



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Constantino Martins Fernandes

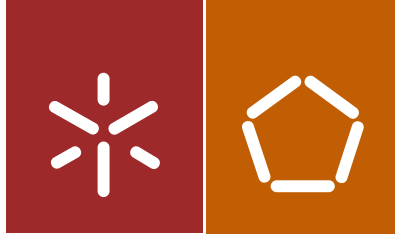
Níveis de conforto térmico para os
utilizadores de salas de operações

Níveis de conforto térmico para os
utilizadores de salas de operações

Constantino Martins Fernandes

UMinho | 2014

Outubro de 2014



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Constantino Martins Fernandes

Níveis de conforto térmico para os
utilizadores de salas de operações

Dissertação de Mestrado
Mestrado em Engenharia Humana

Trabalho efetuado sob a orientação de
Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel
Professora Doutora Senhorinha Fátima Capela Fortunas
Teixeira

Outubro de 2014

DECLARAÇÃO

Nome Constantino Martins Fernandes

Endereço electrónico: tinomf@gmail.com

Telefone: 962731140

Número do Bilhete de Identidade: 5830456

Título dissertação:

Níveis de conforto térmico para os utilizadores de salas de operações

Orientadores:

Professor Doutor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel

Professora Doutora Senhorinha Fátima Capela Fortunas Teixeira

Ano de conclusão: 2014

Mestrado em Engenharia Humana

Nos exemplares das teses de doutoramento ou de mestrado ou de outros trabalhos entregues para prestação de provas públicas nas universidades ou outros estabelecimentos de ensino, e dos quais é obrigatoriamente enviado um exemplar para depósito legal na Biblioteca Nacional e, pelo menos outro para a biblioteca da universidade respectiva, deve constar uma das seguintes declarações:

É AUTORIZADA A REPRODUÇÃO INTEGRAL DESTA TESE APENAS PARA EFEITOS DE INVESTIGAÇÃO, MEDIANTE DECLARAÇÃO ESCRITA DO INTERESSADO, QUE A TAL SE COMPROMETE.

Universidade do Minho, 17/12/2014

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus orientadores, ao Professor Alberto Sérgio de Sá Rodrigues Miguel e à Professora Senhorinha Fátima Capela Fortunas Teixeira, ambos do Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho. Agradeço a disponibilidade, paciência e empenho dedicados ao longo de todo o trabalho elaborado.

Agradeço à Direção e ao corpo de funcionários do Hospital Lusíada do Porto, designadamente ao Administrador Dr. Bento da Cruz, ao Diretor Clínico Dr. Pinto de Freitas, à Enfª Diretora Lurdes Pereira e à Enfª Chefe Mónica Menezes, ao Engenheiro Luís Fernandes, aos Ortopedistas, Enfermeiras, por terem proporcionado a realização de parte do trabalho recebendo-nos com grande disponibilidade e cooperação.

Agradeço à Professora Celina Leão de Departamento de Produção e Sistemas da Universidade do Minho, a ajuda no tratamento estatístico dos inquéritos.

Agradeço ao Mestre Nelson Rodrigues a grande ajuda prestada para a compreensão dos *Softwares* e dados estatísticos e todo o apoio ao longo de todo o trabalho realizado.

Agradeço a todos os Professores e Doutores que me ensinaram durante este curso, e apoiaram para alcançar e obter este mestrado.

Agradeço aos meus colegas e amigos Pedro Mendes e Filipe Teixeira pelo apoio, ajuda e bom ambiente de trabalho na conclusão deste mestrado.

Dirijo o meu último agradecimento à minha mulher e meu filho, amigos e a todos que me apoiaram ao longo do meu percurso académico.

A todos,

Um enorme obrigado.

RESUMO

Com a finalidade de que o desempenho preconizado pelo ser humano no seu local de trabalho seja o melhor possível e se converta numa vantagem para as empresas, sendo necessário também ter em atenção, para além de outros fatores, determinadas variáveis físicas e pessoais que fazem parte do ambiente de trabalho. Estas variáveis aparecem sob a forma de energia nomeadamente como a temperatura, a humidade, a velocidade do ar e a temperatura radiante. No entanto o ser humano tem limites relativamente à tolerância destes parâmetros, podendo, surgir situações de perigo a partir de determinados limites.

Neste contexto pretendeu-se fazer uma exploração das variáveis ambientais que contribuem para o ambiente térmico devido ao calor e também ao frio em locais de trabalho, mais especificamente em espaços hospitalares. Para a realização deste trabalho recorre-se a várias normas internacionais, nomeadamente ISO 7730:2006 e a ISO 8996:2004.

O presente estudo teve, como objetivo principal, o estudo do conforto térmico de profissionais de saúde utilizadores de uma sala de operações de um hospital. Pretendeu-se estudar o conforto térmico e todas as sensações térmicas experienciadas por esses profissionais de saúde. Foram efetuadas medições, necessárias ao estudo, recorrendo-se a uma estação climática.

Numa segunda fase do estudo, procedeu-se à medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico e à determinação e avaliação do conforto térmico, através do cálculo do índice de Fanger (PMV-PPD) (1).

Avaliaram-se também, subjetivamente, as sensações térmicas reais dos utilizadores, essencialmente profissionais de saúde, da sala operatória.

Neste trabalho verificou-se que existiam discrepâncias entre os valores de PMV calculados e os obtidos pelo questionário. A diferença entre estes resultados demonstrou uma prevalência para o frio por parte dos questionários,

¹ Voto médio previsível/ Percentagem estimada de insatisfeitos

levantando a possibilidade de uma sobrevalorização do frio por parte dos inquiridos.

Através dos dados medidos, constatou-se que a sala está dividida essencialmente em duas regiões a nível de conforto térmico. A região 1, que está diretamente abaixo do fluxo laminar e do foco de iluminação, apresenta uma maior dispersão nas opiniões e nos cálculos efetuados. A região 2, por sua vez, é constituída pela restante área e é mais homogénea quando comparada com a anterior.

Palavras-chave: conforto térmico, desconforto térmico, sala de operações, ambientes hospitalares, riscos no bloco operatório.

ABSTRACT

In order that the performance of the human being in his workplace be the best possible and become an advantage for companies, which must also take into account, in addition to other factors, certain physical and personal variables that are part the work environment.

These variables are in the form of energy such as temperature, humidity, air velocity and radiant temperature. Yet human beings have limits on the tolerance to these parameters, which may cause danger above certain limits.

In this context it is intended to make an exploration of the environmental variables that contribute to the thermal environment due to the heat and also cold in the workplace, specifically in hospital spaces. For this work, various international standards, including ISO 7730: 2006 and ISO 8996: 2004 standards were applied.

The present study had as main objective the study of the thermal comfort of health professionals using a hospital operations' room. It was intended to study the thermal comfort and all thermal sensations experienced by these health professionals. Measurements of the thermal variables of the operating room, required for the study, were performed, using a weather station.

The obtained records were used in a computational model representative of an operating room.

In a second phase of the study, measurement of the physical parameters of the thermal environment was undertaken, as well as the determination and evaluation of thermal comfort, by calculating the Fanger Index (PMV-PPD).

It was also evaluated subjectively, the actual thermal sensations of users, primarily health professionals of the operating room.

In this work were verified differences between the calculated and inquired data for the PMV values. The differences between this results showed a dominance towards the cold in the inquired data, which raised the possibility of an overvaluation towards the cold by the inquired people.

Through the measured data, it was verified that the operating room is essentially divided into two thermal comfort regions. Region 1, which is directly influenced by the laminar flux and the illumination focus, presents a greater dispersion in the people opinion and calculated data. Region 2, on its side, is formed by the remaining area and is more homogeneous compared to the previous region.

Keywords: thermal comfort, thermal discomfort, operating room, hospital environments, risk in surgery.

"Não sou da altura que me veem mas sim da altura que os meus olhos
podem ver."

Autor- Fernando Pessoa

ÍNDICE GERAL

Índice

Agradecimentos	I
Resumo	II
Índice Geral	VII
Lista de Figuras.....	IX
Lista de Tabelas	X
Lista de abreviaturas.....	XI
Nomenclatura	XIII
Glossário.....	XIV
CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	1
1. Introdução.....	1
2. Estado da arte	3
3. Termorregulação.....	9
4. Fatores autónomos	21
5. Fatores comportamentais.....	23
6. Fatores não térmicos.....	25
7. Modelo de avaliação do conforto térmico de Fanger.....	25
8. Conhecimento científico	31
9. Enquadramento legal e normativo	34
CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS.....	38
1 - Introdução.....	38
2 - Objetivos	45
2.1. Objetivos gerais.....	45
2.2. Objetivos Específicos.....	45
3 - Metodologia adotada.....	45

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO	50
1. Informação de entrada e amostra selecionada	50
2. Tratamento e análise de dados.....	56
3. Discussão dos resultados	65
4. Conclusões e perspectivas futuras.....	70
Anexo A	77
A – QUESTIONÁRIO DE AMBIENTE TÉRMICO.....	77
A – Questionário de ambiente térmico.....	78
Anexo B.....	82
B – Resultados das medições em campo	82
B – Resultados das medições em campo	83

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1 – Ciclo da temperatura humana média do dia.....	9
Figura 1.2 - Esquema representativo da termorregulação segundo Gradjean.....	10
Figura 1.3 - Representação esquemática da fisiologia humana e a trocas térmicas. ...	12
Figura 1.4 - Representação esquemática da transferência de calor por condução.	15
Figura 1.5 - Representação das correntes convectivas num fluido.	16
Figura 1.6 - Sistema endócrino - hipotálamo e hipófise.....	19
Figura 1.7 - Esquema representativo dos mecanismos de regulação de temperatura, sendo (a) termorreceptores periféricos e (b) Termorreceptores centrais. A linha tracejada representa a via hormonal da medula adrenal, esta via é de importância reduzida nos adultos. As linhas sólidas representam as vias neuronais.....	20
Figura 1.8 - Esquema representativo das trocas de calor entre o meio ambiente e o corpo humano.....	22
Figura 1.9 - Índice PPD em função do índice PMV.	30
Figura 2.1 - Estação climática utilizada nas medições.	39
Figura 2.2 – Instrumentos para medição de parâmetros ambientais.	40
Figura 2.3 – Instrumentos de medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico. A - Termoanemómetro. B - Data logger.....	41
Figura 2.4 – Vista em planta da sala cirúrgica dividida em 2 regiões.	44
Figura 2.5 – Vista da divisão da sala operatória em 2 regiões à esquerda. Mobiliário da sala estudada à direita.....	48
Figura 3.1 Vestuário obrigatório na sala operatória na qual foi realizado o estudo.....	54
Figura 3.2. A - Roupas utilizadas no BO. B – Bata térmica utilizada pelo cirurgião, ajudante cirurgião e instrumentista na mesa cirúrgica.	55
Figura 3.3 – Planta da sala dividida em 5 zonas de medição e localização dos membros da equipa cirúrgica.....	57
Figura 3.4 – A - Caracterização de zonas. B – PMV calculado na zona.	60
Figura 3.5 – PMV calculado por regiões mais importantes.....	61
Figura 3.6 - Divisão das regiões (Azul – Região 1; Amarelo – Região 2)	61
Figura 3.7 – PMV região com caracterização da amostra.....	62
Figura 3.8 – PMV região com dados calculados com questionário.	64
Figura 3.9 – PMV região com média e intervalos de confiança.	65
Figura 3.10 – PMV_ Bruto com região tipo.	67
Figura 3.11 – PMV_ médio com Derivado de PMV_ médio com região tipo.	68

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Fatores não térmicos que influenciam o sistema termorregulador.....	25
Tabela 2- Escala de sete pontos da sensação térmica e respetivo valor de PPD..	29
Tabela 3 – Condições recomendadas para o ar interior em sala operatória.....	34
Tabela 4- Várias normas aplicadas aos ambientes térmicos moderados: Norma internacional	35
Tabela 5– Variáveis experimentais da sala de operações estudada.	42
Tabela 6-- Valores de resistência de roupa e nível de atividade para os membros da equipa cirúrgica.	56
Tabela 7 – Escala de sete pontos.	57
Tabela 8 – Média dos valores ambientais nas 5 zonas na sala de operações.	59
Tabela 9 - Valores de isolamento do vestuário, metabolismo e nível de atividade para os membros da equipa cirúrgica.	59

LISTA DE ABREVIATURAS

ACSS - Administração Central do Sistema de Saúde

ADU - Superfície corporal

AMV - Actual mean vote (O real voto médio)

ASHRAE - Associação Americana de Aquecimento Refrigeração e Ar Condicionado (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning)

AVAC - Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado

BO - Bloco Operatório

CFD - Dinâmica de fluidos computacional (Computational Fluid Dynamics)

Cm - Centímetros, unidade derivada do metro, medida comprimento

°C - Graus Celsius, unidade de medida da temperatura

DGS - Direção Geral de Saúde

D.P - Desvio Padrão

H₀ - Hipótese nula

H₁ - Hipótese alternativa

HR - Humidade Relativa

ICI - Isolamento do Vestuário

IEFP - Instituto de Emprego e Formação Profissional

ISO - Internacional Organization for Standardization

Kg - Quilo, unidade do Sistema Internacional do peso

m² - Metro quadrado, unidade deriva do Sistema Internacional para áreas

Máx - Máximo

Mc - Massa corporal

Met – Unidade de metabolismo

Min - Mínimo

m/s - Metro por segundo, unidade de velocidade do Sistema Internacional

p - Probabilidade de ocorrência de um determinado evento de forma casual

PIB - Produto Interno Bruto

PMV - Voto médio previsível (Predicted Mean Vote)

PPD - Percentagem estimada de insatisfeitos (Predicted Percentage of Dissatisfied).

