretariado/Stock (a), na Sala de Recobro (b)) e nas Salas de Operações ((c), d), e), f) e g))..... 18

Figura I. 5. Resultados da monitorização dos parâmetros Temperatura e Velocidade do Ar na Sala de Secretariado/Stock. 22

Figura I. 6. Valores de Temperatura do Ar medidos nas Salas de Operações..... 25

Figura I. 7. Valores de Velocidade do Ar monitorizados nas Salas de Operações..... 28

Figura I. 8. Valores de Temperatura do Ar (a) e de Velocidade do Ar (b)) monitorizados na Sala de Recobro. 30

Figura II. 1. Esquema representativo dos locais onde se realizou a avaliação do Ruído Ambiente..... 34

Figura II. 2. Pontos de medição do ruído na Sala 3..... 35

Figura II. 3. Pontos de medição do ruído na Sala 5..... 35

Figura II. 4. Pontos de medição do ruído na Sala de Recobro..... 35

Figura II. 5. Pontos de medição do ruído no Corredor. 35

Figura II. 6. Sonómetro utilizado (a)), calibrador (b)) e montagem em tripé (c)). 36

Figura II. 7. Curvas NC padrão. 38

Figura II. 8. *Interface* da ferramenta informática NC CALCULATOR..... 39

Figura II. 9. Curvas NC obtidas nas Salas de Operações. 40

Figura II. 10. Curvas NC obtidas na Sala de Recobro..... 42

Figura II. 11. Curvas NC obtidas no corredor. 43

Figura II. 12. Vista geral da *interface* da ferramenta de cálculo do TLV-TWA ajustado..... 57

Figura III. 1. Vista geral sob o aparelho de indução anestésica (a)), vaporizador de gases halogenados (b)) e sistema de alimentação de Protóxido de Azoto e oxigénio (c))..... 48

Figura III. 2. Tubos de exaustão e êmbolo de controlo. 49

Figura III. 3. Aparelho de monitorização de gases disponível no Bloco Operatório do HIP... 49

Figura III. 4. Montagem das sondas utilizadas para monitorização de gases..... 50

Figura III. 5. Montagem da sonda de monitorização de gases acoplada ao aparelho de indução anestésica.	50
Figura III. 6. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas nos dias 21 (a)), 22 (b)), 23 (c)), 24 (d)), 25 (e)) e 26 (f)) de Março de 2006.....	60
Figura III. 7. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas nos dias 27 (a)) e 28 (b)) de Março e 6 (c)), 7 (d)), 8 (e)) e 9 (f)) de Abril de 2006.	61
Figura III. 8. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas no dia 10 de Abril.	62
Figura III. 9. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas nos dias 21 (a)), 22 (b)), 23 (c)), 24 (d)), 25 (e)) e 26 (f)) de Março de 2006.	64
Figura III. 10. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas nos dias 27 (a)) e 28 (b)) de Março e 6 (c)), 7(d)), 8 (e)) e 9 (f)) de Abril de 2006.	65
Figura III. 11. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas no dia 10 de Abril de 2006.	66

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela I. 1. Efeitos associados a ambientes térmicos desajustados.....	6
Tabela I. 2. Gamas de aplicabilidade dos modelos de desconforto provocado por correntes de ar	11
Tabela I. 3. Valores do parâmetro A para determinação da Temperatura Operativa.	13
Tabela I. 4. Valores correntes de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente	15
Tabela I. 5. Valores CLO para vestuário de trabalho.	16
Tabela I. 6. Valores de Temperatura e Humidade definidos pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro para o Bloco Operatório.....	19
Tabela I. 7. Recomendações da Norma EN ISO 7730 (1994) para os parâmetros Assimetria de Temperatura Radiante e Temperatura Operativa no caso de actividades ligeiras e condições de Inverno.....	20
Tabela I. 8. Valores das Temperaturas Radiantes Planas medidas no Secretariado/Stock.....	22
Tabela I. 9. Assimetria da Temperatura Radiante e Temperatura Radiante Média no Secretariado/Stock.	23
Tabela I. 10. Valores mínimos, máximos e média obtida para a Temperatura do Ar considerando o período global e o período restrito.	26
Tabela I. 11. Valores limite do parâmetro Velocidade do Ar a considerar para que a percentagem de insatisfeitos devido a correntes de ar não exceda 15%.....	27
Tabela I. 12. Valores mínimos, máximos e média obtida para a Velocidade do Ar considerando o período global e o período restrito.	29
Tabela I. 13. Índices de desconforto provocado por correntes de ar.	29
Tabela II. 1. Níveis de ruído máximos preconizados pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro.	37
Tabela III. 1. Concentrações limite recomendadas para gases anestésicos.	53
Tabela III. 2. Descrição e tipo de ajuste dos limites de exposição de acordo com a categoria da substância.....	56
Tabela III. 3. Concentrações limite de Protóxido de Azoto ajustadas para os turnos praticados no Bloco Operatório.	58
Tabela III. 4. Análise aos turnos em que a concentração de Protóxido de Azoto superou o TLV-TWA.	62

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela III. 5. Resumo da análise das concentrações de Sevoflurano considerando o total das situações analisadas.67

Tabela III. 6. Resumo da análise das concentrações de Sevoflurano considerando apenas o espaço de tempo compreendido entre as 09:00 e as 19:30.68

INTRODUÇÃO

O objectivo deste trabalho foi a avaliação de agentes físicos e químicos no Bloco Operatório do Hospital Infante D. Pedro, E.P.E (HIP), recorrendo aos meios disponíveis nesta Instituição, tendo-se operacionalizado, sempre que necessário e possível, os aparelhos aí existentes.

Pretendeu-se ainda definir uma base, através da aplicação das metodologias recomendadas num determinado serviço, que possa ser aplicada em qualquer serviço do Hospital ou de qualquer outro local.

A consulta bibliográfica e o contacto com outros Hospitais do País, como por exemplo o Hospital Pedro Hispano, e com organizações tais como a AESOP (Associação de Enfermeiros de Salas de Operações) e o Ministério da Saúde, demonstraram a existência de uma falha a nível de procedimentos definidos para a avaliação de agentes de Higiene do Trabalho, sendo que este facto, aliado à visível necessidade de avaliação dos agentes aos quais estão expostos os profissionais de saúde de um Bloco Operatório, se tornou na motivação mais importante para a realização deste estudo. Assim, a definição de metodologias aplicáveis a todos os Serviços do Hospital e a exemplificação num determinado serviço passou a ser o objectivo primário deste trabalho.

O trabalho apresentado resulta de um estudo realizado no âmbito do estágio curricular que decorreu no HIP, entre Novembro de 2005 e Agosto de 2006, no qual foram avaliados os agentes físicos Iluminação, Conforto Térmico e Ruído Ambiente e a exposição aos gases anestésicos e ao dióxido de carbono. Foi ainda realizada uma avaliação da eficiência do sistema de ar condicionado e aplicado um inquérito aos profissionais de saúde de modo a se avaliar o seu grau de satisfação relativamente aos agentes de Higiene no seu local de trabalho. No entanto, a análise apresentada neste trabalho limita-se aos agentes físicos Conforto Térmico e Ruído Ambiente, à exposição a gases anestésicos (agentes químicos) e à interpretação dos resultados obtidos com a aplicação do inquérito aos profissionais de saúde.

Procedeu-se ainda à sugestão de medidas para melhorar as condições de higiene no que respeita aos agentes avaliados e diminuir potenciais problemas associados a uma exposição por parte dos profissionais a estes agentes.

INTRODUÇÃO

Estruturalmente, o documento apresenta-se dividido em dois volumes distintos:

- Volume I: Avaliação das condições de Higiene do Trabalho em Blocos Operatórios: O caso do HIP;
- Volume II: Avaliação das condições de Higiene do Trabalho em Blocos Operatórios: O caso do HIP – Anexos.

O presente volume é composto por uma introdução, um capítulo dedicado à avaliação do Conforto Térmico (Capítulo I), um capítulo dedicado à avaliação do Ruído Ambiente (Capítulo II) e outro dedicado à monitorização de gases anestésicos (Capítulo III). Apresenta-se ainda uma conclusão e apreciação crítica a indicação da bibliografia utilizada.

Devido à forte componente prática que caracteriza este trabalho, o caso de estudo apresenta-se dividido pelos vários temas abordados não se apresentado assim um capítulo dedicado exclusivamente ao caso prático.

Para o leitor poderá ser importante a apresentação de uma caracterização geral do Hospital Infante D. Pedro e mais especificamente do Bloco Operatório. No entanto, não se considera esta caracterização fundamental para a apresentação do trabalho realizado e por isso a mesma é apresentada no Volume II, mais propriamente nos Anexos A e B. Apresenta-se ainda uma planta representativa do piso onde se localiza o Bloco Operatório e outra, relativa apenas às Salas constituintes deste Serviço, nos Anexos C e D, respectivamente.

CONCEITO DE HIGIENE DO TRABALHO

A Higiene do Trabalho ou Higiene Ocupacional é, de acordo com a *American Industrial Hygienist Association* (cit in. Freitas, 2002) a ciência que se dedica ao reconhecimento, avaliação e controlo dos factores ambientais que podem provocar doenças, afectar a saúde e o bem estar ou criar algum mal estar significativo entre os trabalhadores ou cidadãos de determinada comunidade. É assim a área da Saúde Ocupacional que se dedica ao estudo dos riscos ambientais, através da relação do indivíduo com o ambiente do seu local de trabalho, com vista a prevenção de doenças profissionais (Almeida *et al.* 2006; Oliveira, 2006; Freitas, 2002). Esta área de intervenção tem um carácter eminentemente preventivo pelo que a sua participação deve iniciar-se logo na fase de projecto e concepção dos locais de trabalho (Almeida *et al.*, 2006).

CLASSIFICAÇÃO DOS AGENTES

Os factores do ambiente que interagem com o indivíduo, podendo provocar alterações no seu estado de saúde, são designados por agentes e classificam-se em:

- **Agentes Químicos:** partículas, fibras, fumos, aerossóis, gases e vapores, etc.
- **Agentes Biológicos:** microrganismos (bactérias, vírus e fungos) incluindo os geneticamente modificados, culturas de células ou tecidos, material biológico (penas, ácaros) e os endoparasitas humanos, susceptíveis de provocar infecções, alergias ou intoxicações (Almeida *et al.*, 2006; Sousa *et al.*, 2001).
- **Agentes Físicos:** Ruído, vibrações, iluminação, Conforto Térmico, radiações ionizantes, radiações não ionizantes, etc. (Almeida *et al.*, 2006; Miguel, 2006; Freitas, 2002).

RISCOS PROFISSIONAIS EM BLOCOS OPERATÓRIOS

O trabalho em ambiente hospitalar está associado a vários riscos profissionais, destacando-se, de acordo com Almeida *et al.* (2006) os seguintes:

- Biológicos;
- Ergonómicos;
- Físicos;
- Químicos;
- Psíquicos e
- Sociais.

Considerando os profissionais de saúde de Blocos Operatórios, os principais riscos associados ao seu trabalho são a exposição a agentes biológicos, a exposição a radiações não ionizantes (laser), a exposição a produtos químicos, a alergia ao látex, as posturas, as escorregadelas e as quedas (Almeida *et al.*, 2006).

METODOLOGIA UTILIZADA

O primeiro passo deste estudo consistiu na operacionalização dos aparelhos para avaliação de agentes físicos/químicos existentes no HIP, tendo-se seguido a aplicação de um questionário, que foi respondido por 30% dos profissionais de saúde com perguntas relativas aos agentes a avaliar. Em cada uma dos capítulos apresentar-se-ão os resultados obtidos nesta actividade e

INTRODUÇÃO

tanto o inquérito como os seus resultados integrais apresentam-se nos Anexos E e F, respectivamente.

Após conclusão desta actividade, seguiu-se uma pesquisa de potenciais metodologias de medição dos agentes considerados, assim como da legislação aplicável e valores limite a considerar.

A metodologia utilizada para a avaliação de agentes físicos/químicos foi definida com base no proposto por Freitas (2002) e pode ser apresentada através dos seguintes passos:

1. Reconhecimento das capacidades de avaliação

Consiste no reconhecimento das necessidades de avaliação de determinado agente físico tendo em conta o tipo de actividade dos serviços e as disponibilidades técnicas;

2. Medição

Corresponde à determinação da substância no local de trabalho;

3. Valoração

Análise dos resultados da medição em função dos critérios de valoração (Freitas, 2002).

Capítulo I

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

I.1. INTRODUÇÃO

As pessoas passam a maior parte do tempo em ambientes interiores cuja qualidade influencia a produtividade, o Conforto Térmico e a sua saúde e depende das características do edifício em questão e do tipo de utilização, entre outros factores (Beyer *et al.* 2005; Melikov, 2000; Brager e Dear, 1998). Assim, o estudo do ambiente térmico no interior dos locais de trabalho deve atender à necessidade de obtenção de condições aceitáveis em termos de saúde e conforto e ser adequado ao organismo humano, em função do processo produtivo, dos métodos de trabalho utilizados e da carga física a que os trabalhadores estão sujeitos (Brager e Dear, 2002; Brager e Dear, 1998).

Mas, o que significa concretamente Conforto Térmico? A Norma EN ISO 7730 (1994) define-o como “aquela condição mental que expressa satisfação com o ambiente térmico”, concluindo-se facilmente que é bastante difícil converter esta definição em parâmetros físicos (Brager e Dear, 1998).

Porquê medir Conforto Térmico nos ambientes de trabalho?

Se um profissional sente que o ambiente no qual trabalha não é satisfatório em termos de Conforto Térmico, o seu rendimento laboral diminuirá indubitavelmente e por isso, o Conforto Térmico tem um grande impacto em termos de eficiência laboral (Kvisgaard, 2000).

Os critérios apresentados pela Norma EN ISO 7730 (1994) estão especificados em requisitos para Conforto Térmico em geral (índices PMV/PPD, Temperatura Operativa, Temperatura e Humidade do Ar) e para desconforto Térmico local (correntes de ar, diferenças de Temperatura Verticais, Assimetria da Temperatura Radiante e Temperatura superficial). Para estes parâmetros térmicos, foi possível estabelecer relações psico-fisiológicas entre a intensidade do parâmetro e a percentagem de pessoas que consideram o ambiente inaceitável do ponto de vista de Conforto Térmico. Assim, as pessoas podem estar insatisfeitas devido aos parâmetros de Conforto Térmico em geral, devido aos parâmetros de Conforto Térmico local ou mesmo devido a ambos em simultâneo (Oleson e Parsons, 2002).

Na Tabela I.1. apresentam-se alguns dos efeitos associados a ambientes térmicos desajustados, de acordo com Freitas (2002).

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Tabela I. 1. Efeitos associados a ambientes térmicos desajustados.

SITUAÇÃO	AMBIENTE TÉRMICO DESAJUSTADO	CALOR EXCESSIVO	FRIO EXCESSIVO
Efeitos	Desconforto e mal-estar psicológico; Absentismo; Redução de produtividade; Aumento da fadiga e dos acidentes; Efeitos fisiológicos.	Decréscimo no rendimento; Dores de cabeça; Náuseas; Vertigens; Sudação.	Redução do tempo de reacção; Aumento da tensão; Distúrbios do ritmo cardíaco; Hipotermia; Diminuição da sensibilidade.

Uma forma objectiva de avaliar o nível de Conforto Térmico proporcionado num determinado ambiente interior consiste em realizar uma avaliação dos seguintes parâmetros ambientais:

- Temperatura do Ar;
- Humidade do Ar;
- Temperatura Radiante Média e Assimetria da Temperatura Radiante e
- Velocidade do Ar (Bancea e Cinca, 2004).

I.1.1. TEMPERATURA DO AR

O parâmetro Temperatura do Ar é considerado o mais importante de todos os parâmetros acima apresentados, já que a primeira condição de Conforto Térmico é a neutralidade térmica, que é sentida quando uma pessoa não sente nem frio nem calor (Çengel, 2003; Kvisgaard, 2000). Num ambiente térmico neutro, a produção de calor metabólico (quantidade de calor produzida para manter uniforme a Temperatura do corpo), é equilibrada pelas perdas de calor do corpo para o meio ambiente, sem que o individuo tenha necessidade de lutar contra o calor ou contra o frio. A Temperatura do Ar intervém na determinação das trocas de calor por convecção (transmissão de calor da pele para o meio envolvente e vice-versa) (Miguel, 2006).

I.1.2. HUMIDADE DO AR

A introdução de limites para a Humidade do Ar associados às questões de Conforto Térmico tem sido alvo de várias discussões, uma vez que existem autores tais como Oleson e Parsons (2002) que defendem que a sua influência no Conforto Térmico é relativamente pequena. De acordo com estes autores, a EN ISO 7730 (1994) recomenda que este parâmetro de encontre entre os 30 e os 60% apenas por motivos de qualidade do ar interior. Por outro lado, Çengel (2003), defende que a Humidade Relativa, que corresponde à razão entre a pressão de vapor no ar e a pressão de vapor saturado à mesma temperatura tem uma influência considerável nos níveis de Conforto Térmico, já que constitui uma medida da capacidade do ar para absorver a humidade e por isso afecta a quantidade de calor que o corpo liberta por evaporação. Com efeito, elevados níveis de Humidade Relativa diminuem a rejeição de calor pelo corpo por evaporação, especialmente a elevadas temperaturas enquanto que uma baixa Humidade Relativa aumenta esta capacidade (Piedade *et al.*, 2003; Çengel, 2003; Oleson e Parsons, 2002).

I.1.3. TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA E ASSIMETRIA DA TEMPERATURA RADIANTE

O parâmetro Temperatura Radiante Média descreve as trocas de calor por radiação entre um determinado corpo e as superfícies que o rodeiam (planos anterior e posterior, superior e inferior e direito e esquerdo) (Çengel, 2003; Olesen e Parsons, 2002; Calleja, 1998; Bruel & Kjaer, 1990). Define-se assim como a Temperatura uniforme do espaço envolvente, tratado como um corpo negro, a que corresponde uma perda de energia pelo individuo igual à perda verificada para o espaço envolvente em consideração. A Equação I.1. define, assim, para um espaço com n superfícies a Temperaturas T_i e $i= 1, \dots, n$, a Temperatura Radiante Média, t_{rm} .

$$t_{rm}^4 = T_1^4 F_{indiv. \rightarrow 1}^4 + T_2^4 F_{indiv. \rightarrow 2}^4 + T_3^4 F_{indiv. \rightarrow 3}^4 + \dots + T_n^4 F_{indiv. \rightarrow n}^4 \quad (\text{Equação I. 1.})$$

Com:

T_i = Temperatura da superfície (°C)

F = Factor angular entre a pessoa e a superfície, que pode ser determinado a partir de ábacos e expressões apresentadas na norma EN ISO 7726.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Um método alternativo para determinação da Temperatura Radiante Média (t_{rm}) baseia-se no conceito de Temperatura Radiante Plana (t_{pr}), que se define como a Temperatura uniforme de um espaço para o qual o fluxo radiante emitido a partir de um dos lados de um pequeno elemento plano é igual ao fluxo radiante emitido no espaço envolvente em consideração. Assim, a partir de todos os valores de t_{pr} , determina-se o valor de t_{rm} utilizando a Equação I.2. no caso da pessoa estar em pé e a Equação I.3 no caso da pessoa estar sentada (ISO, 1994).

$$t_{rm} = \{0,08[T_{pr}(cima) + T_{pr}(Baixo)] + 0,23[T_{pr}(direita) + T_{pr}(esquerda)] + 0,35[T_{pr}(frente) + T_{pr}(tras)]\} / [2(0,08 + 0,23 + 0,35)]$$

(Equação I. 2.)

$$t_{rm} = \{0,18[T_{pr}(cima) + T_{pr}(Baixo)] + 0,22[T_{pr}(direita) + T_{pr}(esquerda)] + 0,30[T_{pr}(frente) + T_{pr}(tras)]\} / [2(0,18 + 0,22 + 0,30)]$$

(Equação I. 3.)

Este método é equivalente a admitir que um indivíduo pode ser representado geometricamente como um pequeno cubo e que a Temperatura Radiante Média relativamente a esse indivíduo é igual a uma média ponderada da Temperatura Radiante Plana em relação às seis faces do cubo (cima, baixo, esquerda, direita, frente e trás).

Relativamente ao parâmetro Assimetria da Temperatura Radiante, se uma pessoa permanece em frente a uma lareira num dia frio, após um certo período de tempo, começa a sentir uma sensação de frio na coluna. Este mau estar não se pode evitar se a pessoa se aproxima mais ao fogo, já que o aumento de Temperatura no corpo aumenta a incomodidade. Este é um exemplo de como uma radiação térmica não uniforme pode resultar incómoda para o corpo. Para descrever esta falta de uniformidade térmica do campo de radiação utiliza-se o parâmetro Assimetria de Temperatura Radiante que corresponde a uma distribuição não uniforme da transferência de calor e pode ser causada pela existência de grandes superfícies frias ou quentes, tais como: janelas frias, tectos quentes e pela presença de máquinas frias ou quentes.

Determina-se assim através da diferença de Temperatura Radiante Plana entre dois planos paralelos (Çengel, 2003; Oleson e Parsons, 2002; Kvisgaard, 2000).

Na Figura I.1. apresenta-se a relação entre a percentagem de insatisfeitos e a Assimetria da Temperatura Radiante, a partir da qual se pode verificar que as pessoas são mais sensíveis a

tectos quentes, o que pode resultar de um aquecimento provocado por dispositivos de iluminação, e a paredes frias, que resultam geralmente de janelas demasiado grandes.

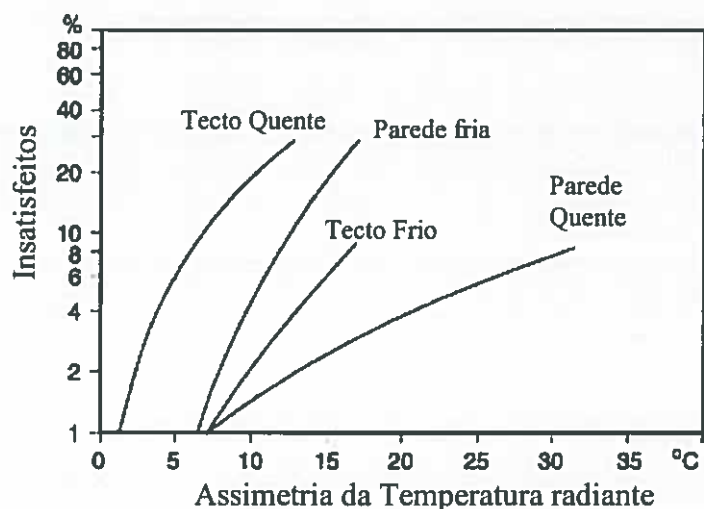


Figura I. 1. Desconforto causado por uma Assimetria da Temperatura Radiante. (Adaptado de: Olesen e Parsons, 2002)

I.1. 4. VELOCIDADE DO AR E DESCONFORTO PROVOCADO POR CORRENTES DE AR

A EN ISO 7730 (ISO, 1994) apresenta recomendações relativas ao desconforto causado por correntes de ar, que se define como um arrefecimento local e indesejado do corpo causado por movimento de ar (Gehring *et al.*, 2000; Toftum e Nielsen, 1996).

Em termos de legislação Portuguesa, o Decreto – Lei n.º 243/86¹ preconiza que os locais de trabalho contenham meios que permitam a renovação natural e permanente do ar sem provocar correntes incómodas ou prejudiciais aos trabalhadores (Decreto – Lei n.º 243/86). Por outro lado, o Decreto – Lei n.º 70/2006 define um valor limite para a velocidade do ar, para qualquer tipo de edifício, de 0,20 m/s (Decreto – Lei n.º 70/2006).

O modelo mais comum utilizado na avaliação do risco de incómodo por correntes de ar é o desenvolvido por Fanger (*cit in.* Charles, 2003) que se baseia em experiências laboratoriais. Este modelo combina 3 parâmetros físicos: Temperatura do Ar, Velocidade do Ar e Intensidade de Turbulência para prever a percentagem de ocupantes, de um determinado local, insatisfeitos devido a correntes de ar (Charles, 2003). Esta análise é realizada através do

¹ Toda a legislação consultada apresenta-se, na íntegra, no Volume II do presente documento.

índice de desconforto por correntes de ar DR (*Draught risk*) que se calcula através da Equação I.4.:

$$DR = (34 - t_a)(v - 0.05)^{0.62} (0.37vT_u + 3.14) \quad (\text{Equação I. 4.})$$

Com:

t_a = Temperatura do Ar (°C);

v = Velocidade média do Ar local (m/s);

T_u = Intensidade de Turbulência local, em percentagem, definida como a razão entre o desvio padrão da Velocidade do Ar e a Velocidade Média do Ar.