PIB - Produto Interno Bruto

SIGIC - Sistema Integrado de Gestão de Inscritos para Cirurgia

SPA - Sociedade Portuguesa de Anestesiologista

SNC - Sistema Nervoso Central

SPSS - Statistic Package for the Social Sciences

T_a - Temperatura do ar

T_g - Temperatura do Globo

W/m² - Watt por metro quadrado, taxa de metabolismo

W - Watt, unidade de medida do metabolismo

UCI – Unidade de Cuidados Intensivos

V_a - Velocidade do ar

NOMENCLATURA

AD - Área superficial de Dubois (m^2)

C - Calor perdido por convecção (W)

C - Capacidade calorífica W/m^2

E - Energia

Ev - Calor perdido por evaporação (W)

H - Altura do corpo (m)

K - Calor perdido por condução (W)

k - Coeficiente de transferência de calor por condução W/sm^2

M - Energia gerada pelo organismo (W)

p - Pressão (Pa)

P - Peso do corpo (kg)

R - Calor perdido por radiação (W)

Re - Número de Reynolds (adimensional)

W – Trabalho externo (W)

T - Temperatura $^{\circ}C$

t - Tempo s

Ta - Temperatura do ar $^{\circ}C$

Tr - Temperatura média radiante $^{\circ}C$

GLOSSÁRIO

Ambulatório - Unidade destinada à prestação de assistência em regime de não internamento.

Área - Ambiente aberto, sem paredes num ou mais de um dos lados.

Área limpa – Espaço para montagem de produtos ou cuidados de saúde em que o pó, sujidade, partículas transportadas pelo ar e a qualidade do ar em geral são fatores críticos. Estas áreas têm normalmente sistemas para prevenir a acumulação de poeiras; precipitadores ou filtros de ar; etc.

Área estéril – Área isenta ou com um número muito reduzido de microrganismos viáveis.

Carga microbiana – População de microrganismos viáveis num produto e/ou embalagem [def. segundo NP EN 1174:1999].

Classe bacteriológica - Concentração máxima de unidades formadoras de colónias existente num metro cúbico de ar.

Classe de limpeza – Classificação que mede a quantidade de microrganismos e partículas presentes num ambiente considerado como área limpa.

Eficiência de ventilação – Capacidade para remover um dado contaminante até um limite (classe) de limpeza desejado.

Estéril - Condição de um dispositivo médico que está isento de microrganismos viáveis (definição segundo NP EN 556).

Esterilização - Redução da **taxa de contaminação**.

Fan coil unidade (fcu) - tem um dispositivo simples que consiste de um aquecimento ou arrefecimento da bobina e fanit faz parte de um sistema de climatização encontradas em edifícios residenciais, comercial, e edifícios industriais. Normalmente a bobina do ventilador da unidade não está conectado toductwork, e é usado para controlar a temperatura no espaço onde ele está instalado, ou servir vários espaços.

Infeção hospitalar – ver infeção nosocomial.

Infeção nosocomial - Infeção adquirida durante o internamento que não estava presente ou em incubação à data da admissão do paciente na unidade hospitalar. As infeções que ocorrem além de 48 horas após a admissão são também consideradas nosocomiais.

Nível de alerta – Nível de contaminação biológica próximo do limite de perigo pré-definido e que requer maior atenção.

Norma - Modelo ou Padrão - Aquilo que se estabelece como base ou unidade para a realização ou avaliação de alguma coisa.

Normalização - Atividade que visa a elaboração de padrões, através do consenso entre produtores, prestadores de serviços, consumidores e entidades governamentais.

Renovação de ar – Diz-se quando um dado volume de ar exterior (novo), equivalente ao volume da sala, é insuflado ou extraído de uma sala ou espaço.

Sala branca - Uma sala “branca” representa uma sala na qual a contaminação (de partículas, microbiológica ou química) é mantida sobre controlo dentro de certos limites aceitáveis conforme o tipo de atividade prevista. Estas salas são também designadas como “Salas limpas” ou, ainda, por “Zonas com controlo de poeiras” ou “Salas de Contaminação Controlada”.

Sala limpa – definição NF ISO 14644 - sala na qual a concentração das partículas em suspensão (no ar) está sujeita a controlo constante e é constituída e utilizada de modo a minimizar a introdução, produção e a retenção de partículas no seu interior, bem como o controle dos parâmetros temperatura, humidade e pressão conforme as necessidades.

Unidade - conjunto de ambientes fisicamente agrupados, onde são executadas atividades afins.

Valor D – tempo, em minutos, necessário para reduzir a população microbiana em 90%.

Vasoconstrição - é o processo de contração dos vasos sanguíneos, em consequência da contração do músculo liso presente na parede desses mesmos vasos.

Vasodilatação - é o processo de dilatação dos vasos sanguíneos, em consequência do relaxamento do músculo liso presente na parede desses mesmos vasos.

Ventilação mecânica - na medicina é o método de substituição da ventilação normal. A ventilação mecânica pode salvar vidas e é usada na ressuscitação cardiopulmonar, medicina de tratamento intensivo, e anestesia. Em muitas situações o organismo é incapaz de manter o ciclo respiratório, que é representado pelo processo de inspiração e expiração. Dentro dos pulmões o oxigênio é transportado dos alvéolos para as hemácias, presentes nos capilares pulmonares, através da difusão.

Ventilador mecânico - Muitas vezes, quando a pessoa está na UCI, ela faz uso de um aparelho para respirar. Isso acontece quando faz uma cirurgia grande, quando sofre um acidente ou quando não tem forças para respirar sozinho. Ligado diretamente aos pulmões do paciente através de um tubo inserido na boca, tubo oro-traqueal, ou no pescoço, traqueostomia. O ventilador controla a quantidade e a qualidade do ar que entra e que sai dos pulmões.

CAPÍTULO 1 - ENQUADRAMENTO TEÓRICO

1. Introdução

A presente dissertação de mestrado foi realizada como cumprimento dos requisitos para a conclusão do Mestrado em Engenharia Humana da Universidade do Minho.

Na escolha deste tema “ Níveis de conforto térmico para os utilizadores de salas operatórias”, o autor foi influenciado pelo ambiente térmico também devido, essencialmente, ao facto de ser o local em que trabalha, que é o Bloco Operatório.

Desde o início que com a preocupação da influência e da interferência do ar em salas operatórias se assume na ocorrência do conforto e no ambiente térmico até ao momento em que surgem as denominadas salas “limpas”, assim como na caracterização do bloco operatório, assim como nas suas condições interiores que são essencialmente a nível térmico, e que constituem a primeira parte do estado da arte que se complementa com o estudo da aplicação de um questionário e o estudo do conforto para os utilizadores da sala de operações e sobre a ventilação das mesmas salas, concluindo-se contudo com a eventual comparação entre as diferentes variáveis ambientais e humanas. (Santos, 2009).

A organização e estruturação deste trabalho divide-se em 3 capítulos. O primeiro capítulo, denomina-se o enquadramento teórico e tem 9 secções.

Seguidamente o segundo capítulo que são os objetivos, materiais e métodos, que se encontra dividido em 3 secções.

Relativamente ao terceiro capítulo que é o desenvolvimento do estudo, divide-se em 4 secções.

No capítulo 1, faz-se a introdução, o estado da arte com o conhecimento científico e o enquadramento legal e normativo.

Quanto ao capítulo 2 definem-se os objetivos gerais e específicos e a metodologia seguida de estudo e os materiais que foram adotados e definidos.

No capítulo 3 faz-se uma abordagem da amostra selecionada e informação de entrada, o tratamento e a análise dos dados que foram obtidos

estatisticamente, e seguidamente procede-se à discussão dos resultados alcançados, e por fim às principais conclusões e desenvolvimento de perspetivas para futuro mediante a análise dos resultados que foram conseguidos.

A segurança do doente é um termo cada vez mais comum nas instituições de saúde e apresenta-se como uma componente estruturante e uma variável incontornável na prestação de cuidados e na qualidade em saúde.

Esta é uma prática complexa, interdisciplinar, com forte dependência da atuação individualizada, onde os fatores da equipa e os fatores organizacionais desempenham um papel fundamental e à medida que as instituições se esforçam por melhorar a qualidade dos cuidados prestados é cada vez mais reconhecida a necessidade de aferir a cultura de segurança no seio das mesmas.

Começa-se por introduzir a temática do ambiente térmico, as equipas operatórias e análise dos postos de trabalho, assim como uma breve caracterização do bloco operatório. De seguida faz-se referência à complexidade das tarefas e procedimentos que caracterizam a atividade profissional no bloco operatório.

Seguidamente é descrita a metodologia utilizada sobre a temática do conforto e desconforto em ambiente térmico, onde se cruzaram a pesquisa bibliográfica, a internet com a consulta de artigos e livros e avaliações experimentais no terreno que foram efetuadas com equipamento técnico e específico, nomeadamente a estação climática *Brüel & Kjaer*. Para a aquisição de dados relativos à velocidade do ar e humidade relativa foi utilizado um aparelho *data logger* da marca Testo 445. Assim também como o tratamento estatístico dos dados e o uso do sistema informático para desenvolver, e concluir em parte este estudo.

Finalmente são expostos e exemplificados os resultados obtidos dos questionários e da recolha de dados físicos na sala operatória, com a sua discussão e conclusões mais relevantes relativas ao trabalho desenvolvido acerca do contributo para o conhecimento e para o desenvolvimento de soluções mais eficientes e eficazes da temática, conforto em salas operatórias, e por último são abordadas quais as perspetivas futuras. São ainda indicadas as principais limitações deste estudo.

2. Estado da arte

A investigação qualitativa na generalidade não tem início, com uma revisão extensiva da literatura. Os investigadores qualitativos são mais puristas e argumentam que nenhuma revisão deve efetuar-se antes de qualquer pesquisa. Mas apesar de tudo, outros argumentam que ajuda no entanto a focalizar o estudo (Streubert, 2006) (Fortin, 1999). Considera que, a revisão da literatura é um procedimento que possibilita a limitação do domínio da investigação, permitindo fazer o enquadramento teórico do tema, dando-nos a conhecer múltiplos trabalhos, sobre a mesma temática, evidenciando-se o que é conhecido, do que realmente falta conhecer e os elementos que são comuns e aqueles que são divergentes.

Entendemos ser pertinente, para enquadrar e delimitar o domínio do tema em que se baseia o nosso estudo, efetuar uma revisão antecedente da bibliografia e comparar os resultados com o contexto do que já é do nosso conhecimento. (Streubert, 2006).

Avaliar o ambiente térmico em contexto ocupacional é extremamente importante, visto que possibilita a criação de condições mais favoráveis e adequadas, em termos de saúde e de conforto, para os trabalhadores no desempenho das suas funções.

Segundo (Freitas, 2011), esta avaliação deve ter em consideração o processo produtivo, os métodos de trabalho utilizados e a carga física e mental a que os trabalhadores estão sujeitos. Inadequadas condições de conforto térmico em edifícios, conduzem a uma baixa eficiência de trabalho e a uma maior possibilidade de o trabalhador cometer erros. A configuração correta dos parâmetros de conforto térmico pode proporcionar um ambiente adequado para o pessoal.

Uma melhor utilização do aquecimento e do sistema de refrigeração, bem como o reconhecimento dos problemas existentes nos edifícios a nível térmico, podem ajudar a melhorar o conforto térmico do local em estudo. Um sistema de ar condicionado adequado, que possa fornecer um desejado grau de conforto térmico em ambiente de trabalho, tem sido considerado como uma boa solução por especialistas competentes. A fim de avaliar o conforto térmico dentro de um

espaço e quantificar o seu valor, vários índices térmicos podem ser usados. Entre eles, o Voto Médio Previsível (PMV) / (PPD) Percentagem de Pessoas Insatisfeitas, são os mais aplicáveis. Os índices PMV / PPD são descritos pela norma ISO 7730:2006 (ISO, 2006) (Pourshaghaghay & Omidvari, 2012).

Uma sala de operações é um lugar específico dentro de um hospital. Uma cirurgia realizada é um procedimento invasivo, onde o estrito cumprimento das instruções e o uso prudente das condições técnicas e assépticas são muito importantes para a saúde e a vida de um paciente. Assim, é necessário criar as condições térmicas adequadas de uma sala de operações, que possam garantir o conforto e a segurança de um paciente. Ao mesmo tempo, estas condições têm de assegurar que a cirurgia seja corretamente realizada, o que pressupõe um adequado estado físico e mental do cirurgião (Zwolińska & Bogdan, 2012).

Com base nas experiências realizadas por (Zwolińska & Bogdan, 2012), verificou-se que o isolamento térmico do cirurgião, com determinados conjuntos de vestuário, é semelhante ao isolamento térmico da roupa usada num clima frio (em conformidade com a norma EN 342:2004). Deve também notar-se que o vestuário médico é caracterizado por uma elevada resistência ao fluxo de água, o que pode provocar desconforto térmico, devido à dificuldade de evaporação do suor. As experiências laboratoriais foram conduzidas para determinar o nível de desconforto térmico experimentado pelos cirurgiões como resultado de todos os fatores acima mencionados, ou seja, alta taxa metabólica, trabalho num ambiente térmico desfavorável e uso de roupas caracterizadas pelo elevado isolamento e resistência ao fluxo de água. O objetivo do estudo foi avaliar a influência de roupas médicas em parâmetros fisiológicos do corpo humano (Zwolińska & Bogdan, 2012).

Além disso, é um ponto de debate que a memória de conforto térmico ou desconforto durante a cirurgia tem um efeito na satisfação geral do paciente com tratamento cirúrgico. O efeito combinado do ambiente térmico externo e do calor metabólico interno pode conduzir a uma situação de desconforto térmico. Frio é uma sensação desconfortável que pode aumentar a agitação, agravar a dor, causar tremores, falta de atenção, tensão muscular e articular, e diminuir a satisfação geral do paciente. O uso de dispositivos de aquecimento ativos pode evitar a hipotermia de forma mais eficaz do que revestimentos passivos.

Para prevenir o risco térmico do paciente nas salas de operações, a temperatura não deve ser inferior a 21 ° C, nem uma temperatura acima de 23 ° C. São desejáveis temperaturas do ar interior entre 20 e 24 ° C de acordo com as normas internacionais, mas o uso de temperaturas inferiores ou superiores é aceitável quando o conforto do paciente e/ou bem-estar da equipa médica requererem essas condições.

Pode dizer-se que o conforto térmico, como parâmetro de qualidade do ar interior no hospital, afeta as condições de trabalho, bem-estar, segurança e saúde do pessoal médico que trabalha nesses ambientes.

Utilizando uma metodologia em que apenas se considerem as temperaturas, leva, muitas vezes, a um sistema incapaz de satisfazer as necessidades do paciente e do pessoal utilizador da sala de operações (Khodakarami & Nasrollahi, 2012).

Um ambiente térmico desconfortável pode acarretar alterações funcionais que podem afetar todo o corpo. Ambientes térmicos quentes podem conduzir a fadiga e a sonolência, à redução da boa forma física e ao aumento da probabilidade de erros. Por outro lado, ambientes térmicos frios podem induzir a agitação, o que, por sua vez, reduz a atenção e a concentração, especialmente em tarefas mentais (Grandjean & Kroemer, 1997).

Tendo em consideração o atrás exposto, torna-se relevante avaliar qual a influência do ambiente térmico, em contexto ocupacional, numa sala de operações no que diz respeito ao conforto e sensações térmicas., Este trabalho foi, por conseguinte, desenvolvido no sentido de avaliar esta relação, usando como amostra pessoas que trabalham num bloco operatório. Deste modo, foram elaborados questionários que permitiram avaliar a sensação térmica dos intervenientes, assim como, obter informação sobre a sua idade, peso, género e, sobretudo, acerca do vestuário utilizado dentro do espaço operatório.

Paralelamente, foram efetuadas medições dos parâmetros climáticos e individuais relevantes para a quantificação do ambiente térmico nos locais de trabalho e realizados testes para avaliar o desempenho cognitivo dos intervenientes.

São múltiplas as atividades desempenhadas pelo homem diariamente, sendo na sua maioria realizadas em ambientes fechados por motivo das exigências modernas. Na realidade aproxima-se de 90% o tempo que as pessoas passam dentro dos edifícios nos países industrializados, sendo eles, fábricas, salas de aula e escritórios (Höppe & Martinac, 1998) e hospitais, nomeadamente salas operatórias. O tempo e o clima são como o resultado de uma reciprocidade de variáveis, que podem converter-se em condicionantes das atividades humanas, chegando mesmo a interferir no bem-estar e na capacidade produtiva, assim como mental e física da população ativa. Estes factos manifestam-se importantes não só no espaço exterior mas também no interior, visto que as variáveis que influenciam o ser humano permanecem as mesmas (Taylor, 2006).

Os ambientes interiores têm características diversificadas, que geram, por vezes, situações de risco por configurarem condições adversas. O ser humano possui capacidade para se adaptar a estes ambientes, provocando contudo desconforto e distrações que levam a uma baixa no desempenho físico e psicológico, assim como a momentos de fadiga e irritabilidade (Parsons, 2003). As condições extremas de temperatura e humidade prejudicam a realização de atividades laborais e assim como intelectuais. No entanto o ser humano possui uma enorme capacidade de se adaptar inclusive a ambientes extremos e desfavoráveis. Todos eles testam transformações patológicas e fisiológicas como resultado das adaptações aos limites que são impostos pelas condições climáticas, e também as, diferentes sensações que o seu organismo tem de resistir.

As capacidades humanas de suportar o calor são diferenciadas de individuo para individuo, do mesmo modo o desconforto térmico, tanto por temperaturas altas como por temperaturas baixas. A partir de determinados limiares manifesta-se sob a forma de perigo dado que o ser humano para preservar a sua saúde física deve manter a temperatura interna do corpo dentro de limites bastante rigorosos, independentemente das alterações que se possam verificar no meio envolvente (Taylor, 2006).

No entanto, no intervalo de temperaturas entre 25°C e 32°C, o desempenho humano diminui com o aumento da temperatura (Alfano d'Ambrosio, Palella, &

Riccio, 2011). No entanto, apesar da sua enorme adaptabilidade, o organismo não consegue manter a homeotermia constante em alguns ambientes, podendo, em algumas circunstâncias, provocar múltiplas alterações, eventualmente com gravidade, no equilíbrio fisiológico.

Perante este problema, e tendo em atenção o instinto que o ser humano possui em se resguardar das condições desfavoráveis, vem-se verificando uma crescente preocupação nas condições de higiene assim como na segurança e no conforto que estão associados à sua atividade. Constata-se o entendimento dos fatores ambientais em redor do Homem, nomeadamente a sua influência na saúde, assim como a possibilidade da antevisão dos possíveis efeitos nocivos do meio e a respetiva ação de prevenção.

A ideia de conforto térmico é ambígua, resultando de um processo cognitivo que envolve múltiplos parâmetros, que são influenciados por fatores físicos, fisiológicos e psicológicos, entre outros (Fanger, 2001; Miguel, 2014). Podemos dizer que o conforto térmico é a condição mental sob a qual expressamos a nossa satisfação em relação ao ambiente térmico (ASHRAE, 2004). Perante o conhecimento atual das coisas ainda não existe a possibilidade de prever com rigor a sensação térmica de cada pessoa face à ambiguidade dos elementos individuais.

A existência de múltiplos índices que caracterizam o ambiente térmico implica objetivos diferentes. Como exemplos, citam-se o WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), a temperatura operativa, a sudação requerida e o PMV/PPD já referido. Cada índice tem em conta alguns fatores no seu cálculo, sendo por isso mais indicado para algumas situações. O WBGT, tal como a sudação requerida, são mais recomendados para ambientes quentes, avaliando-se assim o risco de exposição a esse ambiente que é adverso. Por sua vez, o PMV/PPD e a temperatura operativa são mais adequados à caracterização de situações de conforto térmico.

Para o Homem se manter termicamente confortável tem vindo a utilizar diversos métodos, desde uma simples fogueira/lareira ou uma simples mudança de roupa, até aos mais modernos sistemas de Aquecimento, Ventilação e Ar Condicionado (AVAC).

A avaliação do conforto leva-nos a que exista um modelo físico, que é um fator condicionante e que exige gastos elevados, obrigando-nos a ter disponível um laboratório, mas também à reconstrução de múltiplos modelos físicos. Estes sistemas e equipamentos artificiais de climatização são os principais responsáveis pela maior percentagem da fatia do consumo energético imputada aos edifícios (Balaras,2007).

Atualmente é possível com a tecnologia dos computadores e devido à sua evolução, utilizar métodos computacionais para efetuar simulações do ambiente térmico do local que nos propomos projetar, mas também de sistemas AVAC no que se refere aos campos de fluxos de velocidades, distribuição da temperatura, perante a proximidade do corpo humano, inovando-se assim na forma de projetar estes sistemas. Isto leva-nos à obtenção de uma maior eficiência e à diminuição de custos em ambiente operatório, visto também ser a ventilação de um hospital e nomeadamente o espaço referido um dos custos a ter em conta na gestão hospitalar.

A importância do estudo do ambiente térmico, assim como as potencialidades deste método, tornam-se importantes para a criação de uma ligação entre os dois domínios, contribuindo assim para uma maior eficiência das metodologias computacionais e para a avaliação das condições de trabalho.

Para existir vida exige-se como é evidente uma fonte de energia, sendo esta obtida através da decomposição dos alimentos por intermédio de reações químicas. A energia libertada pela clivagem das moléculas emana calor e uma percentagem de cerca de 40% é usada para produzir trabalho, sendo designada por calor metabólico (Widmaier et al., 2004).

O calor que tem proveniência nos processos metabólicos da respiração celular é por sistema transmitido por condução para todas as células adjacentes e por conseguinte através do sangue a todo o corpo.

Os seres humanos são homeotérmicos e por isso procuram manter o corpo a uma temperatura próxima de 37°C, a qual pode variar ao longo do dia. Um aumento de alguns graus a partir deste valor pode ter consequências graves. A temperatura do corpo humano será, por isso, enormemente afetada pela

temperatura de líquidos ou sólidos que o rodeiam assim como estes podem influenciar a transferência de calor para o corpo (Parsons, 2003).

Além da influência da temperatura do ar sobre a temperatura do corpo humano existe também uma influência da temperatura radiante. O calor é trocado por radiação entre todos os corpos, e há um fluxo de calor a partir de um corpo quente para um corpo frio cujo valor é proporcional à 4ª potência da diferença entre as temperaturas absolutas dos dois corpos.

Na Figura 1.1, pode observar-se a variação média da temperatura do corpo humano durante o dia. Excluem-se, no entanto, pequenas variações na temperatura que provocadas pelo exercício físico, pela alimentação e por outras atividades.

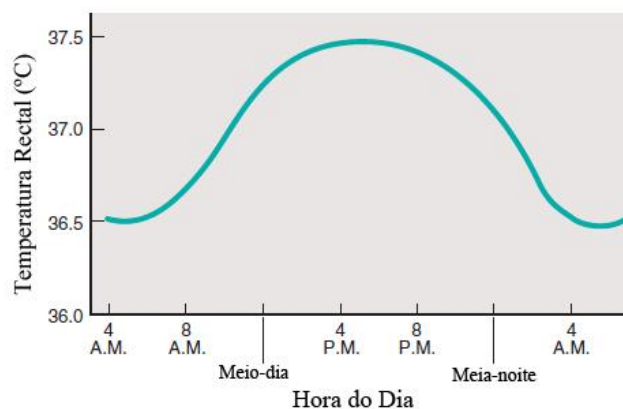


Figura 1.1 – Ciclo da temperatura humana média do dia. Adaptado de (Widmaier et al.,2004) por (N. J. O. Rodrigues, 20011).

A temperatura seca, temperatura radiante, humidade relativa e a velocidade do ar são as 4 variáveis ambientais que afetam a resposta humana a ambientes térmicos. A estas variáveis, associam-se o calor metabólico gerado pela atividade humana e o vestuário, constituindo, assim, as 6 variáveis definidoras do ambiente térmico ocupacional.

3. Termorregulação

Para a temperatura se manter constante, deve o calor produzido pelo organismo ser eliminado para o exterior em igual proporção, conseguindo assim manter-se um estado de equilíbrio ou seja homeotermia.