O modelo *Draught Risk* (DR) é baseado num estudo em que se submeteram 150 pessoas a Temperaturas que variavam entre 20 e 26 °C, Velocidades Médias do Ar que variavam entre 0,05 e 0,4 m/s e Intensidades de Turbulência entre 0 e 70% (ISO, 1994).

O modelo tem sido alvo de várias críticas como resultado de estudos tais como os de Gehring (Gehring *et al.*, 2002 a) que indicam que este deve ser modificado para passar a considerar o tempo de exposição ocorrendo actualmente uma subvalorização do desconforto e os de Toftum, apresentados em 1994 (*cit. in* Liedelt e Olesen, 2000) que indicam que o modelo deve considerar também a direcção do movimento de ar e que o modelo actual sobrevaloriza o desconforto. Assim, além do modelo apresentado, são conhecidos mais dois modelos, um desenvolvido por Gehring e outro desenvolvido por Toftum (Gehring *et al.*, 2002 a; Gehring *et al.*, 2002 b; Brager e Dear, 2002; Olesen e Parsons, 2002; Liedelt e Olesen, 2000).

Cada um dos modelos enumerados apresenta gamas de aplicabilidade distintas, que se apresentam na Tabela I.2.. Considera-se que estas gamas reduzem bastante a aplicabilidade dos modelos principalmente se se tiver em conta que é comum encontrarem-se Intensidades de Turbulência bastante mais elevadas, o que aconteceu em dois dos locais abrangidos por este estudo. Denota-se assim uma necessidade de desenvolver modelos aplicáveis a Temperaturas e Intensidades de Turbulência mais elevadas assim como a diferentes Taxas Metabólicas. Note-se que o modelo recomendado pela EN ISO 7730 (1994) apenas se aplica aos casos em que a taxa metabólica é de 70 W/m². (Gehring *et al.*, 2002 a; ISO, 1994).

I. AValiação dos níveis de conforto térmico

Tabela I. 2. Gamas de aplicabilidade dos modelos de desconforto provocado por correntes de ar (Gehring et. al, 2002 a; ISO, 1994).

MODELO	TEMPERATURA DO AR (°C)	VELOCIDADE MÉDIA DO AR (m/s)	INTENSIDADE DE TURBULÊNCIA (%)	TAXA METABÓLICA (W/m ²)
ISO 7730	20-26	0,1-0,4	10-70	70
Toftum	11-20	0,1-0,4	10-40	104-129
Gehring	11-23	0,1-0,4	20-90	60-156

Em todos estes modelos considera-se que as situações de desconforto associadas a correntes de ar variam de forma inversamente proporcional com a Temperatura, o que dificulta a análise do desconforto provocado por correntes de ar, uma vez que enquanto que o movimento de ar pode provocar um arrefecimento agradável numa situação de calor, aumenta o desconforto em situações de frio. A zona de transição entre o arrefecimento desejável e o desconforto provocado por correntes de ar é uma função complicada de parâmetros físicos, fisiológicos e da expectativa Humana (Arens *et. al.*, 1994).

Note-se que o desconforto provocado por uma corrente de ar corresponde a um desconforto local e não expressa calor ou frio no corpo em geral. O desconforto Térmico local (desconforto provocado por um aquecimento ou arrefecimento de uma parte particular do corpo) pode ser ainda provocado por diferenças de Temperatura entre as ancas e a cabeça e por um chão ou parede demasiado frios ou quentes (como já se analisou na apresentação dos conceitos relacionados com a Temperatura Radiante). É também de considerar que as pessoas com actividades sedentárias são mais sensíveis a situações de desconforto local (Gehring *et. al.*, 2002 b; Olesen e Parsons, 2002).

A Norma EN ISO 7730 (ISO, 1994) preconiza que a Velocidade do Ar seja inferior à especificada na Figura I.2., para que se obtenha apenas 15% das pessoas insatisfeitas devido a correntes de ar, tanto no Inverno como no Verão. O gráfico é baseado no modelo DR apresentado anteriormente (ISO, 1994).

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

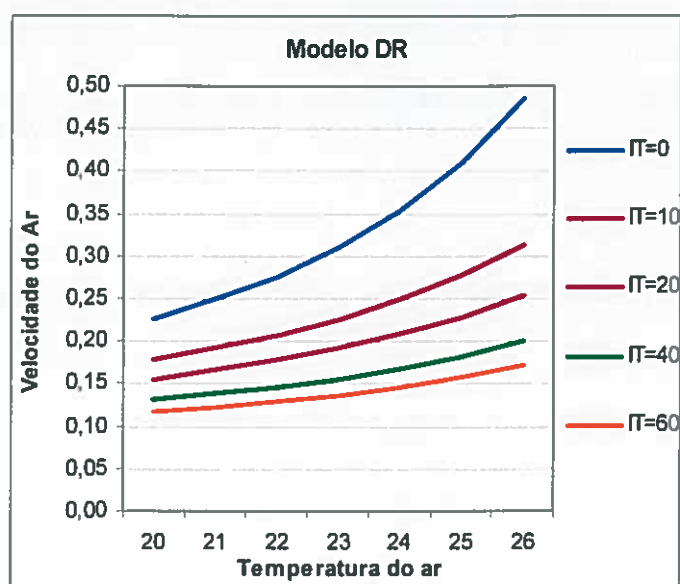


Figura I. 2. Velocidade média permitida, para uma percentagem de desconfortáveis de 15%, em função da Temperatura e da Intensidade de Turbulência.

Como apresentado anteriormente, este método tem a desvantagem de apresentar uma aplicabilidade limitada em termos de Intensidade de Turbulência, Velocidade do Ar e Taxa Metabólica o que reduz bastante a sua potencial utilização. No entanto, nas situações em que o mesmo não seja aplicável, pode considerar-se a recomendação da American Society of Heating, Refrigerating and Air- Conditioning Engineers (ASHRAE) (*cit. in.* Charles, 2003) e de outros autores de que a Velocidade do Ar não ultrapasse o valor de 0,15 m/s. Em termos de legislação nacional, o Decreto – Lei n.º 79/2006 preconiza que a Velocidade do Ar interior não ultrapasse os 0,20 m/s (Decreto – Lei n.º 79/2006; Melikov, 2000; Bruel & Kjaer, 1990).

I.1.5. TEMPERATURA OPERATIVA

Os parâmetros Temperatura do Ar, Temperatura Radiante Média e Velocidade do Ar podem ser analisados isoladamente mas são também utilizados para a análise de determinado ambiente interior através do parâmetro Temperatura Operativa, que se define como a temperatura uniforme de um ambiente negro imaginário no qual o ocupante poderia trocar a mesma quantidade de calor por radiação e convecção que no ambiente real não uniforme (Bancea e Cinca, 2004; ISO, 1994).

De uma forma geral, no que respeita às trocas de calor entre o Homem e o ambiente, o fluxo de calor por convecção não é considerado uma vez que as superfícies do corpo em contacto com elementos sólidos (pés, mãos e nádegas) são pequenas em relação à superfície total.

Assim, as trocas de calor entre o ambiente e o corpo humano realizam-se principalmente por três vias; condução, evaporação e radiação (transmissão de calor por meio de ondas electromagnéticas), que está relacionada com a Temperatura Radiante Média. Considerando o anterior e facto do calor perdido por condução estar relacionado com a Temperatura do Ar e com a Velocidade do ar ao nível da pele, facilmente se verifica a importância de um parâmetro de Conforto Térmico que inclua os parâmetros Temperatura Radiante Média, Temperatura e Velocidade do Ar (Miguel, 2006).

Na maior parte dos casos práticos em que a Velocidade do Ar é baixa (<0, 2 m/s) ou a diferença entre a Temperatura do Ar e a Temperatura Radiante Média é pequena (<4 °C), a Temperatura Operativa pode ser calculada com suficiente aproximação através da média do valor destas Temperaturas (Çengel, 2003; ISO, 1994). No entanto, a forma mais precisa de determinar a Temperatura Operativa consiste em recorrer à Equação I.5. e à Tabela I.3..

$$t_o = At_a + (1 - A)t_{r,m} \text{ (Equação I. 5.)}$$

Com:

t_a = Temperatura do Ar;

$t_{r,m}$ = Temperatura Radiante Média;

A = Valor que depende da Velocidade do Ar de acordo com a Tabela I.3..

Tabela I. 3. Valores do parâmetro A para determinação da Temperatura Operativa.

Velocidade do ar	<0,2	0,2-0,6	0,6-1
A	0,5	0,6	0,7

I.1. 6. ÍNDICE PMV (*PREDICTED MEAN VOTE*)

Em 1972, Fanger (*cit. in* Yang e Su, 1996) propôs um índice de conforto bastante inovador, denominado de PMV (*Predicted Mean Value*) que considera os seguintes factores:

- Velocidade do Ar interior;
- Temperatura Radiante Média;
- Actividade dos ocupantes;
- Nível de Isolamento do vestuário dos ocupantes;
- Temperatura do Ar e
- Humidade Relativa (Miguel, 2006; Yang e Su, 1996; ISO, 1994).

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

O Índice PMV (*Predicted Mean Vote*) exprime o voto médio previsível de um grupo considerável de pessoas expostas, em termos de sensação térmica. Este índice baseia-se no balanço térmico do corpo humano (produção interna de calor igual à perda de calor para o ambiente) (Freitas, 2002; ISO, 1994).

Por outro lado, o Índice PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) estabelece uma quantificação do número de pessoas que se sentem termicamente insatisfeitas num determinado local. Após determinação do índice PMV, este pode calcular-se por aplicação da Equação I.6:

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)} \quad (\text{Equação I. 6.})$$

O índice PMV aplica-se a ambientes térmicos moderados ou neutros e, de acordo com o referencial EN ISO 7730, que adoptou integralmente o índice de Fanger, pode ser calculado através de 3 formas distintas (ISO, 1994; Olesen e Parsons, 2002):

- 1) Utilizando um conjunto de Equações (que se apresentam no Anexo H deste documento) recorrendo a um programa computacional;
- 2) Directamente de valores PMV tabelados (disponíveis no Anexo D da Norma EN ISO 7730 (1994)), que estão definidos para diferentes combinações de actividade, vestuário, Temperatura Operativa e Velocidade do Ar para uma Humidade Relativa de 50%;
- 3) Por medição directa, utilizando um sensor integrador, que fornece directamente o valor do Índice PMV.

O valor do índice PMV determinado levará a um resultado que pode ser interpretado consoante a seguinte escala de sensações:

- +3 Quente
- +2 Tépido
- +1 Ligeiramente tépido
- 0 Neutro
- 1 Ligeiramente fresco
- 2 Fresco
- 3 Frio

Para a determinação deste índice é necessário considerar os Níveis Metabólico (MET) e de Isolamento da Roupas (CLO) que correspondem a parâmetros difíceis de estimar de forma

precisa, especialmente quando se consideram contextos práticos que geralmente apresentam algum dinamismo (Miguel, 2006; Olesen e Parsons, 2002). De seguida apresenta-se uma forma de estimar estes níveis de modo a se poder determinar o valor do índice PMV.

I.1. 6.1. NÍVEL METABÓLICO

O organismo humano funciona, em condições de saúde, a uma Temperatura constante, e por isso a energia calorífica (Metabolismo) produzida pelos seus processos vitais, tais como a circulação, respiração, etc., e actividade muscular deve ser dissipada à medida que é produzida, para que não haja acumulação ou *deficit* que provoquem o funcionamento anormal do organismo humano (Piedade *et. al.*, 2003).

É comum medir-se o metabolismo em MET², cuja unidade corresponde ao nível de actividade de uma pessoa sedentária e equivale a uma perda de calor de 58 W/m² de superfície corporal. O nosso metabolismo está ao mínimo quando dormimos (0,8 MET) e aumenta ao máximo durante actividades desportivas, podendo chegar a superar os 10 MET (Miguel, 2006; Kvisgaard, 2000).

Como exemplo apresenta-se na Tabela I.4., alguns níveis de Metabolismo MET em função do tipo de actividade.

Tabela I. 4. Valores correntes de trocas de calor entre o corpo humano e o ambiente (ISO, 1994).

ACTIVIDADE	NÍVEL DE METABOLISMO	
	W/m ²	MET
Actividade sedentária (escritório, laboratório, etc)	70	1,2
Em pé, actividade ligeira (lojas, actividades industriais leves)	93	1,6
Em pé, actividades médias (trabalho doméstico, trabalho em máquinas, etc.)	116	2,0

² 1 met= 58 W/m²; Área média do corpo humano A= 1,75 m².

I.1. 6.2. NÍVEL DE ISOLAMENTO DA ROUPA

A roupa reduz a perda de calor do corpo e por isso esta é classificada segundo o seu Nível de Isolamento que tem associada a unidade CLO, sendo também utilizada a unidade $m^2\text{ }^\circ\text{C/W}$ ⁽³⁾.

A escala CLO foi definida de forma a que uma pessoa nua apresente um valor de isolamento de 0,0 CLO sendo que este valor pode ser calculado se se conhecer todo o vestuário que a pessoa está a usar. Na Tabela I.5. apresentam-se alguns valores típicos de Níveis de Isolamento de Roupas, de acordo com a EN ISO 7730 (ISO, 1994).

Tabela I. 5. Valores CLO para vestuário de trabalho (ISO, 1994).

VESTUÁRIO	NÍVEL DE ISOLAMENTO DO VESTUÁRIO	
	CLO	$m^2\text{ }^\circ\text{C/W}$
Roupa interior, camisa, meias e sapatos	0,70	0,110
Roupa interior, camisola, calças, meias e sapatos	0,75	0,115
Roupa interior, camisa, fato, meias e sapatos	0,80	0,125
Roupa interior, camisola, calças, bata, meias e sapatos	0,90	0,140

De acordo com Jones (2002), o modelo de Conforto Térmico proposto por Fanger apresenta a desvantagem de uma aproximação unidimensional das trocas de massa e calor entre o corpo humano e o ambiente, uma vez que o vestuário é tratado como uniforme em todo o corpo. Assim, este autor defende a utilização de modelos, tais como o modelo Tranmod que divide a superfície do corpo em segmentos de modo que cada segmento esteja coberto de forma uniforme.

A EN ISO 7730 (ISO, 1994) apresenta ainda outras recomendações de parâmetros de Conforto Térmico, que diferem consoante se trate de situações de Inverno ou de Verão e que foram utilizadas neste trabalho como se apresentará mais adiante. Estas recomendações podem ser consultadas no Anexo I.

³ 1 clo= 0,155 $m^2\text{ }^\circ\text{C/W}$.

I.2. METODOLOGIA UTILIZADA

A medição dos parâmetros de Conforto Térmico foi realizada em 5 das 6 Salas de Operações que constituem o Bloco Operatório, na sala de Secretariado/Stock e na Sala de Recobro. Estes últimos locais foram escolhidos devido ao facto de existir na sala de Secretariado/Stock um posto de trabalho fixo e devido à grande importância da manutenção de elevados níveis de Conforto Térmico na Sala de Recobro, já que os doentes que se encontram nesta Sala apresentam, geralmente uma maior sensibilidade a baixas Temperaturas do Ar.

As medições dos parâmetros de Conforto Térmico foram realizadas utilizando o aparelho analisador de clima interior da marca Bruel & Kjaer que se mostra na Figura I.3. e que é composto por um ecrã, onde se mostram os valores e se programa o aparelho, e por cinco sondas para medição dos parâmetros de Conforto Térmico (Temperatura do Ar, Velocidade do Ar, Temperatura Radiante Plana, Humidade do Ar e Temperatura de Superfícies).

A sonda para medição da Humidade do Ar esteve inoperacional durante todo o estudo e a sonda para medição da Velocidade do Ar partiu-se numa das medições numa Sala de Operações. Esta situação levou a algumas limitações na análise do Conforto Térmico tendo-se, no entanto, realizado a medição da Temperatura em todos os locais desejados, da Velocidade em quase todos os locais pretendidos, mas tornou-se impossível determinar o índice PMV em todos os locais devido à falta da sonda da Velocidade (a partir de determinada altura) e da Humidade.



Figura I. 3. Analisador de clima interior.

No Anexo J apresenta-se uma representação dos componentes de cada uma das sondas que constituem o analisador de clima interior.

No Bloco Operatório mediram-se os parâmetros Velocidade e Temperatura do Ar nas Salas de Operações, na Sala de Recobro e na Sala de Secretariado/Stock tendo-se neste último local medido ainda os restantes parâmetros necessários para a determinação da Temperatura Operativa e da Assimetria da Temperatura Radiante. A medição destes dois parâmetros não foi possível de se realizar nem nas Salas de Operações nem na Sala de Recobro porque quando se pretendia fazê-lo ocorreram várias alterações nas Salas de Operações, sendo que algumas delas foram fechadas e a sonda de medição de Velocidade do Ar ficou inoperacional.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Sempre que possível, as medições tiveram a duração de 24 horas com a finalidade de se perceber a evolução destes parâmetros ao longo do dia. Na Figura I.4. apresenta-se a montagem do aparelho analisador de clima interior em todos os locais onde ocorreu a avaliação das condições de Conforto Térmico.



a) Sala de Secretariado/Stock



b) Sala de Recobro



c) Sala de Operações I



d) Sala de Operações 2



e) Sala de Operações 3



f) Sala de Operações 4



g) Sala de Operações 5

Figura I. 4. Montagem do analisador de clima interior na Sala de Secretariado/Stock (a)), na Sala de Recobro (b)) e nas Salas de Operações ((c), d), e), f) e g)).

I.3. VALORES CONSIDERADOS COMO REFERÊNCIA

O Decreto-Lei n.º 234/86 define condições ambientais para os postos de trabalho, no entanto este documento não especifica condições específicas consoante o local e o tipo de trabalho. Assim, o documento considerado como principal referência foi o Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro, que se apresenta na íntegra no Anexo G, e que define parâmetros simples e funcionais para a qualidade dos tratamentos prestados pelos serviços privados de saúde. Note-se que apesar do HIP não se tratar de uma unidade privada de saúde, este regulamento deve ser tido em conta como referência, uma vez que não existem documentos desenvolvidos para as instituições de saúde públicas. No Anexo VI deste documento

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Regulamentar são definidos os requisitos mínimos das condições ambientais para vários serviços, onde se inclui o Bloco Operatório, cujo preconizado se apresenta na Tabela I.6..

Tabela I. 6. Valores de Temperatura e Humidade definidos pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro para o Bloco Operatório.

LOCAL DO BLOCO OPERATÓRIO	TEMPERATURA DO TERMÓMETRO SECO (°C)	HUMIDADE RELATIVA (%)
Salas de operações	20-24	60%
Recobro ou unidade de cuidados pós-anestésicos	24	60%
Outras salas e circulações	22-24	50%

Relativamente aos valores limite para a Velocidade do Ar, o parâmetro foi medido e posteriormente determinou-se a Intensidade de Turbulência. Considerando este valor e o valor médio da Temperatura do Ar, recorreu-se à Equação I.4. para determinar o limite máximo da Velocidade do Ar para que apenas 15% dos ocupantes da sala em questão sentissem desconforto provocado por correntes de ar.

Nos casos em que a Intensidade de Turbulência foi superior a 60%, considerou-se como valor limite os 0,15 m/s recomendado por vários autores. Note-se que se poderia considerar também os 0,20 m/s definidos pelo Decreto-Lei n.º 76/2006, no entanto considera-se mais correcto utilizar como referência o valor mais restrito porque se o valor do parâmetro cumpre os 0,15 m/s então também cumpre os 0,20 m/s definidos pela legislação Portuguesa.

Considerou-se ainda como referencial a Norma EN ISO 7730 (1994) para os parâmetros Assimetria da Temperatura Radiante e Temperatura Operativa, conforme a Tabela I.7., e para a determinação e interpretação do Índice PMV.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Tabela I. 7. Recomendações da Norma EN ISO 7730 (1994) para os parâmetros Assimetria de Temperatura Radiante e Temperatura Operativa no caso de actividades ligeiras e condições de Inverno.

PARÂMETRO	ACTIVIDADES LIGEIRAS, ESSENCIALMENTE SEDENTÁRIA EM CONDIÇÕES DE INVERNO (PERÍODO DE AQUECIMENTO) ⁴
Temperatura operativa	20-24 °C
Assimetria de Temperatura Radiante de janelas ou outras superfícies verticais frias	<5 °C (relativa a um pequeno plano vertical situado a 0,6 m do solo)
Assimetria de Temperatura Radiante devida a um tecto ligeiramente quente	<10 °C (relativa a um pequeno plano horizontal situado 0,6 m acima do solo)

I.4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS OBTIDOS

No questionário aplicado aos profissionais de saúde do Bloco Operatório, mais de 64% da população inquirida respondeu que as condições de Conforto Térmico no seu local de trabalho eram Muito Más ou Más. Cerca de 92% dos inquiridos entende que existem diferenças de Temperatura entre o Bloco Operatório e as áreas adjacentes ao mesmo, e 82,05% das pessoas entende que estas diferenças são significativas. É ainda de enumerar que cerca de 92% dos inquiridos sente diferenças de Temperatura entre salas distintas dentro do Bloco Operatório e que 79,5% dos profissionais entende que estas diferenças são muito significativas.

Em relação ao parâmetro Humidade do Ar, verifica-se que 61,5% dos inquiridos assinala que a atmosfera do Bloco Operatório é demasiado seca. Considerando as respostas dadas por tipo de sala, a maior parte dos inquiridos entende que as condições são demasiado secas na Sala de Recobro (51,3%) e nas Salas de Operações (64,10%), sendo que as respostas relativas ao Secretariado/Stock estão divididas entre o Demasiado Seco e o Agradável.

O cenário apresentado pelos profissionais de saúde não é positivo no que respeita às condições de Conforto Térmico no local estudado, conforme acima apresentado, denotando-se uma necessidade de avaliação destes parâmetros. De seguida, apresenta-se uma análise dos

⁴ Como já referido anteriormente, no Anexo I apresenta-se uma extensão das recomendações e as correspondentes para uma situação de Verão.

parâmetros de Conforto Térmico medidos na Sala de Secretariado/Stock, na Sala de Recobro e nas Salas de Operações do Bloco Operatório em estudo⁵.

I.4.1. SALA DE SECRETARIADO/STOCK

A medição dos parâmetros Temperatura e Velocidade do Ar na Sala de Secretariado/Stock foi efectuada no dia 31 de Janeiro de 2006, no período compreendido entre as 9:35 e as 17:35 horas, tendo sido realizadas cerca de 20 medições da Velocidade do Ar e da Temperatura do Ar.

Tal como apresentado na Figura I.4. a), a montagem do aparelho não foi a ideal uma vez que este deve ser montado num local onde possa existir o mínimo de interferências relacionadas, por exemplo, com o movimento de pessoas. No entanto, uma vez que as dimensões do Secretariado/Stock são relativamente pequenas para as actividades aí exercidas, o único local onde foi possível montar o aparelho foi sobre a secretária com menor utilização.

Na Figura I.5. a) e b) apresentam-se os valores de Temperatura e Velocidade do Ar monitorizados na Sala de Secretariado/Stock⁶, cuja análise permite verificar que 100% dos valores de Temperatura medidos se encontram acima do limite máximo recomendado pela legislação Portuguesa (24 °C). Em relação ao parâmetro Velocidade do Ar, obteve-se uma Intensidade de Turbulência de cerca de 98% o que denota grandes flutuações da Velocidade do Ar ao longo do tempo. Este elevado valor de Intensidade de Turbulência inviabiliza a aplicação da Equação I.4. e por isso o valor máximo considerado para a Velocidade do Ar foi de 0,15 m/s. Este valor nunca foi alcançado, sendo que o valor médio para a Velocidade do Ar é de 0,05 m/s. Considerando as elevadas Temperaturas e a baixa Velocidade do Ar, seria de esperar que o ambiente térmico neste local correspondesse a uma situação de desconforto, tal como expresso pelos profissionais de saúde inquiridos.

⁵ No relatório de estágio intitulado Avaliação de Agentes Físicos no Bloco Operatório e na Central de Esterilização do HIP do mesmo autor pode consultar-se a mesma análise alargada a todas as salas que constituem este Bloco Operatório.

⁶ No Anexo K apresentam-se todos os valores de Temperatura e Velocidade do Ar monitorizados no Bloco Operatório do HIP.

Tabela I. 9. Assimetria da Temperatura Radiante e Temperatura Radiante Média no Secretariado/Stock.

LOCAL	ASSIMETRIA DA TEMPERATURA RADIANTE TECTO/CHÃO	ASSIMETRIA DA TEMPERATURA RADIANTE JANELA/PORTA	TEMPERATURA RADIANTE MÉDIA
Secretária 1	0,6	1,3	24,7
Secretária 2	0,6	2,3	23,9

A Assimetria de Temperatura Radiante entre o tecto e o chão é de 0,6 °C e por isso está dentro do valor estabelecido pela EN ISO 7730 (ISO, 1994) e entre a porta e as janela os valores também são cumpridos pois este valor deverá ser inferior a 5 °C, tal como apresentado na Tabela I.7..