Qualquer fator, que contribua para alterar o equilíbrio térmico, deverá ser repostado para que o balanço se mantenha, podendo essa medida compensatória advir de respostas tanto autónomas como comportamentais. (N. J. de O. Rodrigues, 2011). A Figura 1.2 representa os mecanismos básicos de termorregulação.

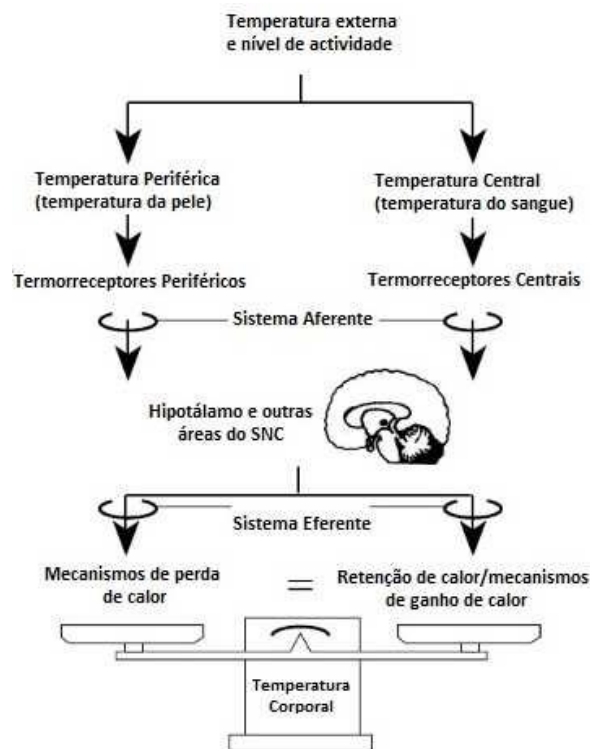


Figura 1.2 - Esquema representativo da termorregulação segundo Gradjean. Adaptado por Mondelo (1999).

A temperatura cutânea, ao contrário da temperatura central, aumenta e diminui consoante a temperatura do meio ambiente. Essa temperatura que é importante quando nos referimos á capacidade da pele perder calor para o meio ambiente.

Na temperatura central normal, nenhum nível isolado de temperatura pode ser considerado normal, visto que as medidas efetuadas em muitas pessoas normais mostraram uma faixa de temperaturas normais, desde menos de 36°C até mais de 37,5°C. Quando medidos no reto, os valores são aproximadamente 0,6°C maior que as temperaturas orais.

Normalmente, a temperatura média situa-se entre 36,7°C e 37°C, quando a medição é efetuada na boca.

A temperatura do corpo pode variar ligeiramente com o exercício e com extremos de temperatura do meio ambiente. Quando o corpo produz calor excessivo durante o exercício intenso, a temperatura retal pode aumentar para 38,3°C a 40°C. Por sua vez, quando o corpo fica exposto ao frio, a temperatura retal quase sempre pode baixar para valores inferiores a 36,6°C (Guyton, A. C., Hall, 2000).

Sendo por isso a temperatura corporal controlada pelo equilíbrio entre a produção e a perda de calor.

Quando a intensidade da produção de calor no organismo é maior do que a da sua perda, seguramente que o calor aumenta no organismo, e verifica-se assim a elevação da temperatura corporal.

Por outro lado, quando a perda de calor é maior, tanto o calor quanto a temperatura corporal diminuem.

A produção de calor é um dos principais subprodutos do metabolismo. Verificamos que no metabolismo corporal foram discutidos os diferentes fatores que determinam a intensidade da produção de calor.

A pele, os tecidos subcutâneos e a gordura dos nossos tecidos subcutâneos formam o isolamento térmico do próprio organismo. A gordura é particularmente importante, pois só conduz um terço do calor conduzido por outros tecidos. Quando não há fluxo sanguíneo dos órgãos internos aquecidos para a pele, as propriedades isolantes do corpo masculino normal são aproximadamente iguais a três quartos das de um fato comum. Nas mulheres, esse isolamento é ainda melhor.

O isolamento sob a pele constitui um meio eficaz para manter a temperatura interna normal, embora permita que a temperatura da pele se aproxime da do meio ambiente.(Guyton, A. C., Hall, 2000).

Com efeito as mudanças da temperatura ambiental sobre a condução térmica do centro do corpo para a superfície cutânea é regularizado e normalizado entre o estado de vasoconstrição total e o estado de vasodilatação total.

Por conseguinte, a pele evidencia-se como um eficaz sistema "radiador", e o fluxo de sangue para a pele representa um mecanismo de grande eficácia para a transferência de calor das porções internas do corpo para a pele. (Guyton, A. C., Hall, 2000).

A física básica do mecanismo da perda de calor pela superfície cutânea. Existindo no entanto vários métodos pelos quais o calor é perdido pela pele para o meio ambiente e que estão ilustrados na Figura 1.3 (Guyton, A. C., Hall, 2000).

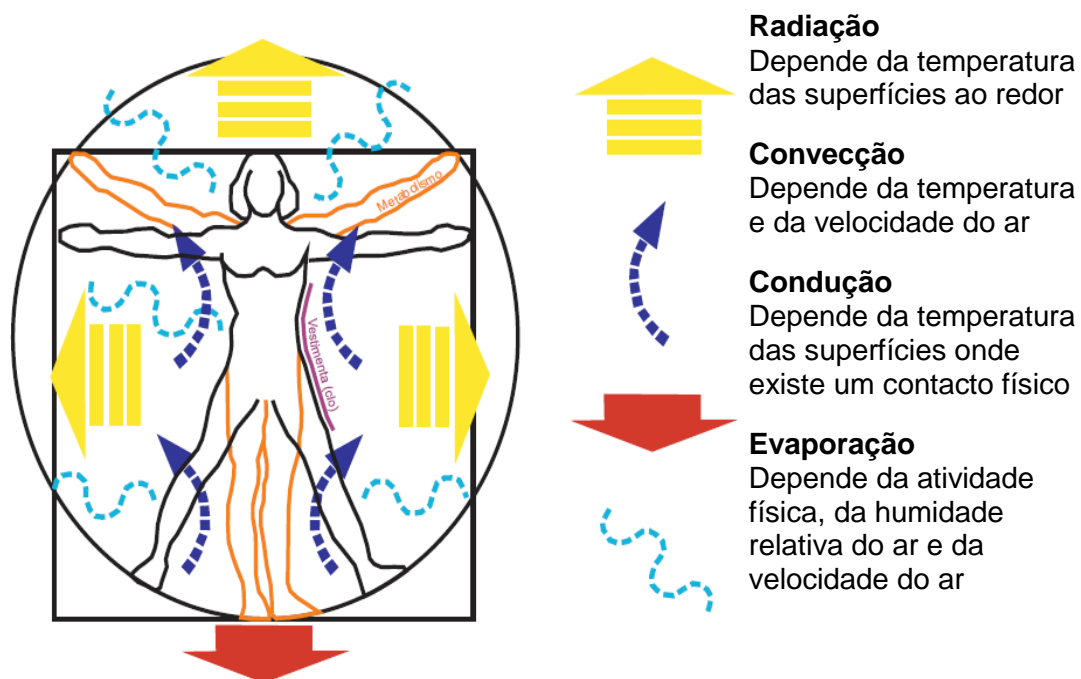


Figura 1.3 - Representação esquemática da fisiologia humana e a trocas térmicas. Fonte: Lamberts, 2013.

A variação térmica circadiana é um fenómeno natural e geralmente não ultrapassa os 0.6°C (1°F). No entanto a temperatura corporal é muito mais baixa pela manhã, aumenta ao longo do dia e volta a descer pelo início da noite.

O **equilíbrio térmico** é conseguido através do balanço entre a perda e a produção ou aquisição de calor. Seguidamente serão abordados os mecanismos físicos e fisiológicos que contribuem para este equilíbrio.

Os mecanismos físicos de transferência de calor, assim como a energia térmica podem ser absorvida a partir do meio externo ou dissipada para o mesmo consoante o gradiente térmico positivo ou negativo. Os principais mecanismos

implicados nessa transferência de calor são a radiação, a condução e a convecção.

A **radiação térmica** é uma forma de energia que faz a sua propagação através de ondas eletromagnéticas, sendo estas ondas originadas através da vibração das partículas. Por isso qualquer matéria que esteja acima do zero absoluto faz emissão de radiação, estando a temperatura ligada à cinética das partículas. Sendo que a energia emitida pela radiação é mais elevada consoante mais alta for a temperatura do corpo. De forma idêntica a outras formas de difusão de energia, existe um fluxo térmico por radiação entre os corpos que se encontram a temperaturas diferentes. Sendo o calor trocado entre corpos que estejam em “contacto visual” (interdependência de Helmholtz), sendo o calor emitido em função da diferença da quarta potência das temperaturas dos respetivos corpos. No entanto o calor radiante é cedido dos corpos mais quentes para os corpos mais frios até encontrar o equilíbrio térmico. A lei de Kirchhoff designa que a emissividade de um corpo iguala a sua absorção.

Relativamente ao ambiente térmico, utiliza-se uma média ponderada da temperatura radiante como forma de simplificar o fenómeno da transferência de calor por meio da radiação (temperatura radiante média). A temperatura radiante média é determinada como sendo a temperatura de um invólucro preto uniforme, que troca a mesma quantidade de radiação térmica com o mesmo ocupante do recinto atual (ASHRAE, 2004).

Em termos de ambiente térmico, a radiação térmica é importante, pois o corpo humano perde calor por este meio com os corpos que tenham uma temperatura diferente deste e que se encontrem no seu campo visual (Figura 4).

Em qualquer ambiente haverá trocas contínuas de energia, reflexões, as absorções, e assim como pessoa se move em torno de um quarto, o ambiente de iluminação (e radiação térmica) pode-se alterar. Em qualquer ponto no espaço, em certa medida, existe um ambiente de radiação único. (Parsons, 2003).

(McIntyre, 1980) descreve o conceito do campo de radiação. Em qualquer ponto de um campo de radiação, haverá uma troca dinâmica (por exemplo, no tempo e no sentido) de energia (calor) por radiação. O campo geral da radiação,

numa sala, por exemplo, pode ser definido em termos de transferência de calor ou, mais convenientemente, em termos de temperaturas radiantes, na avaliação de seres humanos em ambientes térmicos é a troca da radiação, no posicionamento da pessoa no campo de radiação, que é importante (Parsons, 2003).

Duas temperaturas radiantes são comumente usadas para resumir a troca de calor radiante entre o corpo humano e o ambiente. A temperatura radiante média, que fornece um valor médio global da temperatura radiante e plano, o que proporciona informações relativas a direção de troca radiante (e se medido em diferentes direções pode dar variações de direção sobre a temperatura radiante média) (Parsons, 2003).

Os dispositivos da perda de calor pelo nosso corpo em quantidades mínimas de calor são usualmente perdidas pelo corpo por condução direta a partir da superfície do corpo para outros objetos, tais como uma cadeira ou uma cama. A perda de calor por condução para o ar representa uma proporção mensurável da perda térmica do organismo, até mesmo em condições normais. Convém lembrar que o calor representa, na verdade, a energia cinética do movimento molecular e que as moléculas que formam a pele estão sofrendo continuamente movimento vibratório. Grande parte da energia desse movimento pode ser transferida para o ar se este for mais frio do que a pele, aumentando, assim, a velocidade do movimento das moléculas de ar (Guyton, A. C., Hall, 2000).

A **condução térmica** é a propagação de calor entre dois corpos que estejam em contacto direto que devido a um gradiente de calor com o objetivo de atingir o equilíbrio térmico. O calor é por sua vez efetuada a sua transferência devido à colisão entre moléculas que possuem diferentes estados cinéticos. Sendo por isso uma molécula mais quente, e por consequência com maior energia cinética que será transferida parte dessa energia ao colidir com outras moléculas que sejam mais lentas. A condução dá-se em todas as formas de matéria que estejam em contacto eventual, quer estes sejam sólidos, líquidos ou gasosos.

Em termos de ambiente térmico, a condução é muito importante, visto que o corpo humano perde ou ganha calor por condução com o meio que contacta e está inserido.(N. J. de O. Rodrigues, 2011).

A condução é um mecanismo auto - limitado (existe apenas até ao momento em que as moléculas possuam uma energia cinética equivalente (Figura 1.4)), no entanto se o ar adjacente ao corpo for removido e substituído por um ar renovado, o equilíbrio jamais será atingido visto que a transferência de calor pelo meio de correntes de ar é a chamada de convecção. Por isso quanto maior seja a velocidade das correntes de ar, maior a necessidade de renovação do ar adjacente ao corpo, que por conseguinte maior será a amplitude da transferência de calor.

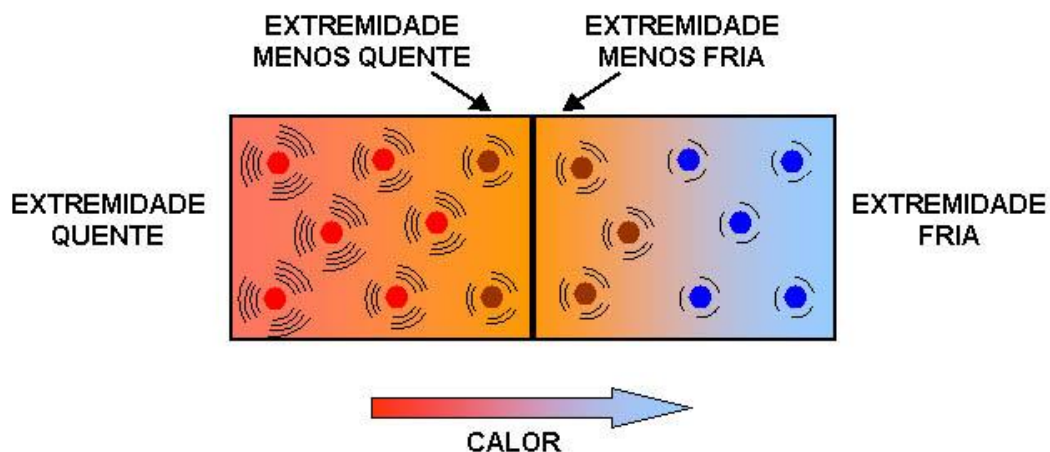


Figura 1.4 – Representação esquemática da transferência de calor por condução. Fonte: interferenciafisica.blogspot.com400x299Pesquisar por imagens 17.07.2014.

O nosso vestuário reduz as perdas de calor tanto por condução como por convecção ao permitir a criação de uma camada de ar, que não é renovada pegado à superfície corporal. No entanto esta capacidade perde-se quando as roupas ficam molhadas ou humedecidas, nomeadamente roupa suada, devido à elevada condutibilidade da água que aumenta a taxa de transferência de calor através da roupa em muitas vezes mais.

Verificamos que em muitos momentos em que a temperatura ambiente seja superior a 37°C, onde podemos referir uma sauna em que temperatura ambiente ronda +-70 °C, verificamos neste caso uma inversão dos mecanismos com ganho de calor pelo organismo através dos mesmos procedimentos físicos.

A **convecção** é um método de transmissão de calor que se dá entre partículas que estão em ligação tal como acontece na condução. A grande diferença deste processo verifica-se na situação de este envolver difusão de moléculas geradas pela diferença de densidade, e que envolvem correntes ascendentes menos densas e correntes descendentes mais densas (Figura 1.5). Por isso a convecção ocorre somente em meios fluidos, visto que os meios sólidos não apresentam meios para que possam acontecer as correntes difusivas na sua estrutura. No organismo a convecção é um fator importante visto que está continuamente imerso em fluídos ou digamos que em água ou em ar. Mesmo que a superfície do corpo esteja coberta de roupa, a convecção acontece entre a superfície da roupa e o fluido que é envolvente (N. J. de O. Rodrigues, 2011).



Figura 1.5 - Representação das correntes convectivas num fluido. Adaptado de e-Geo (Geologia,2010). Fonte: (Rodrigues, 2011).

A transferência de calor por convecção envolve o movimento de grandes quantidades de fluido que simultaneamente ocorre em quatro processos inter-relacionados:

1 - A condução de calor a partir da superfície sólida imediatamente para partículas de fluido adjacentes;

2 - De absorção e de armazenamento de energia conduzido pelas partículas, com a elevação da sua energia interna;

3 - Movimento destas partículas de energia mais elevada para as regiões de baixa temperatura, com agitação e transferência de uma parte da energia armazenada;

4- De transporte de energia pelo movimento da massa de fluido. Os dados experimentais relativos à transferência de calor por convecção são frequentemente relatados em termos de parâmetros a dimensionais. Convecção natural ocorre devido a forças de flutuação que resultam da temperatura diferenças, o ar quente sobe. Convecção forçada é um resultado de um deslocamento positivo de fluido produzido por meios mecânicos (Parsons, 2003).

O calor trocado para o ambiente devido à diferença de temperatura entre a nossa pele e o ar ambiente. Este é o mecanismo de troca de calor mais óbvio: já todos sentimos a sensação de frio resultante da exposição a uma corrente de ar. Esta sensação resulta do brusco arrefecimento do nosso corpo devido à intensificação da dissipação de calor por convecção. As trocas de calor por convecção dependem da temperatura e da velocidade do ar e do tipo de roupa que trazemos vestida.

O processo de perda de calor como se sabe inclui duas etapas. Sendo que a primeira etapa consta na libertação de suor pelo nosso organismo para a superfície da pele, e por conseguinte a segunda etapa consiste na evaporação do suor.

Nesta perspectiva, a evaporação baseia-se na passagem da água do seu estado líquido para o estado gasoso. No seu estado líquido, a água está sujeita às interações moleculares que são próprias deste estado, no entanto as moléculas de água possuem energia cinética e movimentam-se no fluido. Entretanto esses movimentos de algumas moléculas colidem e por isso transferindo energia entre elas de uma forma não uniforme, e quando alguma dessas moléculas que são favorecidas por essa troca de energia se achar à superfície, podendo esta também receber a energia necessária para escapar do estado líquido no entanto levando consigo alguma energia do sistema. Por conseguinte a energia, necessária ao processo de evaporação, irá arrefecer a superfície da pele e perante isso permitir ao corpo humano que perca calor.

É preciso ter em conta que a eficiência deste processo está dependente de alguns fatores, nomeadamente, da superfície da pele molhada, do movimento do ar à volta do corpo e da concentração de vapor de água no ar. Se o ar circundante estiver saturado, ou seja, tiver atingido a sua capacidade máxima de absorção de vapor de água, o suor existente à superfície da pele não será

evaporado pelo que se cancela este importante fator de regulação térmica (N. J. de O. Rodrigues, 2011).

Quando a água se evapora da superfície corporal, verifica-se perda de calor de 0,58 Caloria para cada grama de água que se evapora. Mesmo quando a pessoa não está suando, a água ainda se evapora insensivelmente a partir da pele e dos pulmões, na intensidade de 600 ml por dia. Isso determina perda contínua de calor de 12 a 16 Calorias por hora.

Infelizmente, essa evaporação insensível através da pele e dos pulmões não pode ser controlada para as finalidades de regulação térmica, visto que resulta da difusão contínua de moléculas de água através da pele e das superfícies respiratórias, independentemente da temperatura corporal. Todavia, a perda de calor por evaporação de suor pode ser controlada pela regulação da sudorese.

A **evaporação** é um mecanismo necessário de refrigeração nas temperaturas atmosféricas muito altas. Enquanto a temperatura cutânea for maior que a do meio ambiente, haverá perda de calor por irradiação e condução; todavia, quando a temperatura do meio for maior que a da pele, em lugar da perda de calor, o corpo irá ganhar calor por irradiação e condução. Nessas condições, a única maneira pela qual o corpo pode livrar-se do calor é por evaporação. Assim, qualquer fator capaz de impedir a evaporação adequada quando as temperaturas ambientes são mais altas do que a temperatura cutânea irá determinar elevação da temperatura corporal. Isso ocorre algumas vezes em seres humanos nascidos com ausência congênita de glândulas sudoríparas. Essas pessoas são capazes de suportar temperaturas frias tão bem quanto as pessoas normais, mas é provável que venham a morrer de internamento hospitalar nas zonas tropicais, visto que, na ausência do sistema de refrigeração por evaporação, elas não conseguem impedir a elevação da temperatura corporal quando a temperatura atmosférica for superior à temperatura do corpo. (Guyton, A. C., Hall, 2000).

A evaporação é semelhante à transferência de calor por convecção, mas também requer uma alteração inicial de estado de líquido para vapor na superfície da pele e difusão imediata de vapor através de uma camada limite

para o ar ambiente. A força motriz para a difusão é o gradiente de concentração e da quantidade de massa transferida (Parsons, 2003).

O calor trocado com o ambiente devido à diferença de temperatura entre o ar que inspiramos e o ar que expiramos. As trocas de calor inerentes à respiração dependem da temperatura e da humidade relativa exterior.

Primeiramente para iniciarmos a regulação da temperatura, temos que passar pela sensação térmica. O nosso organismo não é capaz de sentir a temperatura, mas antes os seus fluxos. Se colocar a mão numa superfície e for sentido frio, será porque a temperatura dessa superfície é inferior à temperatura da superfície da mão, sendo o inverso válido na situação de calor. Seguramente que a capacidade de sentir o ambiente que está em nosso redor constitui um processo de defesa do nosso corpo. A sensação de frio é uma maneira de o nosso organismo informar que está a perder calor, e por conseguinte a sensação de calor é uma forma de o nosso organismo informar que está a receber calor do meio exterior. Portanto será através destas sensações que o homem toma as atitudes imprescindíveis à sua proteção, prometendo a homeotermia e, por conseguinte a sua sobrevivência.

Existem dois tipos de termo recetores, um localizado na nossa pele (termo recetores periféricos) e outro localizado no interior do nosso organismo, em órgãos internos, e neurónios termo recetores no hipotálamo (Figura 1.6).

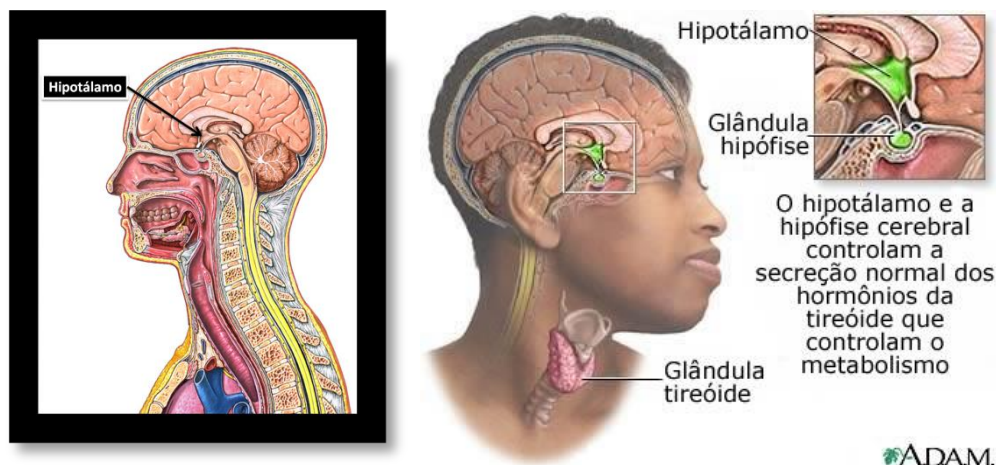


Figura 1.6 - Sistema endócrino - hipotálamo e hipófise. Fonte: www.ebah.com.br400x320Pesquisado em 03 - 08 - 2014.

Como sabemos termo recetores internos têm um desempenho importante na regulação da temperatura e uma vez que é a temperatura interna que se procura manter constante (Hensel, 1981).

Os recetores secundários fornecem informação sobre o ambiente, assim como permitem fazer a identificação de zonas frias e quentes na pele. Estes termo-recetores externos fornecem ainda informação relativamente à proteção do organismo, identificando o contacto com zonas demasiado quentes ou frias que podem causar danos ao organismo.

O hipotálamo tem um papel central nos reflexos de termorregulação, assim como existem, contudo, outros centros cerebrais que também exercem algum controle sobre as componentes específicas destes reflexos. Por isso a acção do hipotálamo e das outras áreas cerebrais sobre os efetores realiza-se acima de tudo por via dos nervos simpáticos para as glândulas sudoríferas, arteríolas da pele e para a medula adrenal; bem e através dos neurónios motores para os músculos esqueléticos (Figura 1.7).