O cálculo da Temperatura Radiante Média permitiu ainda determinar a Temperatura Operativa em cada um dos postos de trabalho. Assim, considerando a Equação I.5., a Temperatura Operativa no ponto 1 é de 24,6 °C e no ponto 2 é de 24,3 °C. De acordo com o recomendado pela EN ISO 7730 (ISO, 1994), a Temperatura Operativa deverá situar-se entre os 20 e os 24 °C. Assim, tanto no ponto 1 como no ponto 2 a Temperatura Operativa encontra-se acima do valor limite, o que reforça a conclusão de que a Temperatura do Ar na sala de Secretariado/Stock é demasiado elevada para que os seus ocupantes possam sentir-se confortáveis do ponto de vista térmico.

Para determinação do índice PMV através dos valores tabelados no Anexo D da EN ISO 7730 (ISO, 1994), considerou-se um nível de isolamento do vestuário de 0,70 CLO, uma vez que o vestuário utilizado neste Bloco Operatório consiste em roupa interior, calças, camisola, meias e sapatos (Tabela I.5.) e um nível de actividade metabólica de 70 W/m² uma vez que a actividade aí exercida corresponde a uma actividade de escritório (Tabela I.4.). Com os dados anteriores e assumindo uma Humidade Relativa de 50%, determinou-se o índice PMV através das tabelas do Anexo D da norma EN ISO 7730 (ISO, 1994). Assim, obteve-se um valor aproximado de 0,27 que corresponde a um ambiente neutro, ou seja, apesar da Temperatura do Ar e da Temperatura Operativa excederem os valores limite recomendados, o ambiente térmico deste local não corresponde a um ambiente desagradável, se a Humidade Relativa se encontrar perto dos 50%. No Anexo L apresenta-se a Tabela utilizada para a determinação do índice PMV neste local.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

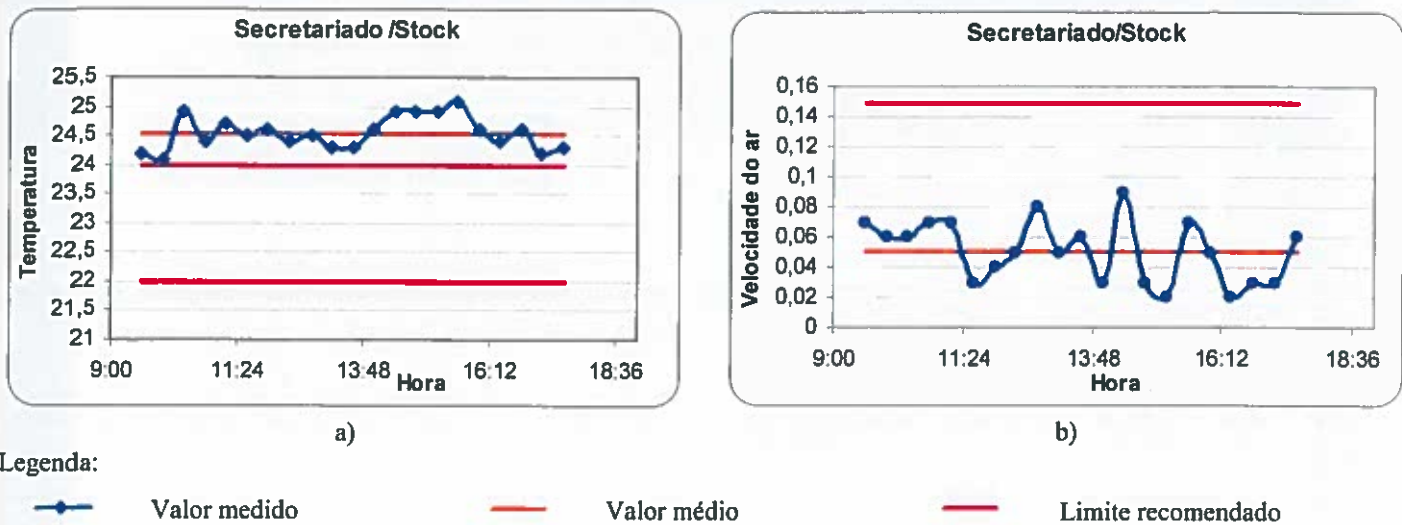


Figura I. 5. Resultados da monitorização dos parâmetros Temperatura e Velocidade do Ar na Sala de Secretariado/Stock.

Foi efectuada ainda uma medição dos parâmetros para determinação da Assimetria de Temperatura Radiante na secretária onde se realiza o trabalho de secretariado que corresponde a um posto de trabalho fixo e noutra secretária que não corresponde a um posto fixo mas que é bastante utilizada pelos profissionais de saúde do Bloco Operatório. Estas medições foram realizadas às 15h35m do dia das medições apresentadas anteriormente. Os valores das medições necessárias para o cálculo da Temperatura Radiante Média apresentam-se na Tabela I.8.

Tabela I. 8. Valores das Temperaturas Radiantes Planas medidas no Secretariado/Stock.

LOCAL PLANO	TEMPERATURA RADIANTE PLANA					
	SUPERIOR	INFERIOR	ANTERIOR	POSTERIOR	DIREITO	ESQUERDO
Secretária 1	24,6	24	24,7	24,6	24,3	25,6
Secretária 2	24,3	23,7	23,5	24,6	25	22,7

Com os dados apresentados na Tabela I.8., determinaram-se a Assimetria da Temperatura Radiante e a Temperatura Radiante Média, através da aplicação da Equação I.3., cujos resultados se apresentam na Tabela I.9.

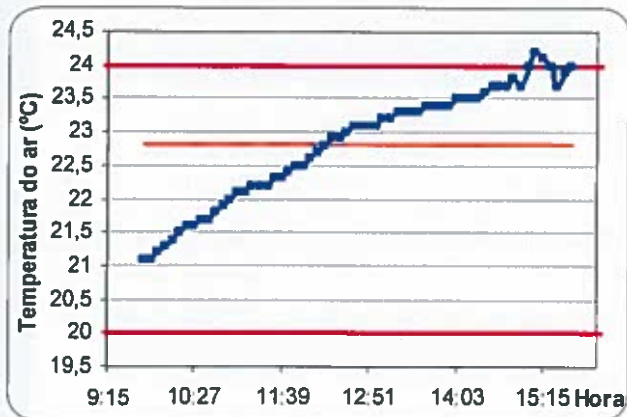
I.4.2. SALAS DE OPERAÇÕES

O cumprimento dos valores de Temperatura e Humidade nas Salas de Operações não está apenas relacionado com os níveis de Conforto Térmico já que existe também a necessidade de manter uma atmosfera controlada principalmente devido ao risco existente de infecções. Assim, é muito importante manter estes parâmetros em conformidade com o estabelecido pelos regulamentos para que se evite este tipo de problemas. Do ponto de vista de Conforto Térmico, considerando o tipo de actividade exercida nestas salas, é indiscutível a necessidade de manutenção de níveis de conforto elevados para os profissionais de saúde.

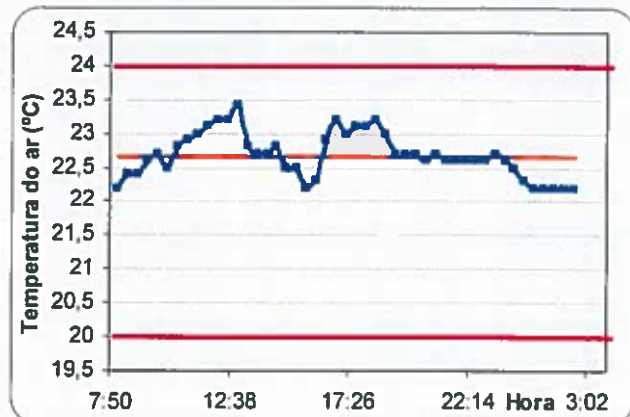
Na Figura I.6. apresentam-se os valores de Temperatura do Ar registados nas Salas de Operações, a partir da qual se verifica que a maior parte dos valores registados se encontram dentro dos limites considerados, no entanto, denota-se uma tendência para a localização dos valores próxima do limite superior de 24 °C. Note-se que apenas as Sala de Operações 2 e 5 apresentam todos os valores dentro dos limites considerados o que é bastante positivo se se considerar que a Sala 5 é uma sala de ortopedia onde as operações são mais activas e por isso os efeitos resultantes de Temperaturas excessivamente elevadas são mais sentidos pelos profissionais de saúde. É de notar também que no período de maior ocupação, o período compreendido entre as 9:00 e as 19:30 horas, existe uma tendência para valores mais elevados deste parâmetro, tal como seria de esperar, uma vez que fora deste período, apenas ocorrem cirurgias em regime de urgência e por isso a taxa de ocupação do Bloco Operatório é muito inferior.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

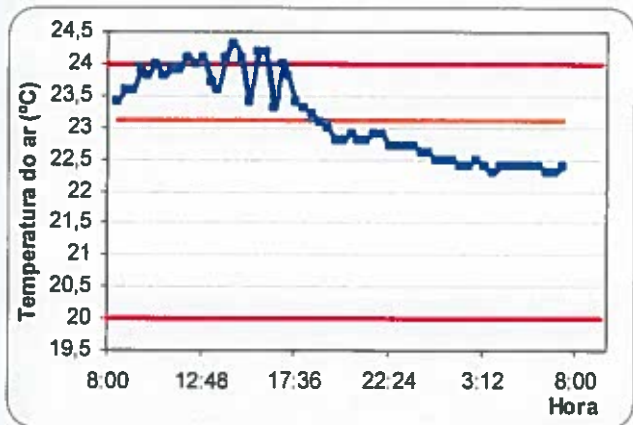
a) Sala de Operações 1



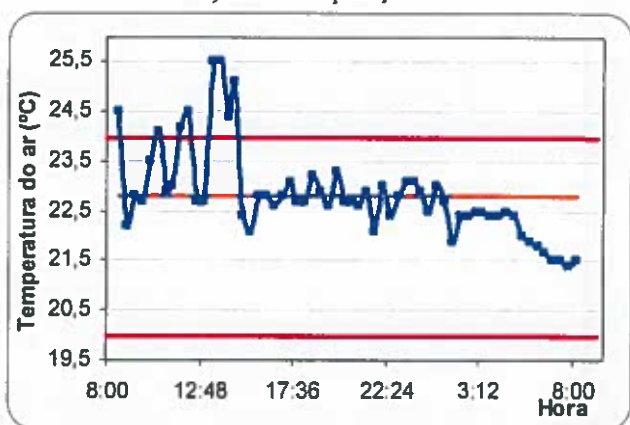
b) Sala de Operações 2



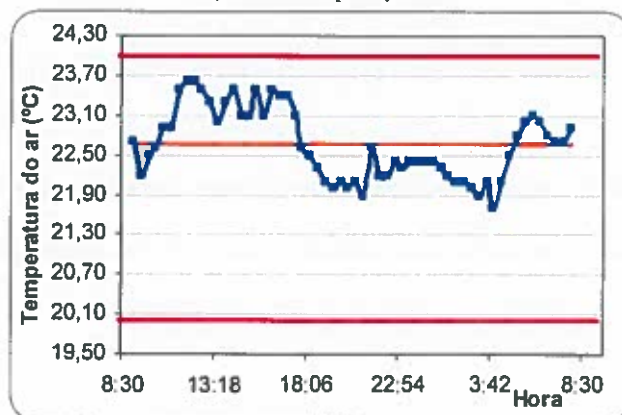
c) Sala de Operações 3



d) Sala de Operações 4



E) Sala de Operações 5



Legenda:

—■— Temperatura do ar
 — Temperatura Média
 — Limites (D. R. nº 63/94)

Figura I. 6. Valores de Temperatura do Ar medidos nas Salas de Operações.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Na Tabela I.10 apresentam-se os valores médios, máximos e mínimos considerando, por um lado todo o período das medições e por outro, apenas o período compreendido entre as 09:00 e as 19:30 horas.

Tabela I. 10. Valores mínimos, máximos e média obtida para a Temperatura do Ar considerando o período global e o período restrito.

PERÍODO		09:00-19:30			Global		
Variável		Mínimo	Máximo	Média	Mínimo	Máximo	Média
Sala de Operações	1	21,1	24,2	22,8	21,1	24,2	22,8
	2	22,2	23,4	22,9	22,2	23,4	22,7
	3	23,0	24,3	23,8	22,3	24,3	23,1
	4	22,1	25,5	23,3	21,4	25,5	22,8
	5	22,1	23,6	23,0	21,7	23,7	22,7

A análise da Tabela I.10. permite concluir que, especialmente, a nível da Temperatura média, ocorre um aumento dos valores medidos quando se considera o período restrito, o que permite concluir, mais uma vez, que os valores de Temperatura do Ar são proporcionais à taxa de ocupação e de actividade do Bloco Operatório.

Relativamente ao parâmetro Velocidade do Ar, tal como nos outros casos, foram medidos os valores e de seguida determinados o Índice de Turbulência e os valores limite a considerar para que a percentagem de ocupantes que sente desconforto provocado por correntes de ar não exceda os 15%, através da aplicação da Equação I.5.. Na Tabela I.11. apresentam-se, para cada uma das Salas de Operações, os valores obtidos para estes parâmetros para um maior esclarecimento dos valores limite considerados.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

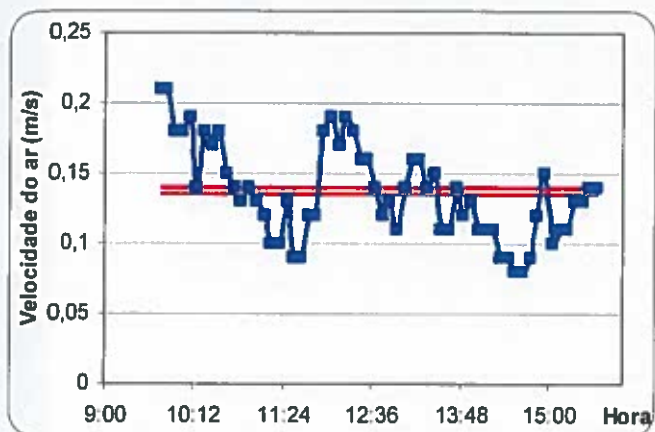
Tabela I. 11. Valores limite do parâmetro Velocidade do Ar a considerar para que a percentagem de insatisfeitos devido a correntes de ar não exceda 15%.

		SALA DE OPERAÇÕES			
		1	3	4	5
Valores obtidos	Temperatura (°C)	22,8	23,1	22,8	22,7
	Intensidade de Turbulência (%)	42,3	51,4	41,8	52,4
Gama de aplicação do Modelo Draught Risk	Temperatura (°C)	20-26			
	Intensidade de Turbulência (%)	10-70			
Aplicabilidade do Modelo Draught Risk		✓	✓	✓	✓
Valor limite resultante (Equação I.5.)		0,14	0,13	0,13	0,12

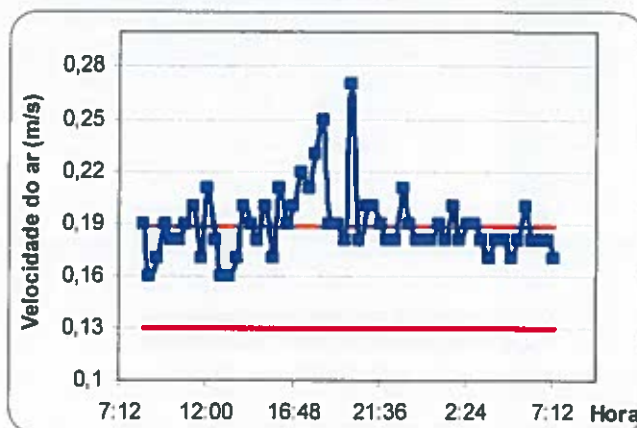
Na Figura I.7. apresentam-se os gráficos correspondentes aos valores de Velocidade do Ar medidos nas Salas 1, 3, 4 e 5. Na Sala 2 não foi possível realizar qualquer medição devido a problemas no analisador de clima interior.

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

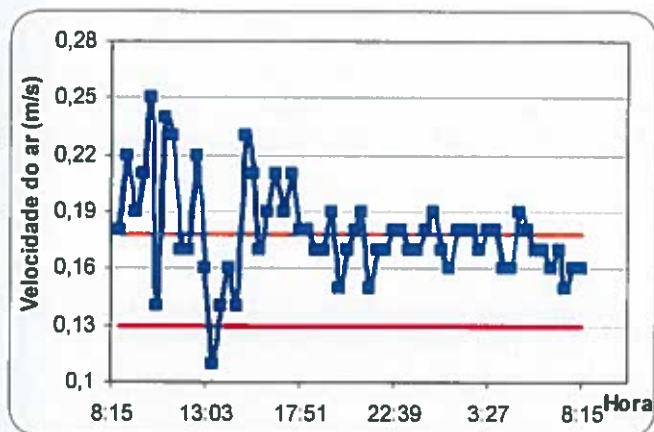
a) Sala de Operações 1



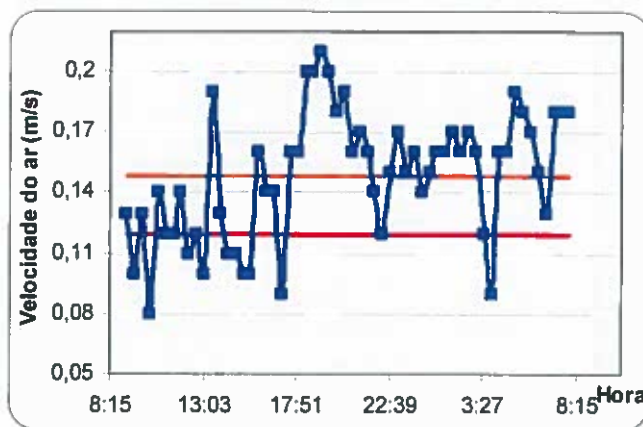
b) Sala de Operações 3



c) Sala de Operações 4



d) Sala de Operações 5



Legenda:

—■— Velocidade do ar — Velocidade Média — Velocidade Limite

Figura I. 7. Valores de Velocidade do Ar monitorizados nas Salas de Operações.

Verifica-se que em todas as salas à excepção da Sala 1, o valor médio do parâmetro Velocidade do Ar ultrapassa significativamente o valor considerado como limite, sendo ainda notável o facto de que a maior parte dos valores medidos são superiores ao valor limite. Note-se que, por exemplo, na Sala de Operações 3, 100% dos valores medidos são superiores aos 0,13 m/s considerados como valor limite.

Na Tabela I.12. apresentam-se os valores máximos, mínimos e médios da Velocidade do Ar considerando o período global e o período restrito a partir de qual se pode concluir que neste caso não se observa a mesma tendência do parâmetro Temperatura do Ar. De facto, os valores médios da Velocidade do Ar em cada uma das Salas não sofrem quaisquer alterações

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HIGIENE DO TRABALHO EM BLOCOS OPERATÓRIOS: O CASO DO HIP

I. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

conforme o período considerado, concluindo-se que não existe uma relação entre os valores deste parâmetro e a taxa de ocupação.

Tabela I. 12. Valores mínimos, máximos e média obtida para a Velocidade do Ar considerando o período global e o período restrito.

PERÍODO	VARIÁVEL	09:00-19:30			GLOBAL		
		MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA	MÍNIMO	MÁXIMO	MÉDIA
Sala de Operações	1	0,080	0,210	0,136	0,080	0,210	0,163
	3	0,160	0,250	0,192	0,160	0,270	0,189
	4	0,110	0,250	0,187	0,110	0,250	0,178
	5	0,080	0,210	0,134	0,080	0,210	0,148

Apesar dos valores de Velocidade do Ar medidos excederem, na generalidade, os valores limite considerados (Tabela I.11.), espera-se que o índice de desconforto provocado por correntes de ar não seja muito elevado, dado as Temperaturas tendencialmente elevadas que se registaram nas Salas de Operações, o que se verifica, como apresentado na Tabela I.13.

Tabela I. 13. Índices de desconforto provocado por correntes de ar.

SALA DE OPERAÇÕES	INTENSIDADE DE TURBULÊNCIA (%)	DE ÍNDICE DE DESCONFORTO PROVOCADO POR CORRENTES DE AR (%)
1	42,3	14,27
3	51,4	21,5
4	41,8	18,5
5	52,4	16,2

Os resultados apresentados na Tabela I.13 demonstram que o limite máximo de 15% considerado para o índice de desconforto provocado por correntes de ar não é cumprido quando se considera a análise das Salas de Operações em geral, o que significa que mais de 15% dos ocupantes das Salas de Operações deste Bloco Operatório apresentam desconforto provocado por correntes de ar.

I.4.3. SALA DE RECOBRO

É muito importante a manutenção de níveis adequados de Conforto Térmico nas Salas de Recobro porque, além de ser um local de trabalho para os profissionais de saúde, corresponde também ao local onde os doentes recuperam das cirurgias.

Na Figura I.8. apresentam-se os valores de Temperatura e Velocidade do Ar medidos neste local a partir da qual se conclui que os todos os valores de Temperatura do Ar se encontram abaixo do valor definido pela legislação Portuguesa (24°C), sendo que a Temperatura do ar apresenta uma média de 20,05 °C. Os valores registados variam entre 22,2 °C e 23,8 °C, não atingindo, em nenhuma das medições, os 24 °C, o que é preocupante já que, em geral, os doentes que se encontram no período pós-cirúrgico têm maior sensibilidade ao frio.

O valor da Intensidade de Turbulência obtido foi de 165% o que significa que o parâmetro Velocidade do Ar varia bastante não podendo ser aplicado o modelo *Draught Risk*. Assim, o valor limite para o parâmetro Velocidade do Ar é de 0,15 m/s.

Os valores obtidos para o parâmetro Velocidade do Ar são muito mais baixos do que os valores recomendados, variando entre 0,01 e 0,07 m/s. Considera-se assim que relativamente a este parâmetro não é necessário efectuar qualquer tipo de actuação.

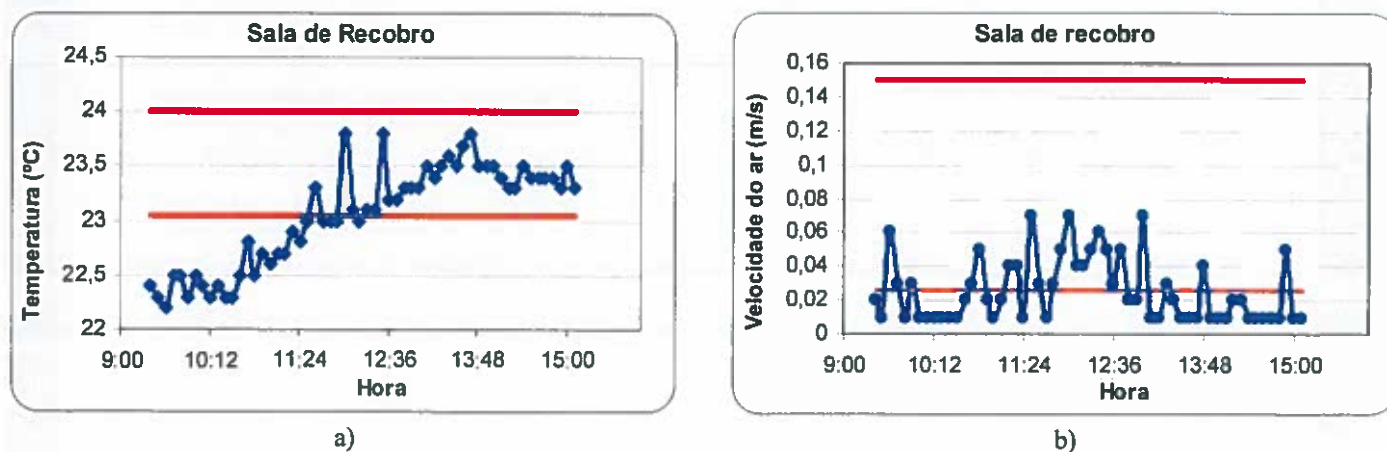


Figura I. 8. Valores de Temperatura do Ar (a) e de Velocidade do Ar (b) monitorizados na Sala de Recobro.

I.5. Síntese Conclusiva

As Temperaturas das Salas do Bloco Operatório são, tendencialmente superiores aos valores recomendados na literatura considerada, exceptuando no caso da Sala de Recobro. No entanto, entende-se que os resultados obtidos não são concordantes com o cenário descrito pelos profissionais de saúde no inquérito que lhes foi aplicado, se se considerar que 64% da população inquirida entende que as condições de Conforto Térmico no seu local de trabalho são Más ou Muito Más.

Nas Salas de Operações, em especial na Sala 3, verificaram-se Temperaturas demasiado elevadas o que deverá ser tido em conta dada a importância de manutenção de elevados níveis de Conforto Térmico nestes locais. Assim, considera-se que é importante maximizar a eficiência do sistema de ar condicionado nas Salas de Operações e na Sala de Recobro, uma vez que também nesta Sala os valores de Temperatura do Ar não são concordantes com o definido pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Abril. Os elevados valores de Velocidades do Ar registados nas Salas de Operações devem-se, provavelmente, ao funcionamento do ar condicionado uma vez que não se verificam outras potenciais fontes de correntes de ar: não existem janelas e as portas estão quase permanentemente fechadas. No entanto, dadas as Temperaturas superiores ao recomendado, os índices de desconforto provocado por correntes de ar não são consideravelmente elevados, variando entre 14,27 e 21,5%. Os elevados valores da Velocidade do Ar poderão dever-se ainda a movimentos convectivos devido a gradientes de Temperatura e por isso a minimização destes efeitos poderá ocorrer com uma maior homogeneização dos valores da Temperatura nos vários locais das Salas. Relativamente à sala de Secretariado/Stock, apesar de se ter obtido um nível neutro em termos de índice PMV, considera-se necessário a implementação de um sistema de ar condicionado com vista à obtenção de Temperaturas que estejam de acordo com o preconizado pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro.

O aparelho de monitorização de gases, cujas funções serão apresentadas no Capítulo III, permite a medição contínua da Temperatura e da Humidade, no entanto, as sondas apresentaram um problema, não tendo permitido qualquer medição destes dois parâmetros. Assim, recomenda-se que as sondas sejam analisadas pelo fornecedor com vista a operacionalização e utilização das mesmas assim como a utilização de um termohigrómetro para controlo das condições de Humidade e Temperatura nos locais onde não existe sonda para monitorização destes parâmetros.

Capítulo II

AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE

II. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE

II.1. INTRODUÇÃO

O ruído excessivo origina incómodo para os profissionais, podendo ser desencadeador de trauma auditivo e alterações fisiológicas extra-auditivas (Miguel, 2006; Freitas, 2002).

Do ponto de vista dos efeitos auditivos, níveis elevados de ruído podem provocar perda total de audição ou efeitos auditivos permanentes. Também podem ocorrer perdas ligeiras de audição ou zumbido, restabelecendo-se as capacidades auditivas após alguns minutos. Em termos fisiológicos, todos os órgãos, desde o tímpano até ao cérebro, são afectados a partir dos 70 dB (Miguel, 2006; Vilar, 2003; Bruel & Kjaer, 1994).

Considerando os efeitos extra-auditivos, uma exposição a elevados níveis de ruído provoca efeitos fisiológicos, tais como aceleração do ritmo cardíaco, hipertensão do ritmo respiratório, dilatação da pupila, entre outros, diminuição da temperatura e resistência da pele, efeitos no equilíbrio e problemas funcionais, tais como perturbações da concentração, da percepção auditiva, fadiga, stress e dores de cabeça (Miguel, 2006; Vilar, 2003; Freitas, 2002; Bruel & Kjaer, 1994).

A diminuição ou eliminação do ruído implica a caracterização da exposição durante o exercício da actividade profissional de modo a avaliar o risco de perda de audição ou de outros desvios de saúde (Freitas, 2002).

De seguida apresentam-se alguns conceitos cuja compreensão se considera essencial para o entendimento da abordagem de avaliação de Ruído Ambiente utilizada neste estudo.

II.1.1. RUÍDO AMBIENTE

O Ruído Ambiente corresponde ao ruído global observado numa dada circunstância e num determinado instante, devido ao conjunto de todas as fontes sonoras que fazem parte da vizinhança próxima ou longínqua do local considerado. Assim, o Ruído Ambiente é o ruído total encontrado num determinado meio (Instituto do Ambiente, 2003; Bruel & Kjaer, 1994).

II.1.2. FREQUÊNCIA

A noção de frequência permite distinguir um som agudo de um som grave correspondendo ao parâmetro mais importante para descrever um sinal sonoro, a seguir ao nível da pressão sonora. A frequência do som designa o número de variações de pressão por segundo e

exprime-se em Hertz (Hz) ou ciclos por segundo, tal apresentado na Equação II.1. (Freitas, 2002; Macedo, 1988).

$$f = \frac{1}{T} \text{ (Equação II. 1)}$$

Com:

f - frequência, em Hertz;

T – período (tempo necessário para que se complete um ciclo), em segundos.

O comprimento da onda exprime a distância entre dois pontos consecutivos de pressão máxima. Assim, a frequência integra a repetição no tempo e o comprimento da onda a repetição no espaço (Freitas, 2002).

II.1.3. ESPECTRO DE FREQUÊNCIA

Para se realizar uma caracterização correcta do ruído de determinado local, é conveniente ter uma noção exacta da composição desse ruído, uma vez que é a análise da composição dum som em frequência que permite perceber quais as frequências a reduzir. Esta tarefa implica a medição do nível sonoro em cada uma das bandas de frequência, obtendo-se, assim, o espectro do ruído que torna possível a identificação das fontes mais nocivas (Freitas, 2002).

A gama audível inclui os sons cuja frequência se localiza entre os 20 e os 20.000 Hz e está dividida em dez grupos de frequência, designados por oitavas. A designação de cada oitava está associada à frequência central, que é o dobro da frequência central antecedente e a média das frequências limite. Assim, um filtro de uma oitava com frequência central de 1 KHz permite que sejam medidos os sons que se localizam na faixa de 707 a 1410 Hz, ignorando todos os outros (The Engineering Tool Box, 2005 a).

II.2. METODOLOGIA UTILIZADA

A definição da metodologia foi efectuada de acordo com a bibliografia da especialidade emitida pelo Instituto do Ambiente (2003) que complementa e especifica os procedimentos gerais definidos na NP 1730 (1996). O documento descreve a metodologia a seguir na determinação dos níveis sonoros do Ruído Ambiente e do ruído residual, aplicáveis na

II. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE

caracterização de actividades ruidosas permanentes no contexto do Regime Legal sobre a Poluição Sonora (Instituto do Ambiente, 2003).

De acordo com o documento acima citado, devem ser efectuadas pelo menos três medições em cada local de estudo, correspondentes a três pontos distintos, afastados mais de 50 cm entre si, devendo considerar-se a média logarítmica dos valores obtidos. As posições de medição devem situar-se a pelo menos 1m das paredes ou outras superfícies reflectoras, a 1,5 m das janelas e portas e entre 1,2 e 1,5 m acima do solo. Apesar da anterior, é sempre aconselhável que as medições sejam efectuadas à altura da cabeça do profissional. Note-se que se pretende medir o Ruído Ambiente, e por isso, o facto do profissional se encontrar a trabalhar num determinado equipamento, este pode não constituir a única fonte de ruído, podendo nem sequer constituir a fonte dominante. Assim, o microfone deverá ser omnidireccionado para assegurar que os ruídos provenientes de todas as fontes são eficazmente medidos (Instituto do Ambiente, 2003; Bruel & Kjaer, 1992).

Na Figura II.1. pode visualizar-se uma representação das salas do Bloco Operatório e uma indicação dos locais onde se realizou a avaliação dos níveis de Ruído Ambiente.

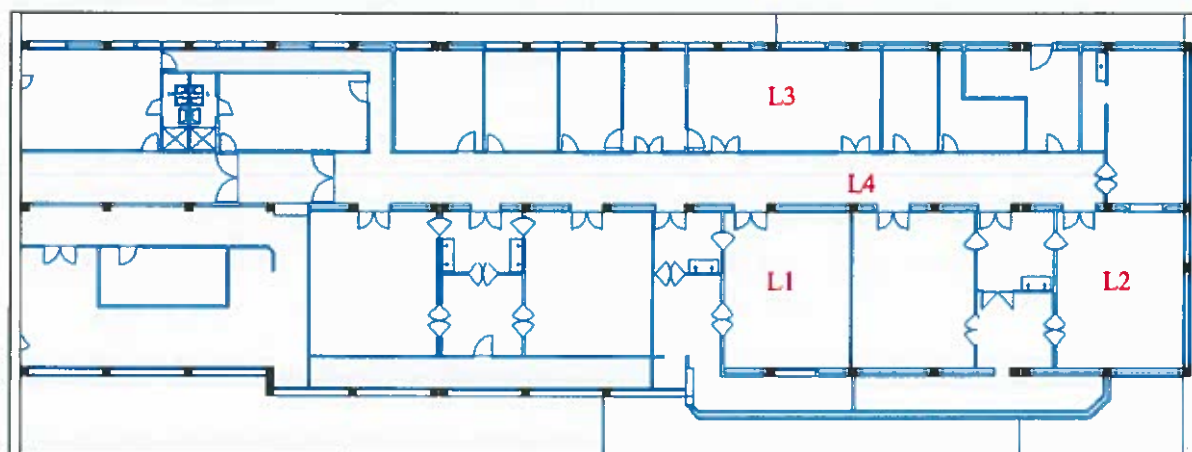


Figura II. 1. Esquema representativo dos locais onde se realizou a avaliação do Ruído Ambiente.

Em relação às Salas de Operações, os níveis de Ruído foram monitorizados nas Salas 3 e 5, uma vez que se considera que a Sala 3 (L1) é representativa de todas as Salas à excepção da Sala 5 (L2). Isto ocorre porque, uma vez que a Sala 5 é utilizada para operações de ortopedia é de esperar que apresente níveis de Ruído superiores às restantes Salas, devido ao maior Ruído provocado pelos instrumentos utilizados.

Foi efectuada, sempre que possível, a medição em 3 pontos distintos em cada uma das Salas, cuja localização pode ser visualizada nas Figuras II.2 e II.3..

II. AVALIAÇÃO DOS NÍVEIS DE RUÍDO AMBIENTE

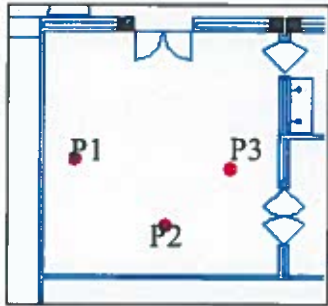


Figura II. 2. Pontos de medição do ruído na Sala 3.

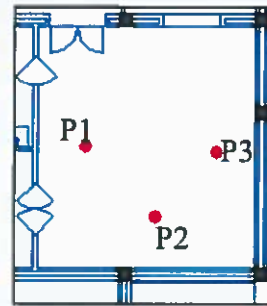


Figura II. 3. Pontos de medição do ruído na Sala 5.

Foi realizada também uma avaliação dos níveis sonoros na Sala de Recobro, uma vez que neste local é muito importante a manutenção de baixos níveis sonoros devido ao estado fragilizado em que se encontram os doentes e devido às necessidades de conforto acústico que os profissionais de saúde necessitam para realizar o seu trabalho. Na Figura II.4. apresenta-se uma representação dos pontos desta Sala em que se realizou a medição dos níveis sonoros, a partir de qual se pode verificar que a medição incidiu apenas sobre dois pontos e não sobre três, como se pretendia. Esta situação ocorreu devido à falta de espaço livre para realização de outra medição.



Figura II. 4. Pontos de medição do ruído na Sala de Recobro.

Os níveis de ruído foram ainda medidos no corredor por se tratar de um local em que muitas vezes os profissionais de saúde estão à espera de doentes e onde os próprios doentes estão, por vezes, à espera. Este local é ainda de alguma importância pelo facto de, por ser um local de circulação, poder influenciar as condições no interior das outras Salas. Os três pontos considerados para realização da medição neste local estão representados na Figura II.5..



Figura II. 5. Pontos de medição do ruído no Corredor.

As medições só se realizaram quando as salas se encontravam em actividade, no entanto, numa das Salas de Operações realizou-se uma medição do Ruído Ambiente sem que a sala se encontrasse em actividade para se avaliar o impacto do ruído proveniente do exterior nas Salas de Operações.

O aparelho utilizado foi o sonómetro de precisão integrador da classe 1⁷ com filtro de bandas de oitava acoplado tal como mostrado na Figura II.6. a) e c)), da marca Bruel & Kjaer que está homologado pelo Instituto de Soldadura e Qualidade (ISQ). O aparelho foi utilizado montado num tripé e tanto o sonómetro como o calibrador, que se mostra na Figura II.6. b), foram calibrados pelo ISQ antes das medições serem realizadas.

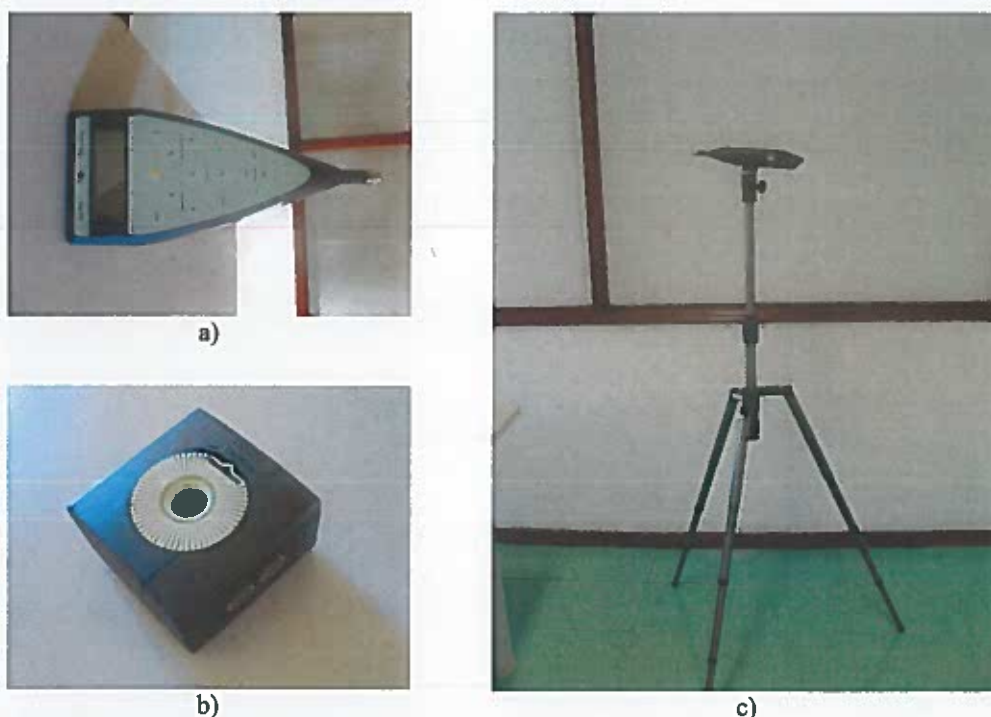


Figura II. 6. Sonómetro utilizado (a)), calibrador (b)) e montagem em tripé (c)).

II.3. VALORES UTILIZADOS COMO REFERÊNCIA

Como já visto anteriormente, o anexo VI do Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro apresenta os requisitos mínimos para as condições ambientais no Bloco Operatório incluindo também níveis sonoros máximos que se apresentam na Tabela II.1.

⁷ De acordo com Miguel (2006), a classe de sonómetros 1 é indicada para utilização em laboratório e para uso geral, quando o ambiente acústico possa ser especificado ou controlado de maneira precisa.

Tabela II. 1. Níveis de ruído máximos preconizados pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro.

LOCAL DO BLOCO OPERATÓRIO	NÍVEL DE RUÍDO
Salas de operações	30 NC
Recobro ou unidade de cuidados pós-anestésicos	30 NC
Outras salas e circulações	35 NC

Como se pode visualizar na Tabela II.1., os valores dos níveis sonoros preconizados por este Documento Regulamentar não se encontram em decibéis, tal como é mais comum. Os valores encontram-se em NC (*Noise Criteria*) que correspondem a curvas de critério de ruído, obtidas através de uma análise de frequências (Aytar *et al.*, 2000).

O conceito de critério de ruído surgiu nos anos 50 quando se percebeu que um simples número dB (A) não reflectia de forma adequada o Ruído Ambiente de um espaço acústico e que a referência deveria ser feita em relação ao conteúdo de frequência do ruído. Assim, em 1957, Leo Beranek introduziu o sistema Noise Criteria que considera a distribuição da energia do ruído nas várias bandas de frequências, no entanto, este sistema, especialmente na União Europeia, já deixou de ser tão utilizado em prol de um outro denominado *Noise Rating* (The Engineering Tool Box, 2005 b; Broner, 2004; Greenheck, 2004; Truax, 1999).

Uma vez que é necessário medir o nível de pressão sonora em 8 bandas de frequência distintas, e considerando que o valor do nível de pressão sonora corresponde a um valor instantâneo e por isso está sempre a variar, mediu-se os valores dos níveis sonoros equivalentes, $L_{Eq,T}$, em que T corresponde a um tempo de 3 minutos. Assim, efectuou-se, para cada ponto, uma medição (que foi repetida num dia distinto) com uma duração total de 24 minutos, tendo-se medido em cada um dos pontos os níveis sonoros em 8 bandas de frequência de oitava (63 Hz, 125 Hz, 250 Hz, 500 Hz, 1 KHz, 2 KHz, 4 KHz e 8 KHz).

Para transformação da análise de frequências em curvas de critério (NC), recorre-se a um gráfico onde se encontram as curvas padrão (Figura III.7.⁸). Os valores dos níveis sonoros são comparados com as curvas padrão e a curva que se ajusta à medição é a menor curva que não é ultrapassada pelo espectro de frequência obtido durante a medição. Embora estas curvas existam em intervalos de unidades, a sua representação é geralmente feita em intervalos de 5

⁸ Os pontos necessários para a representação das curvas padrão foram gentilmente cedidos por Claude Fortier, presidente da State of the Art Acoustik, Inc (www.sota.ca).

II. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

unidades e por isso é usual utilizar-se um intervalo entre curvas como valor de referência (Greenheck, 2004; RENZO TONIN, 2004; Truax, 1999; The State of the Art Acoustik, Inc Home Page).

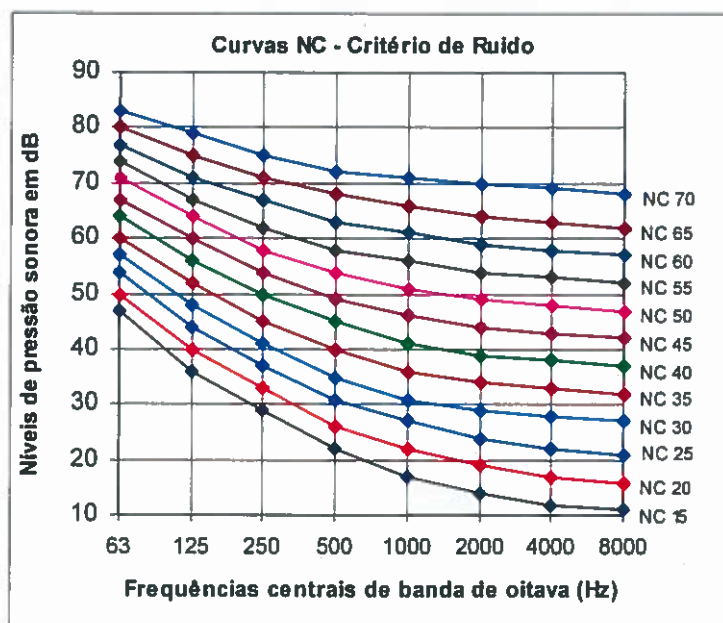


Figura II. 7. Curvas NC padrão.

O valor da curva NC pode também obtido automaticamente utilizando a ferramenta informática disponível na *webpage* da EngineeringToolBox, através do endereço http://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_517.html. A utilização desta ferramenta é importante uma vez que geralmente só estão disponíveis os valores NC em intervalos, tal como apresentado na Figura II.7. e esta ferramenta permite a obtenção de um único número e não de um intervalo, obtendo-se assim resultados mais precisos. Na Figura II.8. apresenta-se a vista geral da interface desta ferramenta.

II. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

Online Noise Criterion - NC - Calculator
 An online Noise Criterion - NC - Calculator

Acoustical consulting
 Noise measurements, monitoring, & consulting for industry
www.HFPacoustical.com

Soundproofing Insulation
 Residential, Commercial, Industrial Do-It-Yourself and Save -Tiger Foam
www.TigerFoam.com

Ads by Google

The calculator below can used to calculate the **NC - Noise Criterion**:

Sound Pressure Level (dB) - Octave band mid-frequency (Hz)

<input type="text" value="40"/>	63 Hz
<input type="text" value="50"/>	125 Hz
<input type="text" value="55"/>	250 Hz
<input type="text" value="60"/>	500 Hz
<input type="text" value="50"/>	1000 Hz
<input type="text" value="55"/>	2000 Hz
<input type="text" value="45"/>	4000 Hz
<input type="text" value="45"/>	8000 Hz

Figura II. 8. Interface da ferramenta informática NC CALCULATOR.

II.4. APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

Tal como no caso do Conforto Térmico, o cenário resultante do inquérito aplicado aos profissionais de saúde do local em estudo não é positivo em termos de níveis de Ruído Ambiente, sendo que 60% dos inquiridos afirmaram que os níveis de Ruído Ambiente no seu local de trabalho eram Maus ou Muito Maus. Considerando os diferentes tipos de Salas, é de salientar que cerca de 64% dos profissionais responderam que as Salas de Operações apresentam níveis de ruído excessivos. De forma análoga, mais de 56% dos profissionais entende que os níveis de ruído na Sala de Recobro são excessivos.

Relativamente aos níveis obtidos, em cada ponto mediram-se durante 3 minutos o nível sonoro equivalente em cada uma das 8 bandas de frequência. Em cada minuto foram retirados os valores do Leq, no entanto, para efeitos de cálculo dos níveis sonoros em NC, considerou-se o Leq final (correspondente aos 3 minutos), uma vez que a média correspondente a 3 minutos de medições corresponde a uma melhor caracterização da situação no local em estudo do que se se considerasse um período de tempo mais restrito. No Anexo M apresentam-se os valores retirados em cada um dos três minutos de cada medição.

II.4.1. SALAS DE OPERAÇÕES

A necessidade de manutenção de baixos níveis sonoros numa Sala de Operações é indiscutível, dada a elevada necessidade de concentração requerida pela actividade aí exercida e o estado dos doentes. O ruído nas Salas de Operações pode produzir stress, tanto para os doentes, como para os profissionais e pode diminuir ainda a capacidade de comunicação entre os últimos (Liu e Tan, 2001; Campalani et. al, 1996).

Na Figura II.9. apresentam-se as curvas NC padrão e as curvas obtidas para as 3 medições realizadas nas Salas de Operações.

No caso de Salas em actividade, foi realizada uma medição na Sala 3 e na Sala 5 (Sala de ortopedia) no entanto, não foi possível repetir estas medições conforme pretendido porque entretanto várias Salas de Operações do Bloco Operatório foram fechadas devido a problemas no sistema de ar condicionado.

A medição na Sala 5 em actividade ocorreu durante uma operação de ortopedia e a medição da Sala 3 engloba 2 operações de oftalmologia e os processos de limpeza e preparação da Sala que ocorreram entre estas cirurgias, que equivalem a uma duração máxima de 5 minutos.

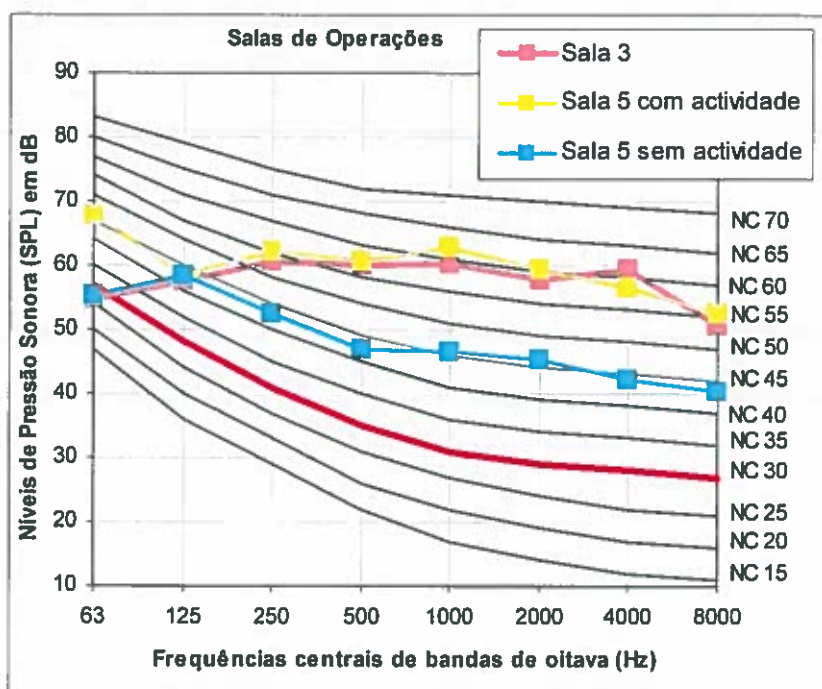


Figura II. 9. Curvas NC obtidas nas Salas de Operações.