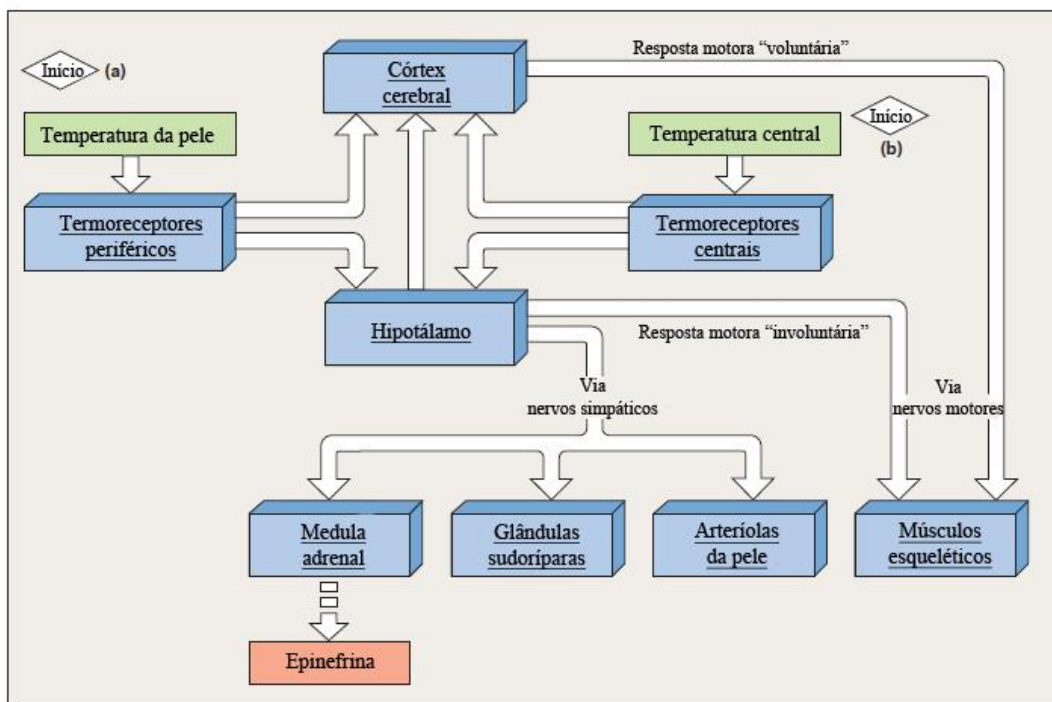


Figura 1.7 - Esquema representativo dos mecanismos de regulação de temperatura, sendo (a) termorreceptores periféricos e (b) Termorreceptores centrais. A linha tracejada representa a via hormonal da medula adrenal, esta via é de importância reduzida nos adultos. As linhas sólidas representam as vias neuronais. Fonte: Rodrigues, 2011.

4. Fatores aut3nomos

As respostas aut3nomas s3o efetuadas de forma inconsciente pelo nosso corpo com a funç3o de controlar a sua temperatura.

As modificaç3es na atividade muscular constituem um dos fatores principais para conseguir o controlo na produç3o de calor e da temperatura. Uma das primeiras alteraç3es musculares do nosso corpo relacionada com uma diminuiç3o da sua temperatura central, ser3 um aumento progressivo da contraç3o muscular, que poder3 levar a tremores. Sendo os tremores, oscilaç3es r3tmicas dos nossos m3sculos, que se contraem e descontraem apressadamente. Aquando dos tremores, os nervos motores eferentes, que s3o os que ativam os m3sculos, t3m o seu controlo inicialmente no hip3talamo. Como os tremores n3o elaboram, quase nenhum, trabalho externo, aproximadamente toda a energia produzida 3 convertida em calor, sendo assim um processo muito eficaz para o aumento da temperatura. O ser humano 3 capaz de agir tamb3m de forma comportamental na produç3o de calor, executando tarefas que envolvam esforç3o f3sico, assim como correr e saltar, entre outras atividades. Na situaç3o oposta, em que o ambiente est3 mais quente e onde o objetivo 3 perder calor, o organismo reduz a contraç3o muscular basal assim como o movimento volunt3rio. Contudo, este processo de perda de calor n3o 3 de grande efic3cia, visto que o metabolismo s3o pode ser reduzido at3 um determinado n3vel.

O corpo humano como se sabe perde calor para o exterior. Neste aspeto, a pele desempenha uma import3ncia primordial uma vez que 3 esta que est3 em contacto direto com o meio ambiente (Figura 1.8). O calor propaga-se do interior do corpo para o exterior principalmente atrav3s da corrente sangu3nea, onde o sangue 3 aquecido no interior do corpo e arrefecido nas suas extremidades.

Sendo por isso o controlo do fluxo sangu3neo um meio excelente e eficaz de controlo da transmiss3o de calor no nosso organismo. O fluxo de sangue pode por isso ser controlado por constriç3o (vasoconstriç3o) e tamb3m por dilataç3o (vasodilataç3o) dos vasos sangu3neos. A constriç3o dos vasos sangu3neos ir3 diminuir o fluxo de sangue numa determinada regi3o e assim baixar a quantidade de calor que chega ao local e limitar por isso a perda de calor. Por oposiç3o 3 vasoconstriç3o, a vasodilataç3o ir3 por conseguinte aumentar o fluxo de sangue

numa determinada região da pele possibilitando, com isso, uma maior perda de calor. Este processo de controlo do fluxo sanguíneo poderá, nomeadamente regular a temperatura do corpo humana numa gama de temperaturas aproximadas de 25°C a 30°C para uma pessoa sem roupa (Widmaier et al., 2004).

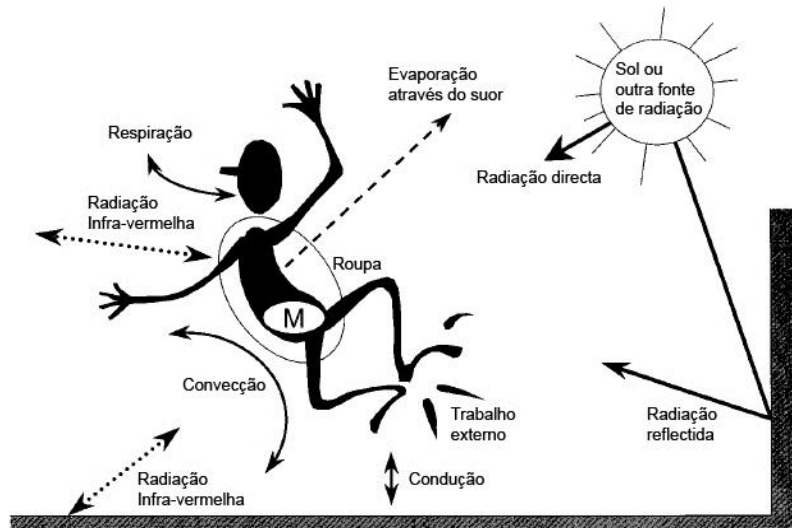


Figura 1.8 - Esquema representativo das trocas de calor entre o meio ambiente e o corpo humano. Adaptado de Havenith (1999).

A piloereção, normalmente conhecida por pele arrepiada, é na realidade também um processo de termorregulação.

A perda de calor por evaporação é um dos métodos com mais eficácia na perda de calor. Em situações em que as temperaturas exteriores são superiores à temperatura corporal, tornando-se este no único método do corpo para que exista perda de calor (Miguel, 2014; Widmaier et al., 2004). A evaporação não é mais do que a libertação de suor, sendo na maioria das vezes água, para a superfície da pele que é segregada por intermédio das glândulas sudoríparas e na evaporação dessa mesma água. Durante o processo de evaporação da água, esta faz a absorção de uma grande quantidade de calor que por sua vez vai arrefecendo desse modo o organismo. Este processo, que para além da capacidade da sudorese do indivíduo, tem haver também com a humidade do ar ambiente, sendo este facto o mais importante na capacidade da eliminação de calor por evaporação (Widmaier et al., 2004).

5. Fatores comportamentais

Os fatores comportamentais são maneiras de estar e tomadas em consciência como formas de adaptação perante a sensação de calor ou de frio, dando como exemplo o isolamento visto pelo vestuário. Estes fatores são muito mais importantes e reais que as respostas autónomas (Nagashima, 2006). Com este isolamento é possível controlar, até certa medida a resistência de transferência de calor entre o corpo humano e o ambiente, podendo aumentar ou diminuir essa resistência conforme for sentido tanto o frio como o calor. Sendo por isso o vestuário a verdadeira fronteira com o exterior. Os processos autónomos de perda de calor, como é evidente, têm controlo somente até à superfície da pele, sendo no entanto o vestuário o componente que dita os mecanismos de transferência de calor que podem ocorrer entre a pele coberta e o seu exterior, condicionando com isso a transferência de calor. Por ocasião da evaporação o ar entre as fibras do vestuário absorve o suor e transmite-o posteriormente para o ar exterior (Cunha, Teixeira, & Teixeira, 2009). Para além de ser uma resistência à perda de calor, o vestuário como é evidente também funciona como protetor quando a temperatura radiativa é elevada. Contudo as roupas deverão ser largas para permitir que o movimento seja adequado à transpiração (Widmaier et al., 2004).

Sendo no entanto o metabolismo também um fator importante na termorregulação. Para além da componente autónoma, este poderá também ser utilizado como um fator comportamental na termorregulação, tendo como é evidente que, efetuar exercício para aquecimento, ou diminuir a atividade física para diminuir a produção de calor pelo nosso organismo.

Outra forma de controlar a transferência de temperatura é, a procura de locais que ofereçam abrigo às condições ambientais, nomeadamente, mover-se para uma sombra para se fugir ao sol ou também, por contrário, mover-se para um local com sol para se aquecer (Parsons, 2003), (Widmaier et al., 2004). Os edifícios constituem também outra forma de conseguir proteção ambiental, sendo utilizados pelo homem para encontrar abrigo do ambiente exterior, assim

como levando-o a colocar estes locais o mais próximo que seja provável das condições de conforto.

Importa no entanto com isso referenciar que os mecanismos de convecção, radiação e respiração resultem, na dissipação de calor, existem no entanto situações, nomeadamente temperaturas do ar e de superfície muito altas, em que estes mecanismos contribuem para o aquecimento do nosso corpo. No entanto, a evaporação é sempre um mecanismo que dissipa o calor: a água, ao evaporar absorve calor do nosso corpo contribuindo para o seu arrefecimento quaisquer que sejam as condições ambientais que nos rodeiam. Verifica-se contudo, e referindo a título de exemplo, que quando fazemos sauna a temperatura do ar e das superfícies que nos rodeiam é superior a 37 °C. A convecção, a radiação e a respiração originam, nessas circunstâncias, ganhos de calor. Estes ganhos de calor (e esse calor gerado no interior do corpo pelo nosso metabolismo) tem por isso de ser dissipado pela evaporação. Por esse motivo quando se aumenta a humidade relativa do ar atirando água para a estufa sentimos imediatamente uma sensação de calor; no entanto o aumento da humidade relativa diminui a capacidade de evaporação de água diminuindo também assim o potencial de dissipação de calor do único mecanismo que sob condições ambientais tão especiais é capaz de equilibrar os ganhos de calor do nosso próprio organismo. Poder-se-á concluir referindo que a manutenção de uma temperatura interior constante exige um equilíbrio entre o calor que penetra e/ou é gerado no interior do nosso corpo e o calor que é dissipado. A geração de calor depende como é evidente da nossa atividade mas contudo a absorção ou a dissipação de calor estão dependentes do tipo de roupa que temos vestida e de uma série de variáveis ambientais, que devemos saber:

- Temperatura do ar
- Temperatura das superfícies que nos envolvem;
- Velocidade do ar;
- Humidade relativa.

Como é óbvio a avaliação da qualidade de um ambiente térmico não se pode somente resumir a uma simples e única medição da temperatura do ar, na

medida em que este parâmetro é apenas um de outros quatro parâmetros que determinam como se sabe a qualidade do ambiente térmico que nos rodeia.

6. Fatores não térmicos

Apesar dos fatores referidos existem outros que são condicionantes da termorregulação. Estes fatores são variáveis, e estão relacionados com o estado da pessoa e alguns fatores ambientais não térmicos, como verificamos na Tabela 1.

Tabela 1 – Fatores não térmicos que influenciam o sistema termorregulador. Tabela adaptada de Parsons (2003) e Rodrigues (2011)

Idade	Género	Forma física
Estado de Saúde	Ferimento	Intoxicação Drogas/Álcool
Hipoglicémia (baixo açúcar no sangue)	Adaptação ao frio/calor	Gravidez
Elevados níveis de dióxido de carbono/baixos níveis de oxigénio	Menopausa	

Contudo, atualmente tem crescido o interesse em personalizar estes modelos de previsão para servir, grupos restritos da população assim como para serem utilizados em casos específicos, nomeadamente no desenvolvimento de têxteis (por exemplo, em aplicações de isolamento), na previsão de resposta ao desconforto (por exemplo, no cálculo do tempo de exposição a uma situação de frio/calor ou a um elevado esforço físico), em situações clínicas (na determinação do conforto durante cirurgias, na resposta perante a anestesia e na resistência à hipotermia). Desta forma os modelos mais recentes tentam entrar com as diferenças individuais, e serem cada vez mais específicos para poderem superar as novas necessidades. No entanto, para ser possível a validação destes modelos é necessário proceder a testes reais, o que reforça o estudo aqui elaborado.

7. Modelo de avaliação do conforto térmico de Fanger

Esta equação do metabolismo fundamenta-se no facto de haver necessidade de um balanço térmico, e em que o resultado seja nulo para que a

temperatura do corpo se mantenha constante. Se tivermos por base este conceito, será possível calcular a energia produzida pelo metabolismo medindo-se a energia que o nosso corpo perde, visto que estas são equivalentes, o que nos leva assim á (Equação 1.1). Mas no entanto, o nosso corpo pode também ganhar calor por radiação, convecção ou condução. Tornando-se por isso nestas condições negativos.

$$M - W = E_v + R + C + K + S \quad (1.1)$$

Onde:

M representa a energia gerada pelo organismo;

W representa o trabalho externo, ou seja a energia exercida pelo corpo que não é convertida em calor;

E_v representa o calor perdido por evaporação;

R representa o calor perdido por radiação;

C representa o calor perdido por convecção;

K representa o calor perdido por condução;

S representa o calor armazenado no organismo.

As unidades desta equação podem ser J.s-1, ou W. Contudo para padronizar os fluxos de calor e também poder comparar mais facilmente entre as diferentes pessoas, expressam-se os fluxos por intermédio de unidade de área, nomeadamente em Wm^{-2} . Para se obter uma aproximação à área superficial do corpo utiliza-se frequentemente a equação proposta por Dubois e Dubois em 1916 (Equação 1.2).

$$A_D = 0.202 \times P^{0.425} \times H^{0.725} \quad (1.2)$$

Onde:

A_D representa a área superficial de Dubois em m^2 ;

P representa o peso do corpo em kg;

H representa a altura do corpo em m.

O atual índice PMV/PPD (ISO, 2006) foi indicado pela primeira vez por Fanger em 1970. Este índice aplica o termo de neutralidade térmica, como método de referir a sensação de conforto, assim como nomeadamente uma base para cálculo estatístico.

Conforto térmico (segundo(ISO, 2006) e (ASHRAE, 2004). Como “A condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico”.

É o estado de espírito que é sentido por uma pessoa que expressa satisfação em relação ao ambiente que a envolve. O conforto térmico depende do estado fisiológico da pessoa o qual varia desde o confortável até ao desconfortável. A sensação térmica não é a mesma coisa que o conforto térmico. A sensação térmica depende da temperatura da pele (que pode variar entre o frio e o quente). No entanto as pessoas podem estar confortavelmente quentes ou frias.

Desconforto térmico define-se como sendo as condições ambientais de um determinado espaço em que pelo menos 80% das pessoas não se sentem confortáveis.

Temperatura do ar é normalmente medida por termómetros de mercúrio. Para estimar a temperatura do ar num determinado espaço no interior de um edifício, devemos colocar o termómetro numa localização central à altura da cara (evitando a radiação solar direta ou outras fontes de assimetria). Em edifícios os efeitos da variação de temperatura na vertical são especialmente problemáticos.

Todos os objetos e seres humanos reagem à radiação e à convecção existente no ambiente em que se encontram.

Temperatura média radiante é a temperatura média das superfícies envolventes de um espaço de forma geométrica cúbica. A temperatura pode ser superior ou inferior à temperatura do ar no espaço considerado.

Por definição, a temperatura média radiante é a temperatura uniforme das superfícies envolventes de um espaço imaginário, onde a transferência de calor por radiação entre este espaço e um ocupante seja igual à soma das transferências de calor por radiação não uniformes das superfícies envolventes de um espaço real.

Isto quer dizer que quando especificarmos uma determinada temperatura radiante, temos obrigatoriamente que incluir nessa especificação, a direção em que foi medida, tendo em conta o ângulo formado entre a pessoa ou o objeto em estudo e a superfície radiante.

Velocidade do ar no interior de um espaço fechado e climatizado, os valores da velocidade do ar são pequenos. Contudo ocorrem sempre correntes de ar na vizinhança de superfícies quentes, ou frias, e na proximidade das grelhas ou difusores de insuflação de ar.

Humidade do ar é a quantidade de vapor de água na atmosfera. Fisicamente, a humidade relativa é definida como a razão da quantidade de vapor de água presente numa porção da atmosfera (pressão parcial de vapor) com a quantidade máxima de vapor de água que a atmosfera pode suportar a uma determinada temperatura (pressão de vapor). A humidade relativa é uma importante variável (medida) usada na previsão do tempo, e indica a possibilidade de precipitação (chuva, neve, granizo, entre outros), orvalho ou nevoeiro.

Metabolismo é o conjunto de transformações que as substâncias químicas sofrem no interior dos organismos vivos. O termo "metabolismo celular" é usado em referência ao conjunto de todas as reações químicas que ocorrem nas células. Estas reações são responsáveis pelos processos de síntese e degradação dos nutrientes na célula e constituem a base da vida, permitindo o crescimento e reprodução das células, mantendo as suas estruturas e adequando respostas aos seus ambientes.

Vestuário é o conjunto de peças de roupa que vestem as pessoas no bloco operativo (fardamento), visto não poderem utilizar o vestuário da rua e ser um local específico com algumas exigências.

O conforto é sinónimo de balanço térmico global do nosso organismo com todo o ambiente que o circunda. Atinge-se o equilíbrio térmico quando o calor produzido pelo organismo é transferido para o exterior na mesma proporção, e segundo este método, a sensação de conforto é também segundo (Parsons, 2003) um organismo que, por longo tempo, se encontra exposto a um ambiente térmico constante, que seja moderado, caminhará para um equilíbrio térmico

com esse ambiente, sendo assim, a produção de calor pelo nosso corpo, por intermédio do seu metabolismo, será por isso igual à perda de calor do mesmo, que se faz através da pele e da respiração, assim como para o ambiente.

Contudo, a associação do conforto térmico relativamente à neutralidade térmica é um acesso à realidade, pois como é evidente uma pessoa pode sentir frio mesmo estando a receber calor do exterior, assim como vice-versa.

Relativamente à homeotermia, esta pode ser afetada por vários fatores, nomeadamente sendo eles quatro fatores de carácter ambiental e dois de carácter pessoal. Ao nível ambiental temos a temperatura e a velocidade do ar, a temperatura radiante e a humidade relativa. Em relação aos fatores pessoais estes são o nível metabólico do organismo e o isolamento conferido pelo vestuário.

Como confirmamos com este método, qual o efeito que estas variáveis têm sobre a homeotermia é próximo por intermédio de uma função matemática que expressa uma previsão de satisfação com o ambiente através de uma escala de 7 pontos (Tabela 2). O nível de sensação térmica é subjetivo devido ao erro associado ao modelo numérico do PMV, e também à ambiguidade dos fatores pessoais. Sendo esta ambiguidade, associada à dificuldade da avaliação destes parâmetros fazendo com que nem sempre seja possível determinar o ambiente térmico para todas as pessoas no mesmo local (ANSI/ASHRAE, 2004).

Tabela 2- Escala de sete pontos da sensação térmica e respetivo valor de PPD. Fonte: ISO 7730:2006

Escala PMV	Sensação térmica subjectiva	Percentagem de PPD associada
-3	Muito Frio	99,1%
-2	Frio	76,8%
-1	Ligeiramente Frio	26,1%
0	Neutro	5%
+1	Ligeiramente Quente	26,1%
+2	Quente	76,8%
+3	Muito Quente	99,1%

Sendo por isso, associado ao PMV que existe um outro fator (PPD) que, diante de um determinado valor de PMV reflete uma percentagem previsível de insatisfação. (Figura 1.9). Mesmo perante uma situação ideal de $PMV = 0$ existe uma percentagem de insatisfação de 5%. O índice PMV/PPD expressa o conforto com base na média global do corpo, considerando que este está em contacto com uma temperatura uniforme equivalente. No entanto, verificamos que isso nem sempre se confirma. Em muitas situações, determinadas áreas do nosso corpo estão em contacto com uma zona onde se verifica que o fluxo de calor é especificamente elevado quando comparado com o resto do corpo. Esta assimetria, se for suficientemente acentuada, causa desconforto térmico apesar de na globalidade o ambiente ser aceitável. Devido à sua origem, este desconforto é denominado por desconforto térmico local. Este problema afeta sobretudo as pessoas com atividades sedentárias, que são mais sensíveis às variações térmicas e diminuem essa sensibilidade para níveis de atividade elevados. O desconforto mais comum é causado por correntes de ar. No entanto também pode advir de grandes variações de temperatura entre a cabeça e os tornozelos, por um solo demasiado frio ou quente, ou por assimetrias elevadas na temperatura radiante.

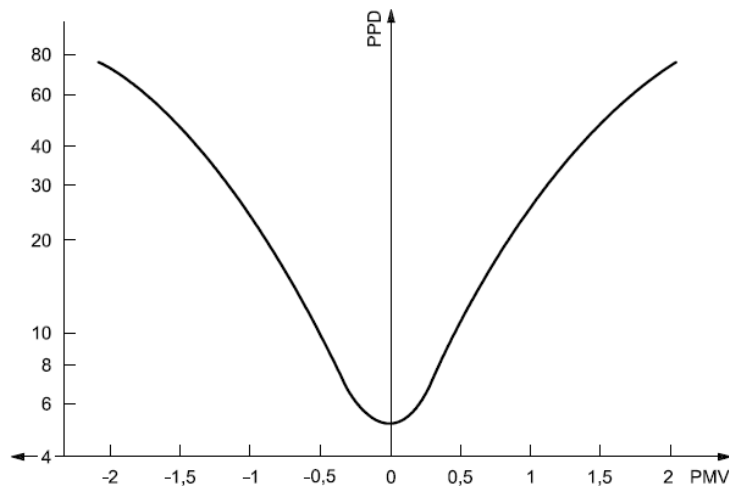


Figura 1.9 - Índice PPD em função do índice PMV. Fonte: ISO 7730:2005.

8. Conhecimento científico

O conforto é um fator decisivo para a saúde e bem-estar das pessoas, contribuindo assim, muito significativamente, para a competência profissional de cada indivíduo (Parsons, 2003).

A previsão do conforto térmico para os pacientes e todos os colaboradores das Unidades de Saúde é muito importante ao nível da arquitetura dos edifícios e, também por isso, para o devido controlo e desenho dos sistemas de climatização.

Os sistemas de ventilação e de distribuição de ar em salas operatórias devem garantir o conforto térmico do utente e da equipa cirúrgica durante a cirurgia, o que muitas das vezes fica em segundo plano. Condições térmicas com conforto ajudam a equipa cirúrgica a operar melhor e previnem possíveis problemas ao paciente, assim como a hipotermia e suas consequências (Felix, 2008).

A noção de conforto térmico é naturalmente ambígua. Resultando de um processo cognitivo que envolve vários parâmetros, que são influenciados por fatores físicos, fisiológicos e psicológicos, entre outros, um estado de espírito que transparece o agrado com o ambiente térmico que cerca a pessoa (Lamberts, 2013; Miguel, 2014). Geralmente, não é possível prever com rigor a sensação térmica de cada pessoa devido, principalmente, à multiplicidade dos fatores individuais.

O índice de Fanger (PMV/PPD) é o modelo que se utiliza mais neste processo e que tem uma base estatística que permite antever o voto médio de satisfação numa escala subjetiva (ISO, 2006). Os parâmetros usados no cálculo deste índice e que utilizam quatro variáveis ambientais e duas de carácter individual, as quais se designam, universalmente, por variáveis climáticas (Fanger, 2001; ISO, 2006; Miguel, 2014).

São poucos os estudos de avaliação de conforto térmico em salas operatórias encontrados na literatura. Um dos trabalhos pioneiros foi realizado na década de 1960 na Inglaterra por Wyon et al., em 1968. Os seus autores avaliaram as condições de conforto térmico da equipa médica, para servirem de

orientação no projeto e operação em salas operatórias nas ilhas britânicas. Trata-se de um trabalho bastante extenso em que foram avaliadas condições de conforto térmico em 25 salas de operações, ao longo das 4 estações anuais (Felix, 2008).

Wyon et al. em 1968, verificaram que existe uma diferença significativa entre as condições ambientais para o conforto térmico dos cirurgiões, anestesistas, enfermeiros e outros membros da equipa operatória. É de igual modo, importante, referir que as condições para a especificação de um ambiente térmico confortável em salas operatórias diferem das de ambientes de escritório, ambientes fabris e outros ambientes estudados até à data. Na medida em que enquanto os ambientes térmicos convencionais são ocupados por um grande número de pessoas e nos quais se procura ter condições de conforto para o maior número possível dos ocupantes, em salas de operações o conforto dos cirurgiões deve ser priorizado e o desconforto para os demais deve ser minimizado (Felix, 2008).