Verifica-se que o intervalo de curvas NC característico das Salas de Operações em actividade é o 60 – 65, independentemente do tipo de sala. O valor da curva NC foi ainda calculado utilizando a ferramenta informática disponível para tal, tendo-se obtido um valor de 61 para a Sala 3, um valor de 62 para a Sala 5 com actividade, concluindo-se assim que os valores determinados graficamente são concordantes com os obtidos através da aplicação da ferramenta informática NC CALCULATOR.

Se se considerar que o valor recomendado é de 30 NC facilmente se conclui que o actual nível de Ruído Ambiente é muito superior ao valor recomendado.

Verifica-se também que a diferença entre a Sala de ortopedia e as restantes Salas não é tão significativa como seria de esperar, sendo que o valor na Sala 3 chega a ser superior ao da Sala 5, na banda de oitava de 4000 Hz, no entanto, verifica-se que na generalidade das bandas de frequência, os níveis sonoros nas Salas de ortopedia são superiores aos restantes.

A medição dos níveis sonoros na Sala 5 sem actividade é muito importante porque demonstra o que se previa antes de qualquer medição: a principal fonte de ruído nas Salas de Operações é o ruído proveniente do exterior das mesmas, mais propriamente do corredor. Qualquer pessoa que se encontre em qualquer Sala de Operações deste Bloco Operatório percebe que a principal fonte de ruído provém das conversas entre os profissionais de saúde nos corredores ou outras Salas e isso é demonstrado pela curva do gráfico correspondente a esta situação. É de notar que mesmo que uma determinada Sala de Operações não esteja em actividade e estando desocupada, o ruído proveniente do exterior das Salas já inviabiliza o cumprimento dos valores recomendados pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94. Note-se que o intervalo de curvas NC característica da Sala sem actividade é o 45-50, tendo-se obtido um valor de 46 NC com a aplicação da ferramenta informática NC CALCULATOR.

II.4.2. SALA DE RECOBRO

O controlo dos níveis de Ruído Ambiente na Sala de Recobro são de elevada importância uma vez que é o local onde os doentes descansam no pós-operatório e estão muitas vezes com dores, para além da necessidade de concentração dos profissionais de saúde (Keck e Shertzer, 2001).

A recomendação do Decreto Regulamentar n.º 63/94 para as Salas de Recobro é de 30 NC e os valores obtidos são de 55-60 na 1ª medição e de 50-55 na 2ª medição, conforme se pode

II. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

visualizar no gráfico da Figura II.10.. Os valores obtidos através da ferramenta NC CALCULATOR foram 56 e 52 respectivamente, para a 1ª e 2ª medições.

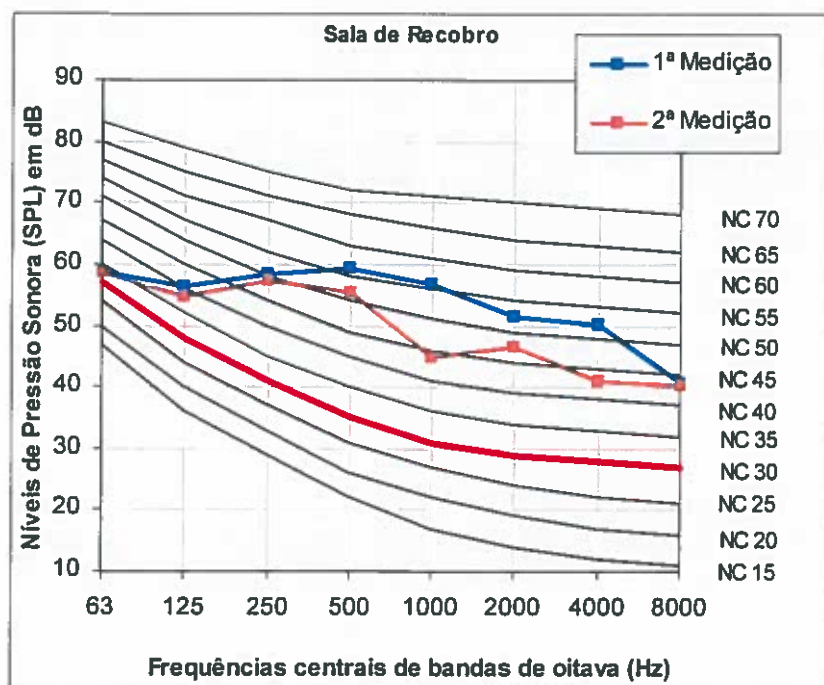


Figura II. 10. Curvas NC obtidas na Sala de Recobro.

Os resultados obtidos permitem concluir que, também neste caso os níveis de ruído são muito superiores ao recomendado (30 NC) o que resulta da influência do ruído exterior tal como no caso das Salas de Operações.

II.4.3. CORREDOR

Como já se concluiu anteriormente, o ruído proveniente do corredor influencia fortemente os níveis de ruído das Salas do Bloco Operatório, sendo as conversas entre os profissionais a maior fonte deste.

De acordo com o Decreto Regulamentar n.º 63/94, os níveis de Ruído Ambiente neste local devem ser no máximo de 35 NC e é muito importante que este valor seja cumprido dado ser um local onde muitas vezes se encontram doentes e pela influência nos locais adjacentes.

Na Figura II.11. apresenta-se o resultado das duas séries de medições dos níveis sonoros realizadas no corredor a partir do qual se pode verificar que o intervalo de curvas

II. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

correspondente é de 55-60, tendo-se obtido, através da aplicação da ferramenta NC CALCULATOR um valor de 58 e um de 60, respectivamente para a 1ª e 2ª medições.

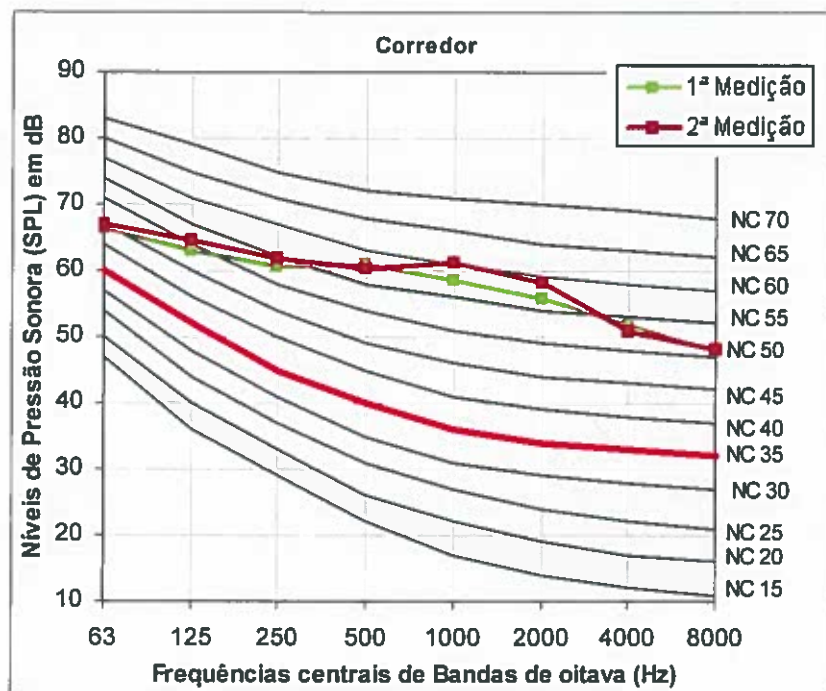


Figura II. 11. Curvas NC obtidas no corredor.

Estes resultados permitem concluir mais uma vez que os níveis de ruído são muito superiores ao máximo recomendado (35 NC).

II.5. SÍNTESE CONCLUSIVA

Se no caso do Conforto Térmico, os resultados obtidos no inquérito aplicado aos profissionais não parece ser concordante com os obtidos durante as medições realizadas, o mesmo não ocorre com o agente físico Ruído Ambiente. De facto, os resultados obtidos no Bloco Operatório relativamente aos níveis de Ruído Ambiente podem ser considerados como preocupantes, uma vez que os níveis obtidos são bastante superiores aos recomendados. No entanto, verifica-se que estes níveis se devem principalmente ao ruído proveniente do corredor onde a maior fonte é, sem dúvida, a conversação entre profissionais de saúde. Por exemplo, uma análise da Figura II.9., relativa aos níveis sonoros nas Salas de Operações, permite concluir que se não existisse o ruído proveniente do exterior, os níveis recomendados seriam perfeitamente cumpridos, aplicando-se o mesmo à Sala de Recobro. Assim, a solução mais correcta passa pela consciencialização dos profissionais de saúde para que estes reduzam

II. AVALIAÇÃO DO RUÍDO AMBIENTE

o ruído provocado pelas suas conversas. Se esta medida não for suficiente ou não for implementada com sucesso, então outra solução poderá ser o aumento do isolamento das paredes e meios de acesso que dividem as salas do corredor.

Sugere-se ainda a criação de um departamento de som no Hospital para a gestão de todos estes aspectos. Trata-se de uma ideia proposta por Cabrera e Lee (2000) para se conseguir conciliar a minimização da poluição sonora no hospital e ao mesmo tempo maximizar os efeitos positivos terapêuticos da música. Segundo estes autores, uma melhoria do ambiente acústico envolve mais do que uma diminuição do nível de decibéis já que pode ser, por exemplo, aconselhável o uso de música com fins terapêuticos. Assim, neste caso, tanto para os doentes como para os profissionais de saúde uma redução dos níveis sonoros com consideração à selecção das músicas, volume e estado emocional são fundamentais para melhorias na saúde, e um departamento de som central é essencial na monitorização e controlo destes factores. Considerando o serviço estudado, estes aspectos são bastante importantes no caso especial da Sala de Recobro, já que existem autores, tais como Keck e Shertzer (2001) que defendem a conversação com os doentes e a utilização de música na fase pós cirúrgica. Nas Salas de Operações, estas questões devem também ser tidas em consideração uma vez que se constatou que muitas cirurgias são realizadas com a presença de música.

Capítulo III

AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE AOS GASES ANESTÉSICOS

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO DOS PROFISSIONAIS DE SAÚDE AOS GASES ANESTÉSICOS

A monitorização dos gases anestésicos é um aspecto de grande importância em termos de qualidade do ar no Bloco Operatório, uma vez que a exposição a estes gases tem efeitos nocivos na saúde.

III.1. INTRODUÇÃO

Os anestésicos gerais são medicamentos que produzem perda de consciência e, em consequência, perda de todas as sensações. De acordo com a forma como são administrados, podem ser divididos em duas classes:

1. Por via intravenosa
2. Por via inalatória

Os anestésicos administrados por via inalatória podem ser gases ou líquidos voláteis e alguns exemplos destes anestésicos são:

- Protóxido de Azoto (N_2O);
- Halotano;
- Enflurano;
- Isoflurano e
- Sevoflurano (Infarmed, 2002).

Os profissionais de saúde dos Blocos Operatórios estão expostos a gases anestésicos provenientes das seguintes fontes de emissão:

- Técnicas de administração dos gases ao doente;
- Fugas nos equipamentos, incluindo tubagens e máscaras de anestesia e
- Ar exalado pelo doente anestesiado (Almeida *et al.*, 2006).

Em relação ao controlo a nível de engenharia, é de enumerar a grande importância de recorrer a uma evacuação de gases eficiente que envolva a recolha e remoção de gases residuais, assim como a detecção e correcção das fugas para minimizar potenciais efeitos associados à exposição a estes gases, tal como recomendado pela Occupational Safety & Health Administration (OSHA), em 2000.

Segundo a American Institute of Architects (*cit. in* OSHA, 2000), para minimizar as concentrações residuais de gases anestésicos nas Salas de Operações, recomenda-se uma taxa

de renovação de ar de, no mínimo, 15 renovações por hora com um mínimo de 3 renovações de ar com ar exterior (ar fresco) por hora. O Decreto – Lei n.º 79/2006 preconiza que um caudal mínimo de ar novo de $45 \text{ m}^3/(\text{hora} \times \text{ocupante})$ para os quartos, e de $30 \text{ m}^3/(\text{hora} \times \text{ocupante})$ para as áreas de recuperação e áreas de terapia, não estando definido qualquer valor específico para os Blocos Operatório.

Para se assegurar uma concentração mínima destes gases, não deve ser tido apenas em conta o controlo a nível da engenharia, mas também a nível de práticas de trabalho e de controlo a nível administrativo.

III.1.1. EFEITOS NA SAÚDE RESULTANTES DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

Durante vários anos, a exposição a concentrações moderadas de gases anestésicos era uma consequência inevitável do trabalho, no entanto durante as últimas três décadas, foram levados a cabo, vários estudos sobre os riscos da exposição a agentes anestésicos, tendo resultado, de estudos em animais e humanos, riscos tais como, hematotoxicidade, problemas a nível do sistema nervoso central, efeitos comportamentais, problemas de fertilidade, carcinogenicidade e tetragenecidade, entre muitos outros, para a exposição a gases anestésicos em geral (Heavner, 2003; Byhahan *et al.*, 2003; Barbieri *et al.* 2001; Cook, 1978 *cit in.* Vouriot *et al.*, 2005). Os estudos epidemiológicos focam-se geralmente nas Salas de Operações e de dentistas, que correspondem aos dois locais onde é mais frequente a exposição a gases anestésicos (Burm, 2003; OSHA, 2000).

Nas secções III.1.1.1. e III.1.1.2. apresenta-se uma especificação destes efeitos e apresentam-se os limites de exposição ocupacional para os gases anestésicos que são utilizados no Bloco Operatório do HIP e que incluem o Protóxido de Azoto e os gases halogenados Sevoflurano e Desflurano.

III.1.1.1. PROTÓXIDO DE AZOTO

O Protóxido de Azoto foi introduzido no ano 1844 e ainda continua em utilização. Trata-se de um gás incolor, de odor e sabor um pouco doce e com propriedades narcóticas. Não é inflamável nem tóxico e não provoca corrosão. Devido às suas propriedades oxidantes, favorece e mantém a combustão. Este gás é aplicado como coadjuvante na anestesia por inalação com mistura de oxigénio, assim como analgésico para aliviar a dor (Pinhal, 2004; Infarmed, 2002; OSHA, 2000).

Vários estudos em profissionais de saúde mostraram que a exposição ocupacional ao Protóxido de Azoto causa efeitos tais como redução da fertilidade, abortos espontâneos, excitação, vertigens, sonolência (Farrás e Solá, 2003; Fijunaga, 2001; OSHA, 2000) segundo Cohen *et al.* (*cit. in* NIOSH, 1994), doenças neurológicas, renais e do fígado e efeitos teratogénicos e redução da síntese de ADN, estes últimos enumerados por Fijunaga (2001).

III.1.1.2. GASES HALOGENADOS

O gás Desflurano foi introduzido no mercado em 1992 encontrando-se ainda em utilização e o Sevoflurano foi introduzido como gás anestésico em 1995 e é actualmente considerado o melhor de todos os gases anestésicos inaláveis. Trata-se de um líquido volátil, com um início de acção rápido e tem sido utilizado para indução anestésica por via inalatória, particularmente em crianças e em doentes com hiperactividade brônquica, por não ser irritante (Farrás e Solá, 2003; OSHA, 2000).

Geralmente, a detecção da presença de agentes halogenados através do odor indica a presença de elevados níveis destes gases, uma vez que estes agentes não apresentam um odor forte a baixas concentrações (OSHA, 2000).

Os principais efeitos associados a elevadas concentrações de gases halogenados, que incluem entre outros o Sevoflurano e o Desflurano são, além dos já enumerados para os gases anestésicos em geral, desorientação, vertigens e dores de cabeça, segundo Schneider (*cit. in* Vouriot *et al.*, 2005). Foi também registado por Camerino *et al.* (*cit. in* Vouriot *et al.*, 2005) e por Lucchini *et al.* (*cit. in* Vouriot *et al.*, 2005) uma redução da eficiência cognitiva e diminuição do tempo de reacção no caso de exposições a curto prazo.

No Anexo N apresentam-se algumas características físico-químicas dos gases apresentados anteriormente.

Apesar dos problemas relacionados com a exposição a gases anestésicos estarem, geralmente associados às Salas de Operações, é necessário considerar que o problema é agravado nas Salas de Recobro, porque estas correspondem ao local onde estes gases são exalados pelos doentes após as cirurgias (OSHA, 2000; Huffman, 1996). O problema é alargado devido ao facto de haver vários doentes ao mesmo tempo que estão a exalar gases diferentes, o que faz aumentar os efeitos da exposição aos mesmos. De acordo com Huffman (1996), vários estudos determinaram que as concentrações de gases anestésicos são, geralmente, superiores nas Salas de Recobro do que nas Salas de Operações, sendo que alguns destes estudos

conduziram a concentrações pico de Protóxido de Azoto superiores a 500 ppm, com médias ponderadas ao tempo laboral que excediam os 169 ppm, tal como determinado por Pfaffli *et al.* em 1972 (*cit. in* Huffman, 1996).

III.1.2. CARACTERIZAÇÃO DO SISTEMA DE INDUÇÃO, EXAUSTÃO E MONITORIZAÇÃO DE GASES ANESTÉSICOS

Cada uma das Salas de Operações do Bloco Operatório em estudo possui um aparelho de indução de gases anestésicos equivalente ao apresentado na Figura III.1.a). O Sevoflurano e o Desflurano são introduzidos no estado líquido num recipiente sendo posteriormente vaporizados e utilizados como anestésicos e o Protóxido de Azoto, por ser utilizado directamente na forma gasosa é alimentado por um tubo. Na Figura III.1. b) apresentam-se os vaporizadores do Desflurano e do Sevoflurano e na Figura III.1. c) apresentam-se as válvulas para introdução do Protóxido de Azoto e do oxigénio uma vez que todos estes gases anestésicos são administrados ao doente misturados com oxigénio.



a)



b)



c)

Figura III. 1. Vista geral sob o aparelho de indução anestésica (a)), vaporizador de gases halogenados (b)) e sistema de alimentação de Protóxido de Azoto e oxigénio (c)).

No piso técnico existem dois exaustores que estão ligados a dois tubos que se encontram em cada uma das Salas de Operações. Enquanto que um destes tubos está ligado ao aparelho de indução, o outro é utilizado para exaustão dos gases do ambiente interior da Sala de Operações.

Ambos os tubos estão ligados a um êmbolo para que se possa controlar se a exaustão está ou não a ser feita de forma correcta.

No caso do êmbolo se encontrar na parte superior, a exaustão está a ser feita de forma correcta enquanto que se este se encontrar na parte inferior (Figura III.2.), não está a ser feita qualquer exaustão. Os exaustores apresentam um caudal de cerca de 50 litros/ minuto.



Figura III. 2. Tubos de exaustão e êmbolo de controlo.

O Bloco Operatório em estudo possui um aparelho de monitorização de gases da marca Bruel & Kjaer (Figura III.3.) que é utilizado para a monitorização de gases anestésicos, de dióxido de carbono e de óxido de etileno uma vez que este gás é utilizado como agente de esterilização na Central de Esterilização. Assim, este aparelho realiza a monitorização dos gases desejados em todas as Salas de Operações do Bloco Operatório e na Central de Esterilização.



Figura III. 3. Aparelho de monitorização de gases disponível no Bloco Operatório do HIP.

Actualmente, em termos de gases anestésicos, o aparelho encontra-se calibrado para monitorizar os gases Protóxido de Azoto e Sevoflurano, não se encontrando disponível a monitorização do gás Desflurano, o que seria bastante importante uma vez que actualmente não existe qualquer controlo das concentrações deste gás às quais estão expostos os profissionais de saúde do Bloco Operatório.

Na Figura III.4. apresenta-se um exemplo de montagem das sondas de monitorização de gases anestésicos, a partir da qual se pode verificar que a sonda tem um comprimento muito pequeno e que se encontra muito longe da mesa de operações. O objectivo da utilização destas

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

sondas é a medição das concentrações a que os profissionais de saúde estão expostos no entanto as sondas estão longe do ambiente de trabalho, ocorrendo actualmente uma subvalorização da exposição dos profissionais de saúde aos gases anestésicos.

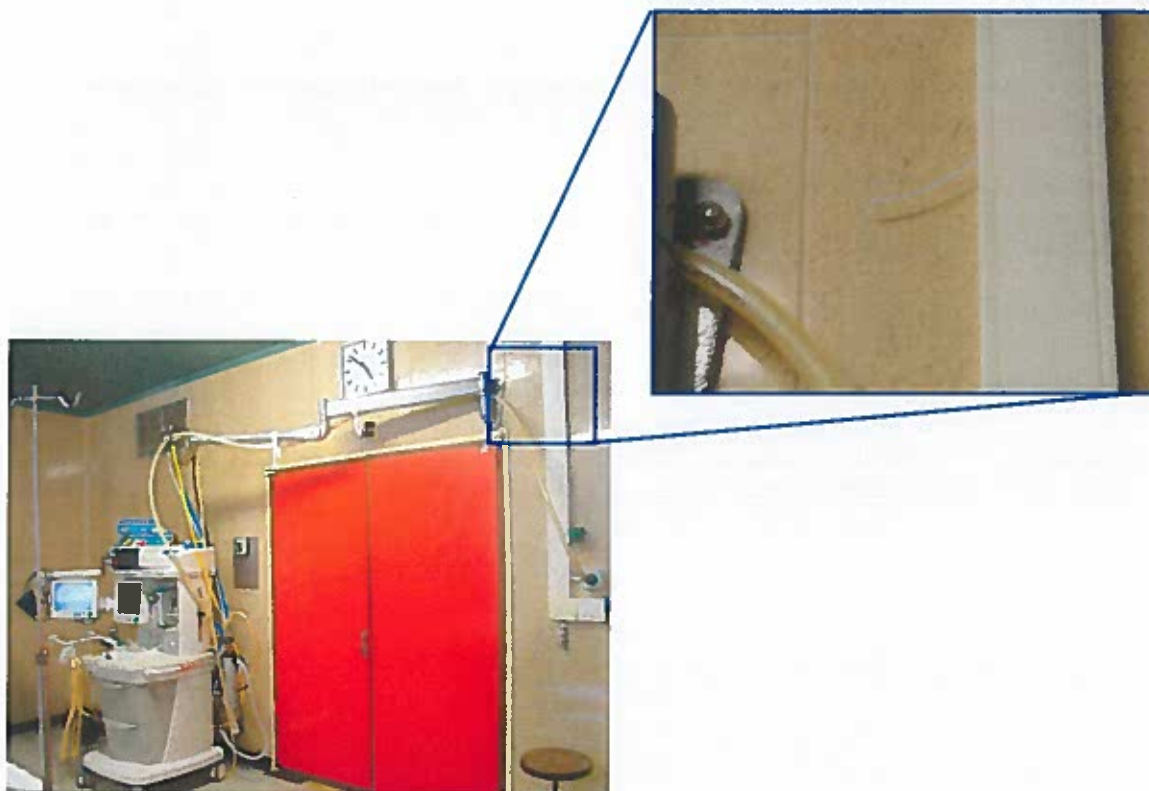


Figura III. 4. Montagem das sondas utilizadas para monitorização de gases.

Esta situação repete-se em todas as Salas à excepção de uma delas, que se apresenta na Figura III.5., em que se a sonda se mantém acoplada ao braço extensível do aparelho de indução anestésica.



Figura III. 5. Montagem da sonda de monitorização de gases acoplada ao aparelho de indução anestésica.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

No entanto, a situação apresentada na Figura III.5. também não é a mais correcta porque provoca uma sobrevalorização das concentrações de gases anestésicos. Assim, sugere-se que a sonda seja montada o mais próximo possível da mesa de operações podendo ser fixa no tecto da Sala, com vista a obtenção de resultados mais representativos.

III.2. METODOLOGIA UTILIZADA NA MONITORIZAÇÃO DE GASES ANESTÉSICOS

A metodologia utilizada para monitorização dos gases anestésicos consistiu num controlo das concentrações de Protóxido de Azoto e de Desflurano no período compreendido entre 21 de Março e 10 de Abril. O aparelho esteve inoperacional durante grande parte deste estudo, tendo recommençado a sua utilização, após uma avaria, no dia 21 de Março de 2006. Assim, desde este período, começou a controlar-se todos os valores de concentrações medidos para cada um dos gases, de modo a se verificar se estas eram superiores aos valores recomendados.

No entanto, para efeitos desta avaliação considerou-se um período de análise mais curto, uma vez que a gestão de dados é, actualmente, dificultada pelo facto de não ser possível transportar os dados armazenados para uma folha de Excel, por exemplo. Assim, todos os dados tiveram que ser copiados manualmente o que dificultou a avaliação, já que, para cada 24 horas, são gerados cerca de 1700 valores.

III.3. CONCENTRAÇÕES MÁXIMAS DE GASES ANESTÉSICOS CONSIDERADAS

Na análise à legislação Portuguesa verificou-se que não existe qualquer referencial relativo a concentrações limite de gases anestésicos existindo apenas uma circular (DGH/210-292) que preconiza a monitorização destes gases e que pode ser consultada no Anexo O.

A análise bibliográfica realizada permitiu verificar que os valores de referência geralmente utilizados são os limites recomendados pelo National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) e pela American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH). No entanto, antes de enumerar quais os limites definidos por estas organizações é necessário considerar o significado dos mesmos.

A ACGIH utiliza como nomenclatura para as concentrações limite o TLV (*Thresold Limit Value*). Estes valores estão desenvolvidos para proteger pessoas que são adultos saudáveis (ACGIH, 2007) e, de acordo com Araújo e Nunes (2003) podem dividir-se em três categorias:

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

- TLV-TWA (*Threshold Limit Value – Time weighted Average*) – valor limite ambiental, que se define como a concentração média ponderada no tempo, para um dia normal de trabalho de 8 horas e uma semana laboral de 40 horas, a que podem estar expostos todos os trabalhadores repetidamente dia após dia, sem sofrerem efeitos adversos (ACGIH, 2007; Araújo e Nunes, 2003).
- TLV – STEL (*Threshold Limit Value - Short Term Exposure Level*) – Valores de exposição contínua de curta duração, sem que os trabalhadores sofram de problemas tais como irritações, alterações crónicas, narcose suficiente para aumentar a probabilidade de lesão ambiental, etc. Estes valores são definidos para uma exposição máxima de 15 minutos, a uma periodicidade não superior a 4 vezes por dia, fazendo um intervalo de 60 minutos entre sucessivas exposições (Araújo e Nunes, 2003).
- TLV – C (*Threshold Limit Value - Ceiling*) – Concentração que nunca deve ser ultrapassada durante qualquer período de exposição (Miguel, 2006; Araújo e Nunes, 2003).

No caso do período de exposição ser diferente do instituído, por exemplo, em vez de um turno de 8 horas (como considerado no TLV-TWA), se se estiver perante um turno de 10 horas, deverá ajustar-se o valor do limite.

Relativamente ao NIOSH, este organismo utiliza os REL (*Recommended Exposure Level*) que se dividem em:

- REL-TWA (*Recommended Exposure Level - Time weighted Average*) – São expressos em concentrações ponderadas com um tempo determinado, tal como o TLV-TWA (Georgia Department of Natural Resources, 1998; NIOSH, 1997; NIOSH, 1994).
- REL-STEL/REL-CEILING (*Recommended Exposure Level – Short Term Exposure Level/ Recommended Exposure Level - Ceiling*) - Correspondem aos TLV-STEL e TLV-C respectivamente (Georgia Department of Natural Resources, 1998; NIOSH, 1997; NIOSH, 1994).

Note-se que apesar de se crer que as exposições aos valores limite não causem danos significativos, é preferível uma actuação de modo a manter as concentrações o mais baixas quanto possível (Miguel, 2006).

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

Na Tabela III.1. apresentam-se as recomendações do NIOSH e da ACGIH para os gases anestésicos utilizados no Bloco Operatório em estudo, de acordo com o NIOSH (2005) e a OSHA (2000).

Tabela III. 1. Concentrações limite recomendadas para gases anestésicos.

GÁS ANESTÉSICO	ACGIH TLV®-TWA (ppm)	NIOSH REL (ppm)
Protóxido de Azoto	50	25 (REL- TWA) ⁹
Desflurano	Não estabelecido	2 (REL-C)
Sevoflurano	Não estabelecido	2 (REL-C)

Em 1977, o NIOSH estabeleceu para agentes anestésicos tais como o clorofórmio, o tricloroetileno, halotano, entre outros, uma concentração máxima de 2 ppm medido através de um período de amostragem que não deverá exceder uma hora. A esta recomendação foram acrescentados, mais tarde, o isoflurano, o Desflurano e o Sevoflurano (Farrás e Solá, 2003; OSHA, 2000; NIOSH, 1977).

Não existem valores definidos pelo NIOSH para o REL-TWA tanto para o Desflurano como para o Sevoflurano e a ACGIH não apresenta qualquer recomendação relativamente às concentrações máximas para estes compostos. É de ressaltar que não existe qualquer obrigatoriedade de cumprir estes limites, uma vez que estes organismos se limitam a propor recomendações.

Apesar de não se ter encontrado qualquer referencial normativo desenvolvido na Europa relativo às concentrações máximas de gases anestésicos, segundo Anderson *et al.* (2005) e Hoerauf (2001) existem vários países europeus com um limite definido para o Protóxido de Azoto de 100 ppm.

A análise da bibliografia existente permitiu verificar que esta área ainda se encontra muito pouco desenvolvida, especialmente no que respeita aos agentes halogenados. Note-se que não foi encontrado qualquer valor definido ou recomendado por qualquer organismo Nacional, sendo que se verificou que países, como por exemplo Espanha, recomendam os valores assinalados pelos organismos Americanos, tal como se pode verificar pela consulta dos documentos de Guardino (1985) e Farrás e Solá (2003).

⁹ Corresponde à concentração média durante o período da administração da anestesia.

III.3.1. PROTÓXIDO DE AZOTO

Para a análise da exposição ao Protóxido de Azoto considerou-se o perfil de um enfermeiro porque de todos os profissionais de saúde do Bloco Operatório é o único que pode ser associado a uma Sala de Operações durante um determinado horário, visto que as auxiliares trabalham em salas distintas ao longo do dia e a maior parte dos médicos não apresentam um local fixo ao longo de um dia de trabalho. Assim, para efeitos desta análise considera-se que o profissional se encontra sempre na Sala de Operações em questão e que trabalha 5 dias por semana.

Considerou-se o TLV-TWA definido pela ACGIH que corresponde a 50 ppm para um período de exposição diária de 8 horas e um número de horas de trabalho semanal de 40 horas. No entanto foi necessário ajustar o limite para a situação real existente neste Bloco Operatório, já que os turnos não são de oito horas, mas sim de 7 ou de 10,5 horas.

III.3.1.1. AJUSTE DO VALOR LIMITE PARA O PROTÓXIDO DE AZOTO

Os valores TLV apresentam aplicabilidade para praticamente todos os trabalhadores com um horário de trabalho regular de 8 horas por dia, cinco dias por semana, devendo ser ajustados para horários de trabalho diferentes deste. De acordo com o Institut de Recherche Robert Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (IRSST), a ACGIH recomenda a utilização do modelo de correcção *Brief and Scala* para horários estendidos (IRSST, 2004; Rapport, 2001).

Em termos toxicológicos, para muitos poluentes químicos, deverá estabelecer-se um equilíbrio entre a acumulação do composto no corpo durante o tempo de trabalho e a eliminação do mesmo no período em que a pessoa não se encontra a trabalhar (período em que se assume que o trabalhador não se encontra exposto ao poluente). Assumindo que um trabalhador está exposto a uma concentração de um determinado poluente, a duração da exposição e o número de exposições por semana são ditadas pelo horário de trabalho (Rapport, 2001).

No caso de horários de trabalho invulgares, os limites TLV-TWA devem ser ajustados para se assegurar que a quantidade de poluente a que está sujeito o trabalhador com horário invulgar não é superior à quantidade de poluente a que está sujeito o trabalhador com horário usual (IRSST, 2004). Assim, o princípio básico para o ajuste dos *standards* de exposição para horários de trabalho invulgares consiste em assegurar que os trabalhadores com estes horários

têm um nível de protecção equivalente aos trabalhadores que apresentam o horário normal de oito horas por dia, cinco dias por semana (IRSST, 2004).

Considerando o princípio anterior, o IRRST desenvolveu um procedimento para o ajuste de valores TLV-TWA, que pode ser aplicado nos casos em que forem respeitadas as seguintes condições:

- O processo de ajuste apenas se aplica a horários nominais¹⁰ superiores a quatro horas e inferiores a dezasseis horas diárias;
- O ajuste só é realizado quando o número de horas de trabalho é superior ao número de horas de trabalho usuais;
- O valor resultante do ajuste nunca poderá ser inferior ao valor TLV-TWA inicial e
- Os valores TLV- STEL e os valores TLV-CEILING não estão sujeitos ao princípio do ajuste.

III.3.1.1.2. PROCEDIMENTO PARA AJUSTE DOS VALORES LIMITE DE EXPOSIÇÃO TLV

A primeira fase do procedimento consiste em identificar qual a categoria de ajuste à qual pertence a substância em análise. Todas as substâncias sujeitas a limites TWA têm associadas uma categoria deste tipo, cuja descrição e tipo de ajuste se apresentam na Tabela III.2..

¹⁰ Os horários de trabalho nominais correspondem ao horário normal de trabalho acordado entre o empregado e o empregador, excluindo horas extra e trabalho de substituição ocasional. Como regra geral, este horário deve representar pelo menos 80% das horas de trabalho (IRRST, 2004).

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

Tabela III. 2. Descrição e tipo de ajuste dos limites de exposição de acordo com a categoria da substância. (IRRST, 2004)

CATEGORIA	DESCRIÇÃO	TIPO DE AJUSTE
I-a	Substâncias reguladas por TLV-C (Ceiling)	
I-b	Substâncias irritantes ou com odor desagradável	
I-c	Substâncias asfixiantes, substâncias que apresentam riscos de segurança ou riscos de saúde muito baixos, com um tempo de meia vida inferior a 4 horas; Limitações tecnológicas.	Sem ajuste
II	Substâncias que produzem efeitos associados a uma exposição de curta-duração.	Ajuste diário
III	Substâncias que produzem efeitos associados a uma exposição de longa-duração.	Ajuste semanal
IV	Substâncias que produzem efeitos associados a uma exposição de curta ou de longa-duração.	Ajuste diário ou semanal (o mais conservativo dos dois)

Como apresentado na Tabela III.2., os limites de exposição das substâncias pertencentes à Categoria I não são sujeitos a ajuste. Para as restantes, o passo que segue a determinação da Categoria consiste na determinação de um Factor de Ajuste (F_A), através da aplicação da Equação III.1. para o caso de substâncias da Categoria II e da Equação III.2. no caso de substâncias pertencentes à Categoria III:

Categoria II: $F_A = 8/H_d$ (Equação III. 1)

Categoria III: $F_A = 40/H_w$ (Equação III. 2)

Com:

F_A = Factor de ajuste;

H_d = Duração da exposição em horas por dia;

H_w = Duração média de dias de trabalho por semana baseado num ciclo de trabalho repetitivo.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

No caso da Categoria IV, o F_A deverá ser calculado utilizando as Equações III.1. e III.2. e considerando o mais pequeno dos dois valores obtidos.

O valor limite de exposição ajustado será então obtido através da aplicação da Equação III.3.:

$$TLV_a = F_A \times TLV \text{ (Equação III. 3)}$$

F_A = Factor de ajuste

TLV_a = Valor limite de exposição ajustado

TLV = Valor limite de exposição definido para um horário normal de oito horas diárias e quarenta horas semanais.

Tanto as categorias associadas a cada uma das substâncias como o programa de ajuste directo estão disponíveis na *Webpage* do Institut de Recherche Robert-Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail (http://www.irsst.qc.ca/en/ut_vema.htm), sendo apenas necessário introduzir o nome do composto e o número de horas de trabalho em questão. Na Figura II.12. apresenta-se uma vista geral da *interface* desta ferramenta.

Adjusted TLV-TWA calculation tool

Choose the substance from the scrolling list issued from the Regulation respecting for occupational health and safety (RROHS).
 You may also enter the CAS number of the substance.
 In the green cells, enter the value of the daily and the average weekly work schedule on the basis of the repetitive cycle.
 These two values **must** be entered.
 For further explanations, refer to "A Guide To The Adjustment Of Permissible Exposure Values (PEVs) For Unusual Work Schedules" published by IRSST. Document T-22, available on the web as a PDF file.
 Daniel Drolet, chimiste, IRSST
 August 2001, drolet.daniel@irsst.qc.ca

Select a product ▼			
CAS number?	<input type="text"/>	Help	
Schedule	Daily: <input type="text"/>	Adjustment	Code: <input type="text"/>
	Weekly: <input type="text"/>		Factor: <input type="text"/>
Compute		Reset	
Permissible Exposure Value		Adjusted Mean Exposure Value	
PEV:	ppm <input type="text"/>	AMEV:	ppm <input type="text"/>
	mg/m ³ <input type="text"/>		mg/m ³ <input type="text"/>
	l/cc <input type="text"/>		l/cc <input type="text"/>
TLV-TWA has been abbreviated as PEV (permissible exposure value) in the Guide. Adjusted TLV-TWA has been abbreviated as AMEV (adjusted mean exposure value) in the Guide			

Figura II. 12. Vista geral da *interface* da ferramenta de cálculo do TLV-TWA ajustado.

III.3.1.1.2. PROCEDIMENTO PARA AJUSTE DO VALOR LIMITE PARA O PROTÓXIDO DE AZOTO

De acordo com o IRRST (2004), o Protóxido de Azoto corresponde a uma substância da Categoria III, sendo o ajuste feito numa base semanal. Assim, o ajuste foi realizado através da aplicação da Equação III.2. e considerando o número de horas de trabalho semanais, que se apresentam na Tabela III.3. Na Tabela III.3. apresenta-se ainda o TLV- TWA ajustado ao número de horas de trabalho dos profissionais de saúde do local em estudo.

Tabela III. 3. Concentrações limite de Protóxido de Azoto ajustadas para os turnos praticados no Bloco Operatório.

TURNO CONSIDERADO	HORAS DE TRABALHO DIÁRIAS	HORAS DE TRABALHO SEMANAL	TLV-TWA PARA 8 HORAS DIÁRIAS E 40 SEMANAIS (ppm)	TLV-TWA AJUSTADO (ppm)
8-15	7	35	50	-
15-22	7	35	50	-
22-08:30	10,5	52,5	50	38,1

Os dois primeiros turnos apresentados não sofreram quaisquer alterações, porque, tal como apresentado nas condições de aplicação do modelo, nos casos em que o número de horas de trabalho é inferior a oito horas, o valor não é ajustado. Assim, só foi sujeito a ajuste o valor correspondente ao turno de 10,5 horas diárias, tendo-se ajustado o limite TLV-TWA para 38,1 ppm.

Este valor foi ainda determinado a partir da ferramenta informática acima apresentada, no entanto esta apresenta a desvantagem de não permitir a introdução de valores decimais no campo correspondente ao número de horas de trabalhos semanais. De qualquer forma, experimentou-se a introdução dos dois números inteiros mais próximos, 52 e 53 horas semanais, tendo-se obtido, para o TLV-TWA ajustado, os valores de 37,7 e 38,5 ppm respectivamente. Note-se que a aplicação da Equação III.2. a estas situações conduz a estes valores e, por isso, conclui-se que o valor foi ajustado de forma correcta.

III.3.2. SEVOFLURANO

No caso do gás Sevoflurano, considerou-se como referência para a avaliação da exposição, o valor *Recommended Exposure Level - Ceiling* de 2 ppm recomendados pelo NIOSH.

III.4. RESULTADOS OBTIDOS

As respostas dos profissionais às questões sobre a exposição a gases anestésicos revelaram um insuficiente conhecimento relativamente a este assunto, especialmente no que respeita à identificação dos gases e aos efeitos associados a uma exposição aos mesmos. Na questão relativa ao conhecimento dos gases anestésicos utilizados neste Bloco Operatório, apenas cerca de 43% dos inquiridos mostrou ter conhecimento de quais os gases utilizados. O gás anestésico utilizado que mais foi identificado foi o Sevoflurano, identificado por 70% dos profissionais, o Protóxido de Azoto foi identificado por cerca de 30% e o Desflurano, por cerca de 20%.

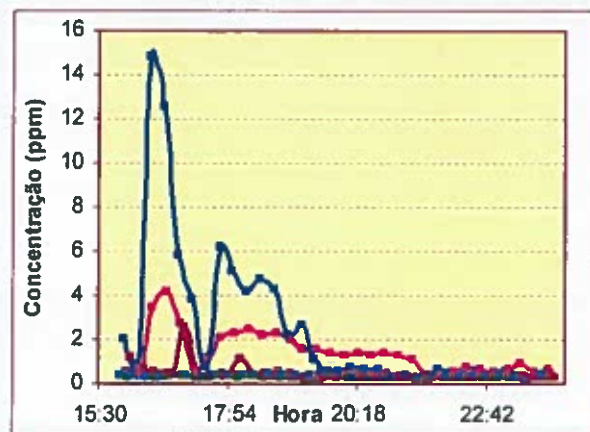
Em relação aos efeitos associados a estes gases, foram identificados, pelos profissionais de saúde, vários efeitos que não correspondem aos efeitos conhecidos actualmente e não se verifica um comportamento típico em termos das respostas dadas. Assim, foi identificada uma grande variedade de efeitos mas, cada um deles foi enumerado por um número muito restrito de inquiridos.

Nos Anexos P e Q podem encontrar-se todos os valores relativos a gases anestésicos registados pelo aparelho de monitorização de gases no período compreendido entre o dia 21 de Março de 2006 e o 10 de Abril de 2006.

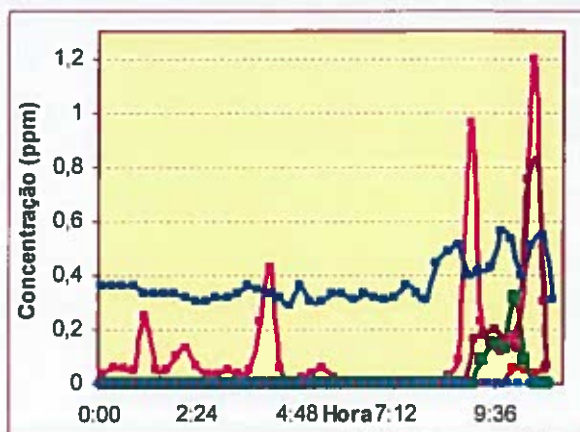
III.4.1. PROTÓXIDO DE AZOTO

A análise dos gráficos das concentrações de Protóxido de Azoto, que se apresentam nas Figuras III.6., III.7. e III.8. permitem verificar que no período estudado, os valores TLV-TWA considerados nunca foram alcançados tendo-se no entanto registados picos muito elevados de concentrações deste gás.

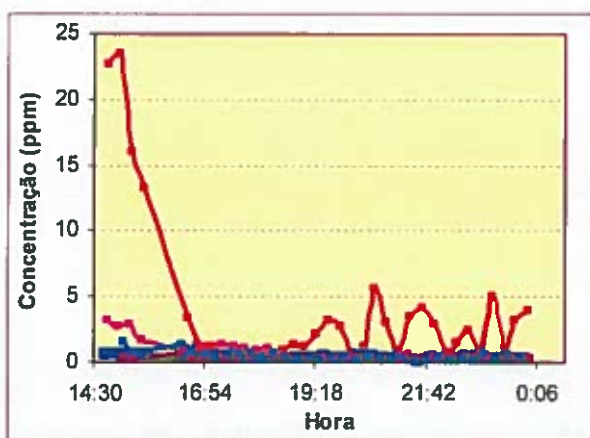
III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS



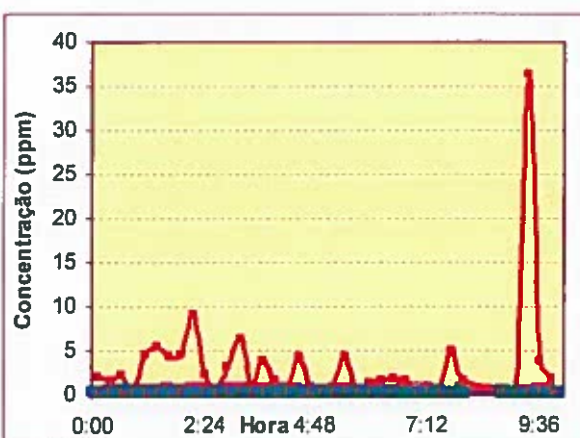
a) 21 de Março



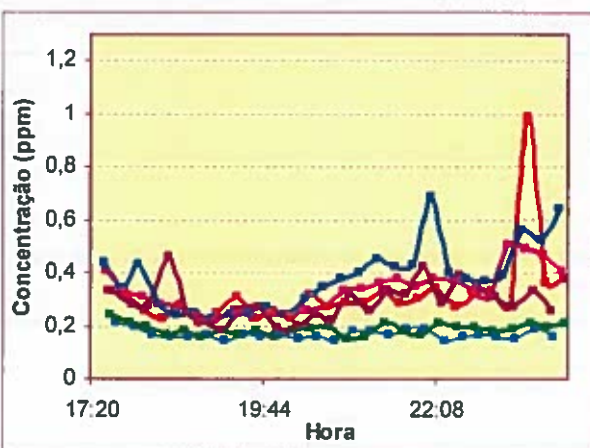
b) 22 de Março



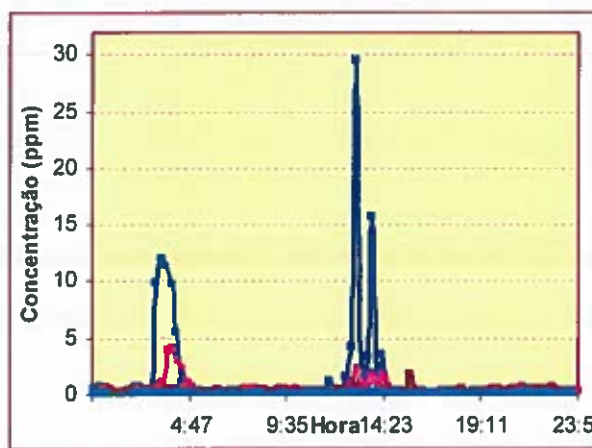
c) 23 de Março



d) 24 de Março



e) 25 de Março



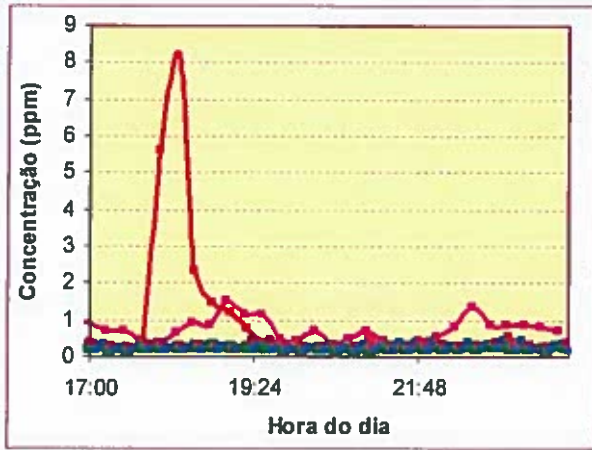
f) 26 de Março

Legenda:

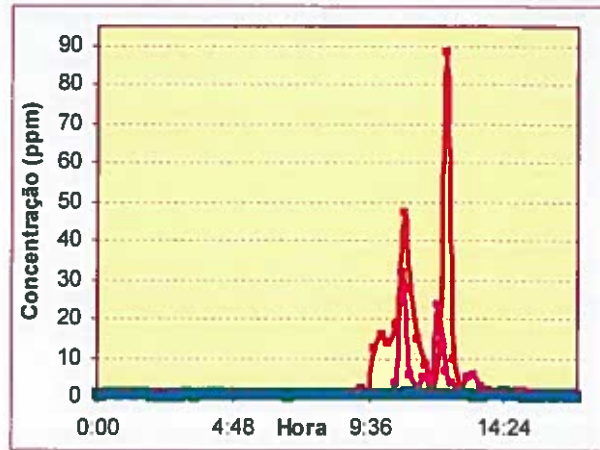


Figura III. 6. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas nos dias 21 (a), 22 (b), 23 (c), 24 (d), 25 (e) e 26 (f) de Março de 2006.

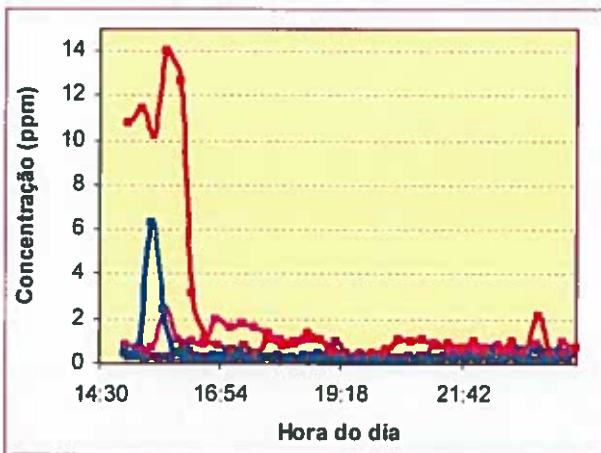
III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS



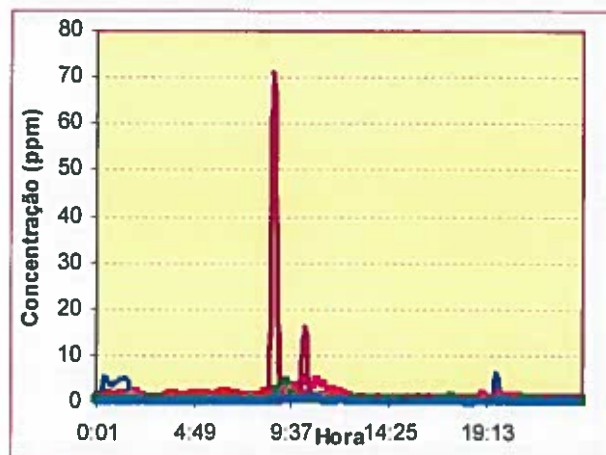
a) 27 de Março



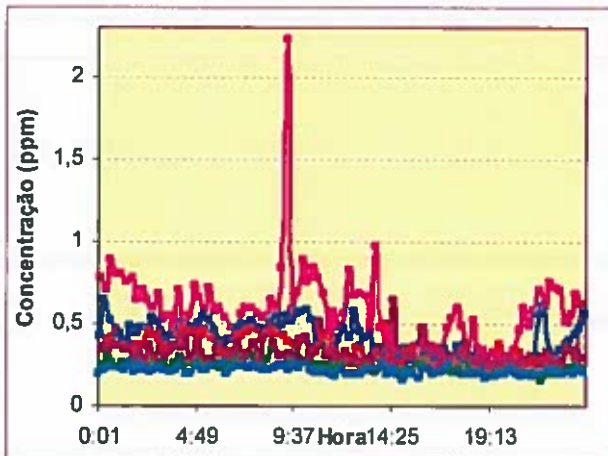
b) 28 de Março



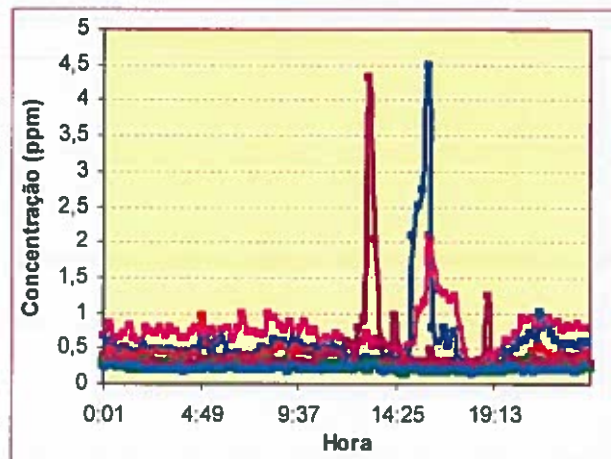
c) 6 de Abril



d) 7 de Abril



e) 8 de Abril



f) 9 de Abril

Legenda:

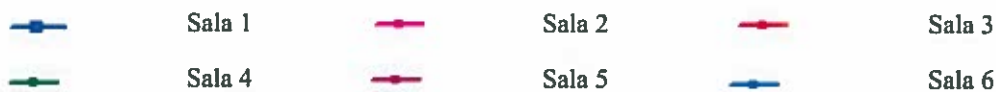


Figura III. 7. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas nos dias 27 (a) e 28 (b) de Março e 6 (c), 7 (d), 8 (e) e 9 (f) de Abril de 2006.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

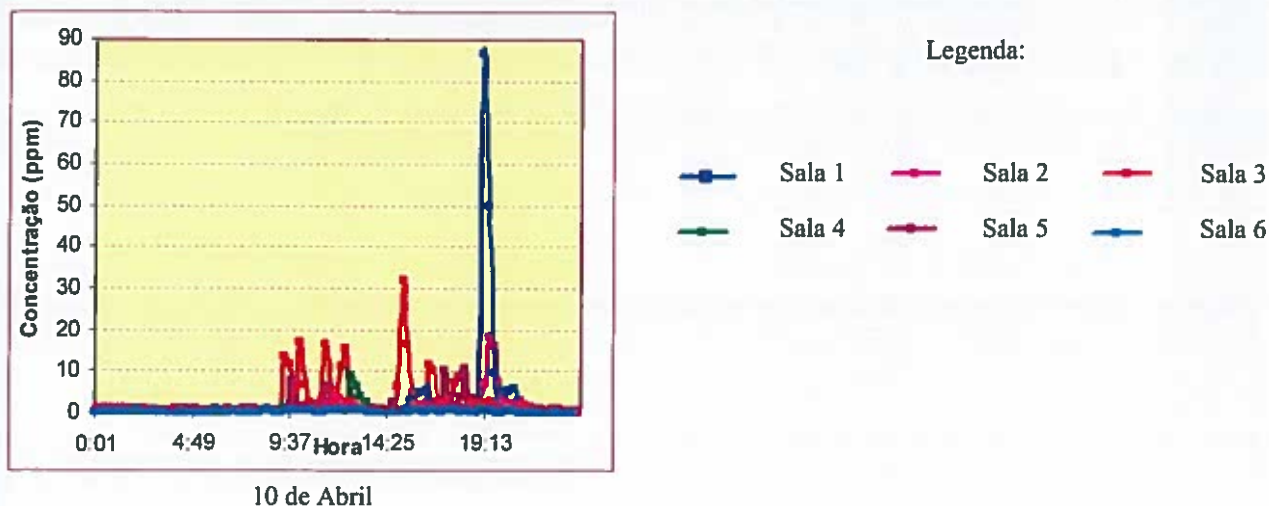


Figura III. 8. Concentrações de Protóxido de Azoto monitorizadas no dia 10 de Abril.

Os valores máximos para a média por turno são de 38,1 ppm e 50 ppm e na Tabela III.4. apresentam-se todas as situações em que as medições ultrapassaram os 38,1 ppm¹¹.

Tabela III. 4. Análise aos turnos em que a concentração de Protóxido de Azoto superou o TLV-TWA.

SITUAÇÃO	SALA	DATA	HORA	TLV-TWA (ppm)	CONCENTRAÇÃO MÉDIA (ppm)
1	3	24-03-06	08:00 – 15:00	50	12
2	3	28-03-06	08:00 – 15:00	50	10,1
3	5	7-04-06	08:00 – 15:00	50	4,1
4	1	10-04-06	15:00 – 22:00	50	7,0
5	3	10-04-06	15:00 – 22:00	50	5,0

De acordo com a Tabela III.4., não se verifica qualquer exposição excessiva ao gás Protóxido de Azoto uma vez que no período de tempo considerado, não houve qualquer profissional que estivesse exposto a uma concentração média (ponderada às suas horas de trabalho) superior à recomendada.

As situações de excedência dos 38,1 ppm correspondem a picos instantâneos e numa determinada Sala e num determinado turno, estes picos nunca se repetem no mesmo dia.

Assim, conclui-se que a exposição ao agente anestésico Protóxido de Azoto no Bloco operatório em estudo não é excessiva no entanto, recomenda-se prudência devido ao

¹¹ As médias ponderadas só foram calculadas quando, numa determinada sala, se igualou ou ultrapassou o valor de 38,1 ppm porque caso contrário a média obtida nunca será superior ao valor máximo recomendado.

¹² Não foi possível determinar a média porque o aparelho de monitorização só realizou medições até às 10:00 horas.

desconhecimento dos efeitos de uma exposição aguda já que se registaram valores superiores a 90 ppm.

III.4.2. SEVOFLURANO

Como já apresentado anteriormente, o valor definido como limite máximo para a concentração de Sevoflurano é apresentado como valor limite e não como uma média ponderada ao horário de trabalho. Assim, a análise realizada às concentrações deste gás foi realizada considerando cada um dos dias e Sala e não por cada turno. Foram analisadas 78 situações (6 Salas em 13 dias distintos) e registaram-se 18 situações em que o valor limite foi excedido.

Nas Figuras III.9, III.10 e III.11 apresentam-se os gráficos relativos às concentrações de Sevoflurano monitorizadas em cada um dos dias da avaliação, a partir das quais se verifica que a maior parte das situações em que o valor máximo recomendado foi excedido correspondem a picos instantâneos e são raras as situações em que num dia e na mesma Sala o valor de 2 ppm é excedido mais do que uma vez. Na Sala 6 apenas se registou uma situação de excedência, facto que deverá dever-se à menor utilização desta Sala em relação às restantes.

Dada a maior utilização da Sala 1, por se tratar de uma sala de urgência, seria de esperar que neste local o valor máximo recomendado fosse excedido mais vezes do que nas outras salas, no entanto, esta situação não se verifica, sendo que a sala com maior número de excedências é a Sala 5 que corresponde à Sala de ortopedia, embora a diferença em relação às restantes salas seja mínima.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

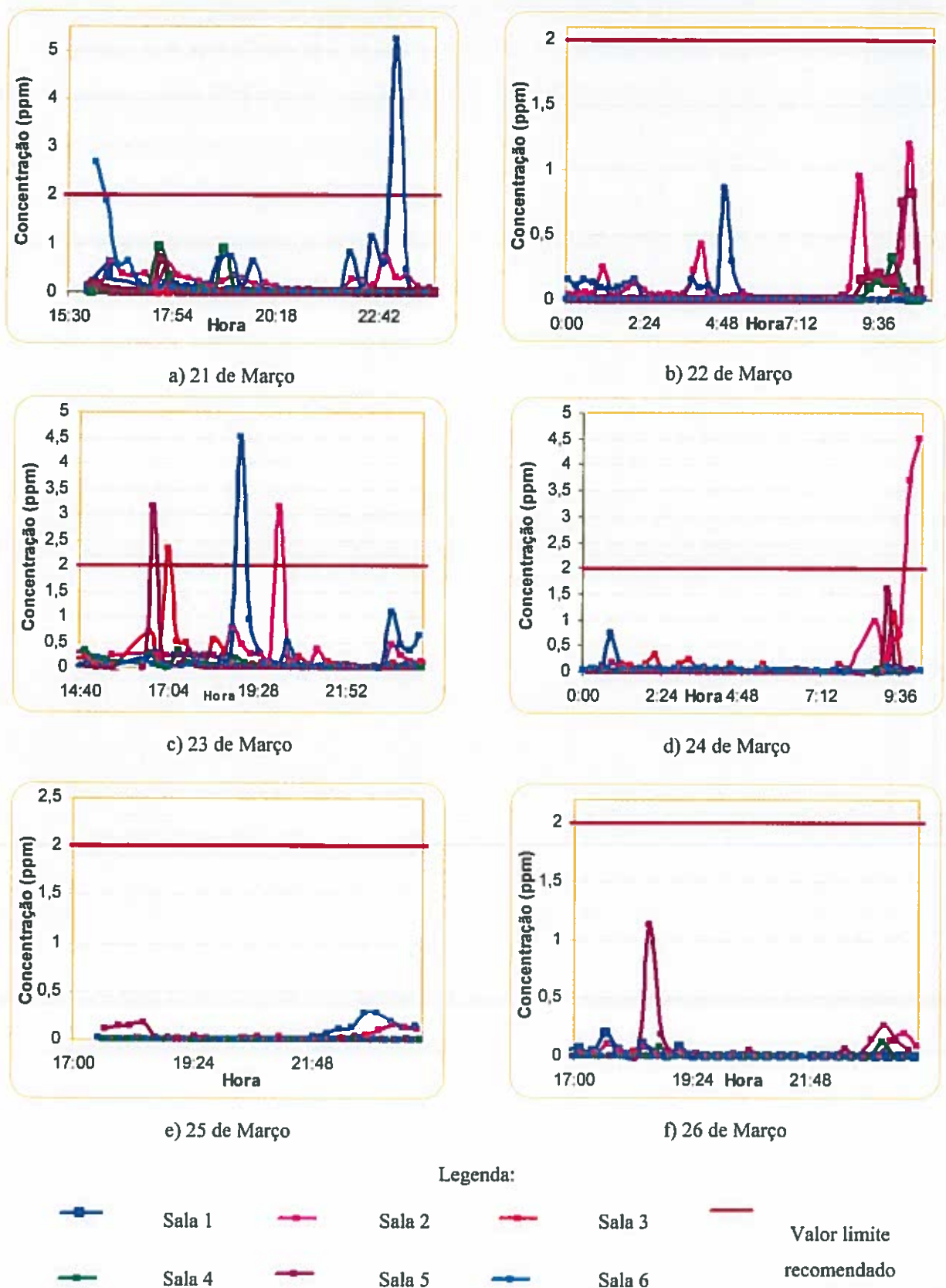
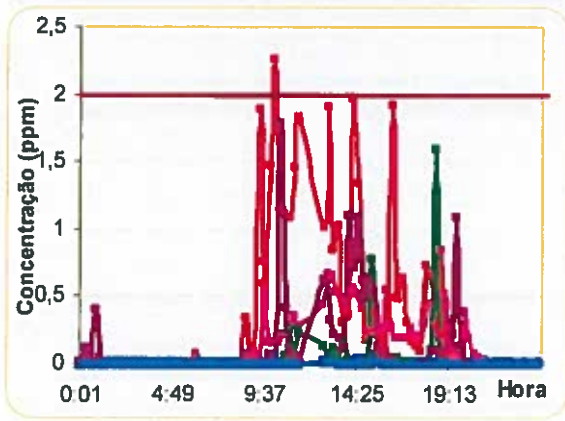
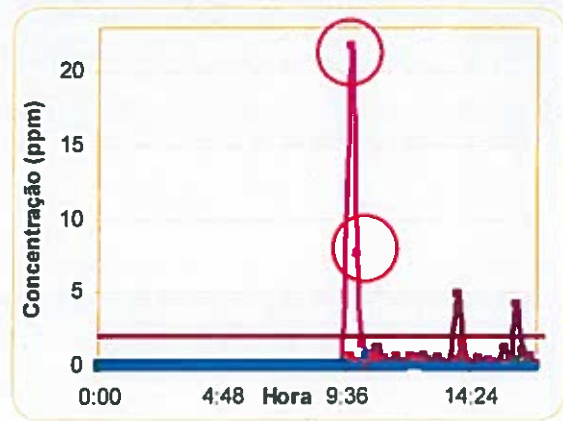


Figura III. 9. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas nos dias 21 (a), 22 (b), 23 (c), 24 (d), 25 (e) e 26 (f) de Março de 2006.

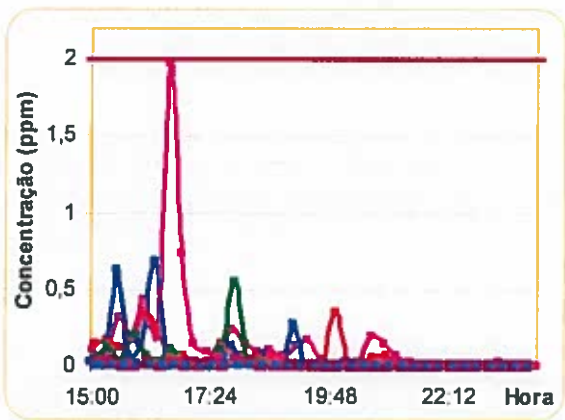
III. AVLIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS



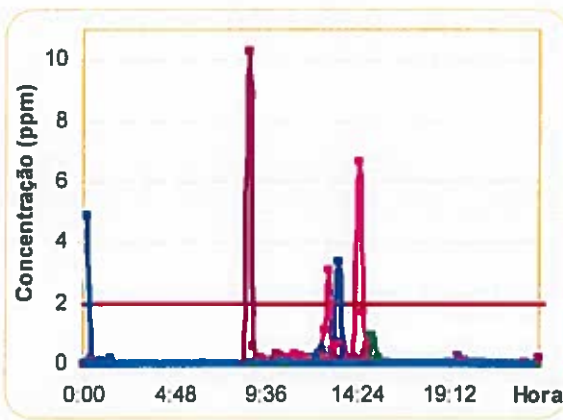
a) 27 de Março



b) 28 de Março



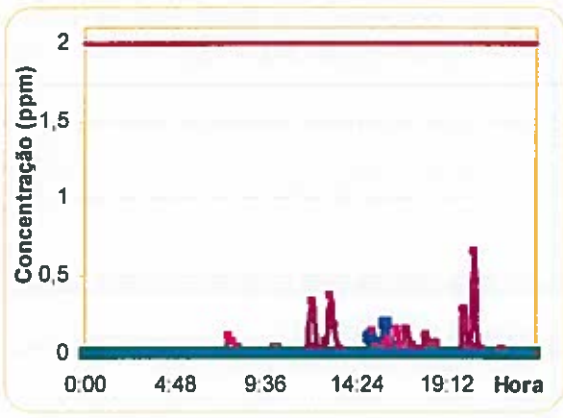
c) 6 de Abril



d) 7 de Abril



e) 8 de Abril



f) 9 de Abril

Legenda:

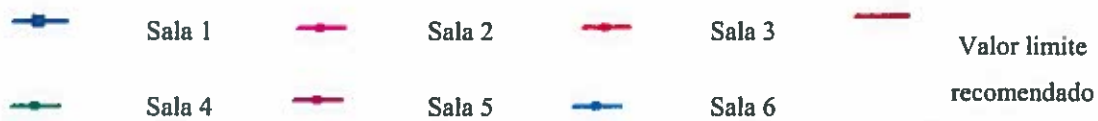


Figura III. 10. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas nos dias 27 (a) e 28 (b) de Março e 6 (c), 7(d)), 8 (e) e 9 (f) de Abril de 2006.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

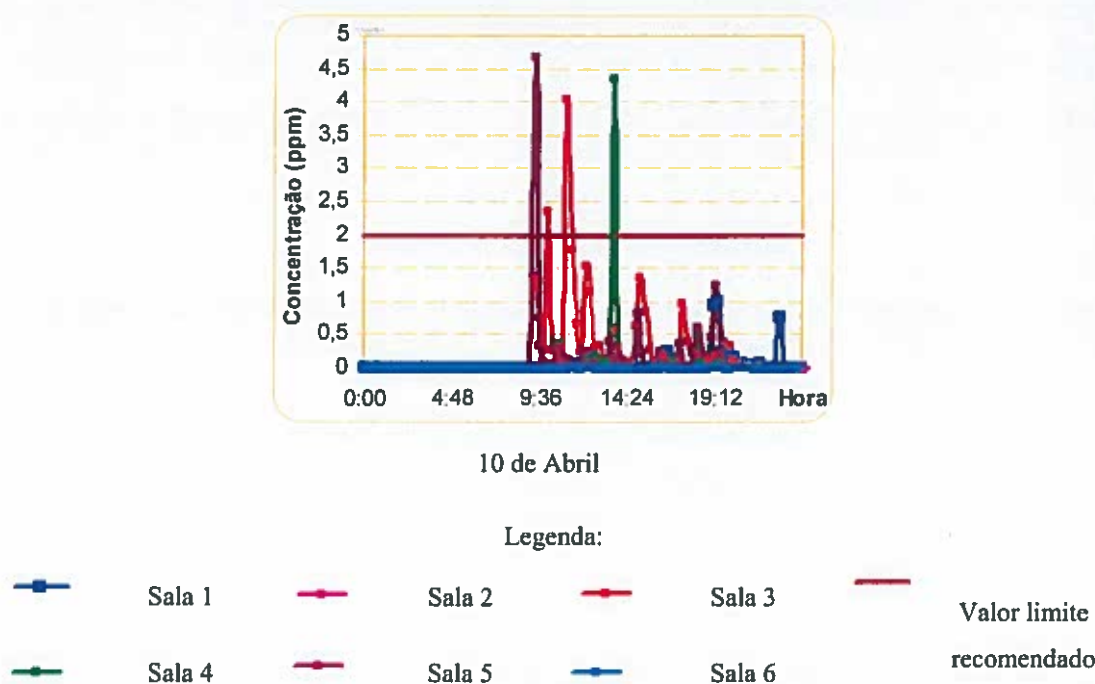


Figura III. 11. Concentrações de Sevoflurano monitorizadas no dia 10 de Abril de 2006.

Tal como se pode visualizar na Figura III.10 b) e d), foram monitorizados um valor superior a 10 ppm e outro superior a 20 ppm. Recomenda-se prudência com estas situações uma vez que são desconhecidos os efeitos associados a uma concentração deste tipo. Além disso não se pode considerar que a situação de excedência dos 20 ppm corresponda a uma situação instantânea porque passados 15 minutos desta medição, registou-se uma concentração superior a 7 ppm, o que significa que os profissionais de saúde desta sala estiveram no mínimo 30 minutos seguidos expostos a uma concentração deste gás bastante superior ao recomendado.

Concluindo, apesar de se terem registado algumas situações em que o valor máximo é excedido, não se considera que estas situações sejam preocupantes, no entanto, dado o desconhecimento científico em relação aos efeitos que este tipo de exposição (mesmo correspondendo quase sempre a picos instantâneos) tem na saúde dos profissionais, sugere-se a ligação de um sistema de alarme ao controlo das taxas de renovação, para minimizar potenciais efeitos associados com esta exposição.

Com este sistema, poderia aumentar-se, de forma instantânea e automática, a taxa de renovação de ar, porque a partir do momento em que se verificassem concentrações superiores a um determinado valor, que seria necessariamente inferior ao limite máximo

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

recomendado, a quantidade de ar insuflado na Sala aumentaria automaticamente, evitando que se alcançassem concentrações superiores a 2 ppm.

No Anexo R apresenta-se, para cada uma das 78 situações analisadas, a determinação da média e o do número de vezes em que o valor limite é recomendado.

Na Tabela III.5. apresenta-se um resumo dos resultados obtidos em cada uma das Salas globalmente e na Tabela III.6 apresenta-se um resumo similar à Tabela III.5. mas considerando apenas o período entre as 9:00 e as 19:30 por corresponder ao período em que todas as Salas, à excepção da 6, estão em constante utilização. Esta análise é importante para evitar uma subvalorização das concentrações ao se introduzir na análise situações em que não ocorrem cirurgias.

Tabela III. 5. Resumo da análise das concentrações de Sevoflurano considerando o total das situações analisadas.

VARIÁVEL	NÚMERO DE SITUAÇÕES ANALISADAS	NÚMERO DE VALORES REGISTRADOS	NÚMERO DE REGISTOS SUPERIORES A 2 ppm	% DE VALORES SUPERIORES A 2 ppm
Sala 1	13	833	5	0,6%
Sala 2	13	832	8	0,96%
Sala 3	13	813	3	0,36%
Sala 4	13	833	1	0,12%
Sala 5	13	831	5	0,60%
Sala 6	13	833	1	0,12%
Total	78	4992	23	0,42%

A análise da Tabela III.5. permite concluir que a percentagem de valores que ultrapassam o limite recomendado é muito baixa em todas as Salas de Operações em geral. Apesar de não significativa, observa-se uma pequena diferença entre as Salas 1, 2 e 5 e as restantes. Esta diferença deve-se ao facto destas 3 Salas serem as mais utilizadas e de facto, a Sala 6, a Sala menos utilizada, apresenta a menor percentagem de valores superiores a 2 ppm. No entanto, considera-se que deverão ser implementadas medidas para a minimização das concentrações de Sevoflurano, não devido à percentagem de valores superiores a 2 ppm, mas sim devido a picos de concentrações muito elevados. Note-se que no dia 28 de Março se registou, na Sala de Operações 2, um pico de Sevoflurano superior a 20 ppm e no dia 7 de Abril registou-se, na Sala 5, um pico superior a 10 ppm e dado o desconhecimento dos perigos de uma exposição deste tipo, é necessário que estas situações sejam minimizadas.

III. AVALIAÇÃO DA EXPOSIÇÃO A GASES ANESTÉSICOS

Tabela III. 6. Resumo da análise das concentrações de Sevoflurano considerando apenas o espaço de tempo compreendido entre as 09:00 e as 19:30.

VARIÁVEL	NÚMERO DE SITUAÇÕES ANALISADAS	NÚMERO DE VALORES REGISTRADOS	NÚMERO DE REGISTOS SUPERIORES A 2 ppm	% DE VALORES SUPERIORES A 2 ppm
Sala 1	13	341	2	0,58%
Sala 2	13	340	7	2,05%
Sala 3	13	341	4	1,17%
Sala 4	13	342	1	0,29%
Sala 5	13	342	4	1,16%
Sala 6	13	344	1	0,20%
Total	78	2050	19	0,92%

Em relação às diferenças obtidas nos valores apresentados nas Tabelas III.5. e III.6., conclui-se que, tal como seria de esperar, as concentrações são sobrevalorizadas se considerarmos apenas o período em que as salas estão a ser utilizadas. Esta situação só não acontece na Sala de Operações 1 porque esta Sala pode ser utilizada a qualquer hora do dia por se tratar da Sala destinada às cirurgias de urgência. Considerando os gráficos dos valores obtidos, conclui-se ainda que o período compreendido entre as 09:00 horas e as 19:30 horas corresponde ao período onde se registam valores superiores, o que se deve ao facto de, fora deste período, apenas ocorrerem cirurgias em regime de urgência, o que ocorre na maior parte das vezes, na Sala 1. É por isso que, nos casos em que há registos em horários superiores às 19:00 horas, em todas as Salas apenas se registam concentrações de Sevoflurano nulas ou residuais muito baixas, à excepção das salas 1 e 2. Esta situação ocorre em casos de cirurgias de urgência. A existência de picos nocturnos na Sala 2 deve-se ao facto de, no caso de surgir uma urgência e a Sala 1 já estar ocupada, se utilizar a sala 2. É por isso que sempre que se registam picos nocturnos de concentrações de Sevoflurano na sala 2, também se registam picos na sala 1, numa certa proximidade temporal. Na Sala 5 também se registam pequenos picos no período posterior às 19:00 horas porque no caso de uma cirurgia de urgência da área da ortopedia, esta ocorre na Sala 5. Estas situações conduzem à conclusão de que, as concentrações do gás Sevoflurano em determinada sala dependem da intensidade da utilização da mesma, como seria de esperar.

III.5. SÍNTESE CONCLUSIVA

Como consequência dos resultados obtidos para as concentrações de Sevoflurano, conclui-se que é necessário um controlo mais eficaz no que respeita à exposição dos profissionais de saúde a este gás, uma vez que se registaram situações de excedência dos valores máximos recomendados que associados ao registo de concentrações pico muito elevadas, constituem um factor de risco para os profissionais de saúde e eventualmente para os doentes deste Bloco operatório.

Por outro lado, considerando os resultados obtidos para as concentrações de Protóxido de Azoto, não se sugerem medidas específicas porque as concentrações deste gás nunca ultrapassaram os valores recomendados como limite. No entanto, recomenda-se que se realize, também para este gás, a ligação automática ao sistema de renovação de ar porque se registaram picos da ordem dos 70 e 90 ppm e tal como no caso dos agentes halogenados, desconhece-se, actualmente, os efeitos associados a uma exposição aguda deste tipo.

Considera-se muito importante que o aparelho seja calibrado para a monitorização do Desflurano, já que, actualmente, as concentrações deste gás não estão a ser controladas ocorrendo assim um desconhecimento sobre os potenciais efeitos provocados por uma exposição a este agente halogenado.

Sugere-se ainda a alteração da localização das sondas de monitorização porque, actualmente, estas encontram-se perto da porta de entrada das Salas de Operações e não no ambiente onde ocorre a cirurgia, ou seja, na mesa de operações. Assim, sugere-se que as sondas sejam, por exemplo, fixas ao tecto, próximo da mesa de operações.

É também importante que as concentrações de gases anestésicos sejam monitorizadas na Sala de Recobro, uma vez que este local corresponde à situação de maior gravidade em termos de exposição a estes gases, devido à exalação, por parte dos doentes, de vários anestésicos em simultâneo.

CONCLUSÃO E APRECIÇÃO CRÍTICA

O estudo realizado consistiu na avaliação de agentes físicos e químicos e na aplicação de um inquérito aos profissionais de saúde do Bloco operatório do HIP. Foram encontradas oportunidades de melhoria e definidas sugestões para o controlo futuro destes parâmetros podendo a abordagem utilizada expandir-se a outros serviços do HIP.

Considera-se que, de acordo com os resultados obtidos na avaliação dos níveis de Conforto Térmico e de Ruído Ambiente, assim como da Exposição a Gases Anestésicos, as condições de higiene no Bloco Operatório devem sofrer melhorias, no entanto, encontraram-se aspectos positivos, tais como a disponibilidade dos aparelhos necessários para um controlo contínuo dos agentes físicos e químicos mais importantes a avaliar no local em estudo, ressaltando-se a disponibilidade do aparelho de monitorização de gases anestésicos que constitui um investimento avultado e não, até à data, obrigatório nem comum em Portugal.

Em relação à avaliação dos níveis de Conforto Térmico, conseguiu-se, apesar das limitações apresentadas pelo analisador de clima interior disponível no HIP, fazer uma caracterização dos níveis de conforto sentido pelos profissionais de saúde do local estudado.

Verificou-se, pela bibliografia analisada, que esta área se encontra bastante desenvolvida, sendo que estão definidas as metodologias e os valores recomendados a considerar, como resultado principal dos estudos de Fanger, apresentados em 1972. No entanto, desde esta data que a evolução neste campo não tem sido significativa, e a prova disso é o facto da Norma ISO 7730, o principal referencial Mundial a nível de Conforto Térmico, continuar actualmente a promover e considerar praticamente apenas o definido por Fanger, apesar de existirem críticas e sugestões de melhoria de alguns pontos da Norma, tal como o que ocorre com o Modelo *Draught Risk*. A Bibliografia consultada permite ainda concluir que a maior parte dos trabalhos científicos desenvolvidos nos últimos anos nesta área, se direccionam principalmente para a aplicação prática do preconizado pela Norma ISO 7730 e não para a melhoria do método actual, apesar das críticas feitas ao mesmo.

Em relação à avaliação realizada em termos de Conforto Térmico do HIP, verificou-se que as Temperaturas, apesar de tendencialmente elevadas, não provocam níveis de desconforto Térmico acentuados, ocorrendo o mesmo com o parâmetro Velocidade do Ar. No entanto, apesar destes resultados, é necessário ter em conta que os profissionais de saúde consideram

CONCLUSÃO E APRECIÇÃO CRÍTICA

que o ambiente térmico neste Bloco Operatório é muito desconfortável, devido principalmente às Temperaturas excessivamente elevadas.

Assim, conclui-se que neste estudo, os níveis de Conforto Térmico determinados através da aplicação da Norma ISO 7730 (1994) conjuntamente com o preconizado pelo Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro não coincidem com a situação de desconforto sentida pelos profissionais de saúde do local em estudo.

Em relação à avaliação do Ruído Ambiente, verificou-se que existe uma lacuna a nível de informação sobre metodologias a utilizar porque o Decreto Regulamentar n.º 63/94 de 2 de Novembro preconiza valores limite em NC, mas não existe informação relativa à metodologia de avaliação a utilizar nestes casos.

Note-se que apesar de haver um documento emitido pelo Instituto do Ambiente que define uma metodologia de avaliação de Ruído Ambiente, para os casos em que se pretende uma avaliação em curvas NC, é necessário reformular toda a metodologia, tal como se realizou neste trabalho. Assim, considera-se que a metodologia definida neste trabalho para a avaliação do Ruído Ambiente é uma mais valia para esta área porque é uma oportunidade de facilitar posteriores avaliações deste tipo, tanto em Hospitais, como noutros locais.

Os resultados obtidos permitiram verificar que os níveis de Ruído Ambiente são preocupantes para o tipo de actividade exercida num Bloco Operatório, podendo ter consequências graves tanto para o conforto dos doentes, como para a saúde e qualidade de trabalho dos profissionais deste Bloco Operatório. Note-se que os elevados níveis obtidos são concordantes com a opinião dos profissionais expressa no inquérito aplicado sob a forma de questionário.

Considera-se assim, que é muito importante que se tomem medidas em relação à minimização dos níveis de Ruído Ambiente, principalmente a nível da consciencialização dos profissionais de saúde.

Relativamente à exposição a gases anestésicos, é de realçar a falta de limites definidos pela legislação Portuguesa para as concentrações destes gases assim como da obrigatoriedade de os monitorizar e ainda, a grande lacuna existente a nível Mundial em termos do conhecimento dos efeitos provocados por uma exposição a estes gases, nomeadamente a nível da exposição aguda.

Os valores das concentrações de gases anestésicos obtidos permitem concluir que a nível do Protóxido de Azoto não existem problemas quando se considera a concentração média no período de trabalho dos profissionais, no entanto, é de ressaltar o desconhecimento dos efeitos associados a concentrações pico bastante elevadas, tais como o valor de 90 ppm registado em determinada altura. A incerteza dos efeitos de tais concentrações é provada pela inexistência de valores limite TLV –C definidos para este gás. O contrário ocorre com o gás Sevoflurano, em que estando definido um valor limite, não existe, actualmente, qualquer valor definido ponderado para o tempo de exposição do profissional. Apesar de terem sido registados poucos valores superiores aos 2 ppm recomendados como valor limite, também neste caso se recomenda um maior controlo das concentrações deste gás. Entende-se que este problema poderá ser perfeitamente resolvido com a ligação do sistema de renovação de ar ao sistema de monitorização de gases anestésicos.

BIBLIOGRAFIA

American Conference of Industrial Hygienists (2007). Introduction to the Chemical Substances TLVs. [Em Linha]. Disponível em <www.acgih.org/Products/tlvintro.htm>. [Consultado em 15/03/2007].

Associação dos Enfermeiros de Sala de Operações Portugueses (2005). *Práticas recomendadas para o Bloco Operatório*. Lisboa, Associação dos Enfermeiros de Sala de Operações Portugueses.

Almeida, P.J., Barreiros, M.L., Beaumont, P, Boavista, J., Cabral, A. P, Cabral, F, Campos, F., Carreira, A., Dias, E., Esteves, M., Fernandez, A., Fidalgo, S., Figueira, M.L., Graça, L., Gomes, A.L., Júlio, A.M., Lemos, J., Loreto, C., Mayan, O., Melo, I., Messias, J., Nunes, I. M., Pinto, R., Pires, C., Rocha, J. A., Rodrigues, C., Roxo, M., Silva, B., Silveira, A., Silvestre, M. e Veiga, R. (2006). *Higiene, Segurança, Saúde e Prevenção de Acidentes de Trabalho*. Lisboa, Verlag Dashöfer.

Anderson, R.E., Barr, G. e Jajobsson, J.G. (2005). Operating room nitrous oxide trace concentrations: a clinical study in ambulatory surgery. *Journal of Ambulatory Surgery*, 12, pp. 23-26.

Araújo, M.G. e Nunes, F.M. (2003). *Higiene do Trabalho – parte 1*. Lisboa, ISEC – Instituto Superior de Educação e Ciências.

Arens, E., Bauman, F., Katsuhiko, M., Fountain, M. e Dear, R. (1994). Locally controlled air movement preferred in warm isothermal environments. *ASHRAE Transactions*, 100 (2), pp. 937-952.

Aytar, P., Glosemeyer, R., Hulce, E.; Linn, M.; e Seep, B. (2000). Classroom Acoustics. [Em linha]. Disponível em <http://asa.aip.org/classroom/booklet.html>. [Consultado em 09/04/2006].

Bancea, O. e Cinca, M. (2004). Study concerning thermal comfort in the transtion periods depending on different heating systems. [Em linha]. Disponível em

<http://www.europeangreencities.com/pdf/activities/ConfApr2004/8.pdf>. [Consultado em 04/06/2006].

Barbieri, A., Bargellini, A., Borella, P., Righi, E., Roncaglia, R. e Rovesti, S. (2001). Effects of chronic exposure to anesthetic gases on some immune parameters. *The Science of the Total Environment*, 270, pp. 149-156.

Beyer, P.O., Hensen, J.M., Melhado, M.A.e Siqueira, L.F.G. (2005). The thermal comfort, the indoor environmental control, and the energy consumption in three types of operating rooms. [Em linha]. Disponível em <http://www.bwk.tue.nl/fago/hensen/publications/05_BS05_0747_754_melhado.pdf>. [Consultado em 06/05/2006].

Brager, G. S. e Dear, R. J. (2002). Thermal comfort in naturally ventilated buildings: revisions to ASHRAE Standard 55. *Energy and Buildings*, 34, pp. 549-561.

Brager, G. S. e Dear, R. J. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, 27, pp. 83-96.

Broner, N. (2004). Rating and assessment of noise. *EcoLibrium*, 29, pp. 21-25.

Bruel & Kjaer (2001). *Environmental Noise*. Naerum, Bruel & Kjaer.

Bruel & Kjaer (1994). *Technical Documentation – Precision Integration Sound Level Meter Type 2236*. Naerum, Bruel & Kjaer.

Bruel & Kjaer (1992). *Industrial Noise Control and Hearing Testing*. Naerum, Bruel & Kjaer.

Bruel & Kjaer (1990). *Instruction Manual – Indoor Climate Analyzer 1213*. Naerum, Bruel & Kjaer.

Burm, A. G. L. (2003). Occupational hazards of inhalational anesesthetics. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 17 (1), pp. 147-161.

BIBLIOGRAFIA

Byhahan, C., Matheis, G., Mierdl, S., Rahman, A. e Westphal, K. (2003). Occupational exposure to Inhalational Anesthetics during Cardiac Surgery on Cardiopulmonary Bypass. *The Society of Thoracic Surgeons*, 75, pp. 1924-1928.

Cabrera, I.N. e Lee, M.H.M. (2000). Reducing Noise Pollution in the Hospital Setting by Establishing a Department of Sound: A Survey of Recent Research on the Effects of Noise and Music in Health Care. *Preventive Medicine*, 30, pp. 339-345.

Calleja, A. H. (1998). NTP 501: Ambiente Térmico: inconfort térmico local. [Em Linha]. Disponível em <http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_501.htm>. [Consultado em 07/06/2006].

Campalani, G., Elliott, J., McLaughlin, A e McLaughlin, B. (1996). Noise Levels in a cardiac surgical intensive care unit: a preliminary study conducted in secret. *Intensive and Critical Nursing*, 12, pp. 226-230.

Çengel, Y. A. (2003). *Heat Transfer – A practical approach*. Nova York, McGraw – Hill.

CDC- Centers for Disease Control and Prevention –National Institute for Occupational Safety and Health. (1994). Controlling Exposures to Nitrous Oxide during Anesthetic Administration. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/noxidalr.html>>. [Consultado em 06/04/2006].

Charles, K.E. (2003). Fanger's Thermal Comfort and Draught Models. [Em linha]. Disponível em <<http://irc.nrc-cnrc.gc.ca/pubs/fulltext/rr/rr162/rr162.pdf>>. [Consultado em 04/07/2006].

Committee on the Medical Effects of Air Pollutants – Department of Health (2004). Guidance on the Effects on Health of Indoor Air Pollutants. [Em linha]. Disponível em <<http://www.advisorybodies.doh.gov.uk/COMEAP/PDFS/guidanceindoorairqualitydec04.pdf>>. [Consultado em 04/06/2006].

Decreto – Lei n.º 79/2006 - aprova o regulamento dos sistemas energéticos de climatização em edifícios.

BIBLIOGRAFIA

Decreto Regulamentar n.º 63/94 - estabelece os requisitos relativos a instalações, organização e funcionamento das unidades privadas de saúde.

Decreto – Lei n.º 243/86 de 20 de Agosto - aprova o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de Escritório e Serviços.

Farrás, M.G.R. e Solá, X. G. (2003). NTP 606: Exposición laboral a gases anestésicos. [Em linha]. Disponível em <http://www.mtas.es/insh/ntp/ntp_606.htm>. [Consultado em 12/05/2006].

Fisk, W. J. e Seppanen, O. A. (2004). Summary of human responses to ventilation. *Indoor Air*, 14 (7), pp. 102-118.

Freitas, L.C. (2002). *Gestão da Segurança e Saúde no Trabalho*- Volume 2. Lisboa, Edições Universitárias Lusófonas.

Fujinaga, M. (2001). Teratogenicity of nitrous oxide. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 15 (3), pp. 363 – 375.

Georgia Department of Natural Resources (1998). Guideline for Ambient Impact Assessment of Toxic Air Pollutant Emissions. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.air.dnr.state.ga.us/airpermit/downloads/infodocs/toxguide.pdf>>. [Consultado em 09/06/2006].

Gehring, U., Griefahn, B. e Kunemun, C. (2002 a). Evaluation of draught in the workplace. *Ergonomics*, 45, pp. 124-135.

Gehring, U., Griefahn, B. e Kunemun, C. (2002 b). The impact of draught related to air velocity, air temperature and workload. *Ergonomics*, 45, pp. 124-135.

Gehring, U., Griefahn, B. e Kunemun, C. (2000). The significance of air velocity and turbulence intensity for responses to horizontal drafts in a constant air temperature of 23 °C. *Industrial Ergonomics*, 26, pp. 639-649.

GREENHECK (2004). Sound Criteria, Attenuation Techniques and Preventive Measures to Limit Sound Problems. [Em linha]. Disponível em <http://www.greenheck.com/technical/files/engineering/04sum_enf.pdf>. [Consultado em 13/07/2006].

Guardino, X. (1985). NTP 141: Exposición laboral a gases anestésicos. [Em Linha]. Disponível em <http://www.mtas.es/insht/ntp/ntp_141.htm>. [Consultado em 07/06/2006].

Heavner, J. E. (2003). Toxicity of anaesthetics. *Best Practice & Research Anaesthesiology*, 17 (1), pp. 1-3.

Hoerauf, K.H. (2001). Nitrous Oxide: workplace concentrations/ecology. *Best Practice & Research Clinical Anaesthesiology*, 15 (3), pp. 389-396.

Huffman, L. M. (1996). Regulations, Standards and Guidelines Protecting PACU Healthcare Workers. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 11 (4), pp. 231- 239.

Instituto Nacional de Saúde Dr. Ricardo Jorge e PNCI – Programa Nacional de Controlo de Infecção (2004). [Em Linha]. Orientações para a elaboração de um manual de boas práticas em Bacteriologia. Disponível em <www.insarl.pt/site/resources/images/PNCI/manual_bacter.pdf>. [Consultado em 20/02/2005].

Instituto de Soldadura e Qualidade (1996). *Térmica dos Edifícios*. Oeiras, ISQ.

Infarmed (2002). Formulário Hospitalar Nacional de Medicamentos. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.infarmed.pt/pt/publicacoes/hospitalar/formulario.pdf>>. [Consultado em 18/01/2005].

Instituto do Ambiente (2003). Procedimentos específicos de medição de ruído ambiente [Em Linha]. Disponível em <<http://www.iambiente.pt/docs/5026/Procedimentos%20medicao%20ruído%20ambiente.pdf>> [Consultado em 24/03/2005].

Institut de Recherche Robert Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail. (2004). *Guide for the Adjustment of Permissible Exposure Values (PEVs) for Unusual Work Schedules*. Québec, Institut de Recherche Robert Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail.

BIBLIOGRAFIA

Institut de Recherche Robert Sauvé en Santé et en Sécurité du Travail Home Page. [Em Linha]. Adjusted TLV-TWA calculation tool. Disponível em <http://www.irsst.qc.ca/en/ut_vema.htm>. [Consultado em 20/04/2006].

International Organization for Standardization. (1994). ISO 7730: Moderate Thermal environments- Determination of the PMV and PPD indices and specification of the conditions for thermal comfort. Geneve, International Organization for Standardization.

José – Alonso, J.F.; Velasco-Gomez, E. ; Rey-Martínez, F.J., Alvarez-Guerra, M; Peláez, C.G.. (1999). Study on environmental quality of a surgical block. *Energy and Buildings*, 29, pp. 179-187.

Keck, J.F. e Shertzer, K.E., (2001). Music and PACU environment. *Journal of PeriAnesthesia Nursing*, 16 (2), pp. 90-102.

Kvisgaard, B. (2000). Thermal Comfort. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.innova.dk/books/thermal/thermal.htm>>. [Consultado em 03/01/2007].

Jones, B. W. (2002). Capabilities and limitations of thermal models for use in thermal comfort standards. *Energy and Buildings*, 34, pp. 653-659.

Liedelt, D.F. e Olesen, B.W. (2000). New development in International Standards for the indoor thermal environment. [Em linha]. Disponível em <<http://www.euray.com/technics/Comfort-HB2000-2.pdf>>. [Consultado em 17/07/2006].

Liu, E.H.C. e Tan, S.(2000). Patients' Perception of Sound Levels in the Surgical Suite. *Journal of Clinical Anesthesia*, 12, pp. 298-302.

Piedade, A.C., Rodrigues, A.M. e Roriz, L.F. (2003). *Climatização em Edifícios*. Amadora, Edições Orion.

Pinhal, H.R. (2004). *Agentes Carcinogénicos no Local de Trabalho*, 1º Edição. Lisboa, Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho.

BIBLIOGRAFIA

Macedo, R. (1988). *Manual de Higiene do Trabalho na Indústria*. Coimbra, Fundação Calouste Gulbenkian.

Melikov, A. K. (2000). Design and Assessment of Indoor Environment. [Em linha]. Disponível em <http://www.inive.org/members_area/medias/pdf/Inive%5Cclima2000%5C1997%5CSES1.pdf>. [Consultado em 17/07/2006].

Miguel, A.S.S.R. (2006). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. Porto, Porto Editora.

National Institute for Occupational Safety and Health (2005). NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html>>. [Consultado em 18/10/2005].

National Institute for Occupational Safety and Health (1977). *Criteria for a recommended standard - Occupational Exposure to Anesthetic Gases and Vapors*. Cincinnati, National Institute for Occupational Safety and Health.

National Institute for Occupational Safety and Health (1994). *Controlling Exposures to Nitrous Oxide during Anesthetic Administration*. Cincinnati, Publications Disseminations.

Occupational Health Clinics for Ontario Workers Inc. (2004). Communicable Diseases and Ventilation Systems. [Em linha]. Disponível em <<http://www.ohcow.on.ca/resources/handbooks/cdv/cdv.pdf#search=%22%22communicable%20diseases%20and%20ventilation%22%20>>. [Consultado em 08/05/2006].

OSHA - Occupational Safety & Health Administration (2000). Anesthetic Gases: Guidelines for Workplace Exposures. [Em Linha]. Disponível em <<http://www.osha.gov/dts/osta/anestheticgases/index.html>>. [Consultado em 06/04/2006].

Olesen, B.W. e Parsons, K.C. (2002). Introduction to thermal comfort standards and to the proposed new version of EN ISO 7730, *Energy and Buildings*, 34, pp. 537 – 548.

Oliveira, L. C. (2006). *Segurança, Higiene e Saúde no Trabalho - Manual de Apoio*. Porto, Vida Económica.

BIBLIOGRAFIA

Rappaport, S. M. (2001). *Adjustment of Occupational Exposure Limits for Unusual Work Schedules*. North Carolina, International Council on Metals and the Environment.

RENZO TONIN (2004). Future noise and vibration control in building services. [Em linha]. Disponível em <http://www.rtagroup.com.au/pdfs/technote_3.pdf> [Consultado em 05/06/2006].

Sousa, J. P. (2001). *Riscos dos agentes biológicos : manual de prevenção*. Lisboa, Instituto de Desenvolvimento e Inspeção das Condições de Trabalho.

The Engineering Tool Box. (2006). Online Noise Criterion: NC calculator. [Em linha]. Disponível em <http://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_517.html>. [Consultado em 18/03/2007].

The Engineering Tool Box. (2005 a). Sound Frequency, Wavelength and Octave – An Introduction to the Nature of Sound with frequency, wavelength and octaves. [Em linha]. Disponível em <http://www.engineeringtoolbox.com/soun-frequency-wavelength-d_56.html>. [Consultado em 13/03/2007].

The Engineering Tool Box. (2005 b). NC – Noise Criterion. [Em linha]. Disponível em <http://www.engineeringtoolbox.com/nc-noise-criterion-d_725.html>. [Consultado em 09/07/2006].

The State of the Art Acoustik, Inc Home Page. [Em linha]. Disponível em <<http://www.sota.ca>> [Consultado em 10/06/2006].

Toftum, J.e Nielsen, R. (1996). Impact of metabolic rate on human response to air movements during work in cool environments, *Industrial Ergonomics*, 18, pp. 307-316.

Truax, B. (1999). *Handbook for acoustic ecology*. Londres, Cambridge Street publishing.

U.S. Department of Health and Human Services (1998). Criteria for a recommended standard. [Em linha]. Disponível em <<http://www.cdc.gov/niosh/pdfs/98-126.pdf>> [Consultado em 03/07/2006].

BIBLIOGRAFIA

Vilar, J. (2003) *Noções Gerais de Higiene do Trabalho*. Lisboa, Universidade Nova de Lisboa- Escola Nacional de Saúde Pública.

Vouriot, A.; Gauchard, G.C.; Chau, N.; Nadif, R.; Mur, J. Perrin, P. (2005). Chronic Exposure to Anesthetic Gases Affects Balance Control in Operating Room Personnel. *NeuroToxicology*, 26, 193-198.

Yang, K. H. e Su, C.H. (1996). An Approach to Building Energy Savings Using the PMV Index, *Pergamon*, 32, (1), pp. 25-30.