Mais recentemente, Mora et al. Em 2001, efetuaram um estudo em duas salas operatórias num hospital no Canadá. As salas operatórias eram providas de um sistema convencional AVAC (com 100% de ar de renovação, volume de ar constante (VAC), reaquecimento terminal e um fan-coil destinado a cada sala cirúrgica) com um sistema de distribuição de ar com o fluxo unidirecional. Foram realizados oito testes em sala cirúrgica de fluxo unidirecional com painéis, que são as proteções colocadas em volta da mesa de operações com o objetivo de reservar a movimentação do ar para que este não se misturasse com o ar das demais partes da sala e três testes em sala de fluxo unidirecional com cortina de ar, abrangendo cirurgias ortopédicas (Felix, 2008).

Existe uma referência a outro trabalho com utilização de um manequim, que foi realizado por Felix et al. em 2005.

Neste estudo foram realizadas medições que utilizaram um manequim com sensores aquecidos, que simulam a troca de calor entre diferentes partes do corpo e o ambiente, com o intuito de se verificar a influência de diferentes potências dos focos cirúrgicos nas condições de desconforto local de cirurgiões e ajudantes de cirurgião.

Hwang et al. em 2006 avaliaram condições de conforto térmico de utentes citados em enfermarias em hospitais de Taiwan. Os autores avaliaram utentes internados em serviços de medicina assim como em serviços de cirurgia e verificaram que existe uma influência elevada das condições de saúde do paciente em sua sensação térmica.

Essas avaliações foram realizadas por intermédio de respostas a questionários, seguindo a escala de sensação térmica da ASRHAE, e das medições térmicas, nomeadamente a velocidade do ar, a humidade relativa do ar, a temperatura do ar e a temperatura do globo (Felix, 2008).

O trabalho de Balaras et al. em 2007, traz um levantamento de vários estudos que estão relacionados com condições térmicas em ambientes operatórios, servindo de guia para projetos, instalações e em operação de sistemas de tratamento de ar. Os autores apresentam valores ideais para variáveis como a temperatura, velocidade, humidade do ar baseados em normas e recomendações internacionais. Os autores fizeram monitorização das variáveis ambientais em 20 salas cirúrgicas dos 10 maiores hospitais da Grécia e constataram que, na maioria dos casos, os resultados encontrados não atendem ao recomendado nos guias e normas internacionais.

É importante referir que, para além da avaliação experimental, existe uma outra forma de avaliar as condições de conforto térmico em ambientes e a utilização de simulação numérica utilizando técnicas de dinâmica dos fluidos computacional (CFD). As técnicas de modelagem matemática para simulação do comportamento, e do escoamento do ar em salas operatórias, que têm sido alvo de investigação que por conseguinte têm vindo a aumentar o seu estudo (Kameel, R., Khalil, 2003; Memarzadeh & Manning, 2003); (Felix, 2008).

Têm sido realizados diversos estudos neste domínio da avaliação do conforto em ambiente térmico a que as pessoas estão expostas em salas de aula, bloco operatório, hospitais, escritórios, na produtividade com o objetivo de melhorar as condições de trabalho e outros (Felix, 2008); (Lamberts et al., 2013); (Carvalhais, 2011) A parametrização dos ambientes das Unidades de Saúde e, particularmente, dos hospitais, é exigente, sendo os sistemas AVAC um ponto fulcral daquelas unidades. Estes sistemas têm um papel fundamental não só na manutenção das condições de conforto, como também na manutenção da

qualidade e assepsia do ar hospitalar(ASHRAE, 2007); (Balaras, Dascalaki, & Gaglia, 2007); (Khodakarami & Nasrollahi, 2012). Na Tabela 3 é possível observar algumas especificações exigidas para as salas de operações.

Tabela 3 – Condições recomendadas para o ar interior em sala operatória

Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)	Ventilação	Referência
20-24	60	15 a 20 renovações de ar por hora	Decreto regulamentar n.º 63/94, de 2 de Novembro
20-24	30 a 60	Pressão positiva de pelo menos 2,5Pa. Difusores de fornecimento primários não aspirantes. Mínimo de 20 renovações de ar por hora, com um mínimo de 4 renovações de ar por hora no ar exterior.	ASHRAE standard 170-2008, <i>ventilation of health care facilities</i>

A existência de diferentes funções torna o controlo daqueles sistemas mais complexo, pois a alteração de um fator pode pôr em causa o equilíbrio do sistema. Trabalhos já realizados demonstram que existe uma grande dispersão na sensação térmica dos utilizadores dos espaços em questão (Balaras et al., 2007). Contudo, este ponto não está suficientemente aprofundado nas unidades de saúde, sobretudo nas salas de operações. Assim sendo, existe uma grande necessidade de estudar estes ambientes com vista à obtenção de uma melhor avaliação e para o respetivo melhoramento.

O BO é um serviço com grandes exigências técnicas, tanto a nível das instalações como dos procedimentos e dos técnicos que os executam,(Saúde, 2011) sendo por isso o trabalho de campo, de difícil realização, pelo motivo de o acesso ser muito restrito nestas unidades. A realização de estudos e testes sistemáticos é restritiva.

9. Enquadramento legal e normativo

Tem-se vindo a assistir a um crescente número de estudos relativos às variáveis ambientais, e também variáveis pessoais nos quais se inclui o metabolismo e o isolamento do vestuário e nomeadamente ao aumento mais

frequente de trabalhos relacionados com o ambiente térmico operatório e com temas relacionados com o mesmo espaço (Tabela 4).

Tabela 4- Várias normas aplicadas aos ambientes térmicos moderados: Norma internacional

Normas	Aplicação		Conteúdo
ISO 7730	<i>Ambientes térmicos moderados</i>	<i>Determinação dos índices PMV e PPD e especificações das condições para conforto térmico.</i>	Propõe um método para determinar a sensação térmica assim como o grau de desconforto das pessoas que estão expostas a ambientes térmicos moderados estabelecendo condições térmicas aceitáveis para o conforto
ISO 7726	<i>Ambientes Térmicos</i>	<i>Instrumentos e Métodos para medição dos parâmetros físicos</i>	Determina as características dos instrumentos de medição das variáveis físicas, apresentando também os métodos de medição desses parâmetros
ISO 7243	<i>Ambientes Térmicos</i>	<i>Nível de desconforto devido ao calor</i>	Especifica o nível de desconforto do ambiente, utiliza-se quando não é possível aplicar a ISO-7730.
ISO 8996	<i>Ergonomia</i>	<i>. Determinação da produção de calor metabólico</i>	Norma internacional que especifica métodos para determinar e medir a taxa de calor metabólico, que é necessário para a avaliação da regulação de calor humano. Pode também ser utilizada para outras aplicações, nomeadamente a verificação da prática de atividades, o custo energético de atividades específicas ou atividades físicas, bem como o custo total energético das atividades
ISO 9920	<i>Ergonomia de ambientes térmicos</i>	<i>Estimativa de isolamento térmico e resistência evaporativa das roupas</i>	Define métodos para a estimativa das características térmicas, resistência à perda de calor seco e à perda por evaporação, em condições de estado estacionário para um tipo de roupa, baseado em valores de roupas conhecidas, trajes e tecidos

No sentido de regular esses espaços fechados industriais e aprofundar o seu estudo foram desenvolvidas diversas normas e documentos de referência dos quais se tece um breve resumo em seguida, dando-se relevo às mais pertinentes para o presente trabalho e que se tentou aplicar a este trabalho e outros também desenvolvidos nesta universidade sobre a mesma temática.

O ambiente térmico, assim como todos os factos que possam por em causa a saúde e o conforto dos trabalhadores, individualmente, necessitam de

ser quantificados. Para tal, tanto a nível internacional como nacional foram criadas normas e leis direcionadas para esta mesma avaliação.

Relativamente á avaliação do ambiente térmico humano, e segundo (Parsons, 2003), deve realizar-se tendo em conta vários aspetos, estando entre eles, a quantificação de parâmetros básicos, e analisar quais são os seus efeitos tanto fisiológica assim como psicológica e fazendo interpretação dos valores obtidos, relativamente ao conforto, e á saúde e em relação ao desempenho dos indivíduos que estão expostos.

Tendo como finalidade de quantificar o ambiente, é necessário medir os parâmetros básicos do mesmo a saber, a temperatura do ar, a temperatura radiante, a humidade relativa e a velocidade do ar. É também necessário quantificar o metabolismo e o isolamento do vestuário que podem ser conseguidos através da ISO 7730:2006, tanto frios, como quentes ou moderados.

Dentro das normas específicas de cada tipo de ambiente existe uma norma ISO 13732:2006 que exemplifica métodos para avaliar respostas humanas, relacionadas com o contacto das superfícies quentes, moderadas ou frias, nomeadamente ISO 13732-1, ISO 13732-2, ISO 13732-3.

Existem outras, designadas normas de apoio que, como o próprio nome indica, ajudam na aplicação dos diversos índices. A norma ISO 7726:1998, por sua vez exemplifica as técnicas de medição dos parâmetros básicos do ambiente térmico, referindo que estas medições devem ser feitas à altura da cabeça, abdómen e tornozelos. Por sua vez, a ISO 11399:1995 refere-se aos princípios e aplicações relevantes de normas internacionais. Por último, as normas ISO 8996:2004 e ISO 9920:2007 auxiliam-nos, a determinar a taxa metabólica, assim como na obtenção de uma estimativa do isolamento e da resistência do vapor de água a um conjunto de roupas.

Quanto á legislação portuguesa, existe uma grande lacuna, no que diz respeito aos métodos e técnicas de avaliação do ambiente térmico, não existindo nomeadamente, ao nível industrial nenhum tipo de valores recomendáveis.

O Decreto-Lei nº 243/86 de 20 de Agosto, que aprova o Regulamento Geral de Higiene e Segurança do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de

Escritório e Serviços faz referência a temperaturas do ar que devem oscilar entre os 18 °C e os 22 °C podendo atingir os 25 °C em determinadas condições climáticas, mas somente nesses locais.

Por sua vez, o Decreto-Lei nº 347/93 de 1 de Outubro, transpõe a Diretiva 89/654/CEE de 30 de Novembro, faz somente referência à temperatura e humidade em locais de trabalho referindo apenas que devem ser as mais adequadas ao nosso organismo humano, assim como tendo em atenção os métodos de trabalho e as condicionantes físicas impostas aos trabalhadores. Quanto á exposição ao sol deve evitar-se o excesso e daí os trabalhadores devem proteger-se da intensa radiação do calor.

A falta de legislação específica remete para a utilização das normas internacionais referidas. Ainda quanto à legislação portuguesa, apesar de escassa, evidencia que a temperatura do ar não é considerada como o único parâmetro responsável pelo conforto térmico.

CAPÍTULO 2 - OBJETIVOS, MATERIAIS E MÉTODOS

1 - Introdução

A motivação para este estudo foi haver outros estudos sobre ambiente térmico na Universidade do Minho e nomeadamente efetuado também em sala operatória, com uma referência especial ao trabalho desenvolvido por Fanger, em 1972, para avaliação do conforto térmico em ambientes hospitalares.

O principal objetivo deste trabalho consistiu em analisar e avaliar a influência que o ambiente térmico pode ter no desempenho cognitivo, físico e mental de funcionários que desempenham as suas funções em bloco operatório.

Existem alguns estudos que abordam o comportamento das variáveis de conforto térmico e da qualidade do ar, em ambientes hospitalares, os quais, como se sabe, são locais muito restritos e de difícil acesso.

De início sentiu-se a necessidade de estudar todas as salas de operações, existentes no hospital, devido à exigência do controlo dos parâmetros de qualidade, abordada nos referenciais técnicos, e à necessidade de promoção do conforto térmico de toda a equipa médica.

Com o conhecimento das instalações e com as pesquisas efetuadas em trabalhos publicados em periódicos científicos internacionais, relacionados com o assunto, entendeu-se a necessidade de fazer somente a avaliação de uma sala operatória.

Da caracterização da amostra, a partir da revisão bibliográfica partiu-se para o hospital e o tipo de amostra que se pretendia para a avaliação do conforto térmico dos profissionais de saúde da sala A do bloco operatório do Hospital Lusíadas do Porto.

Foram efetuadas diversas reuniões para exposição dos objetivos e metodologia da pesquisa, além da elaboração de um documento oficial de autorização para acesso às instalações.

Concedida a autorização, foram efetuadas várias visitas às instalações a fim de serem definidos os ambientes a serem estudados.

Para a obtenção dos dados experimentais, necessários à avaliação do conforto térmico, foi necessário efetuar medições dos parâmetros ambientais. Neste âmbito, foi utilizada uma consola estação climática da Brüel & Kjær, com três conjuntos de sensores montados num tripé, pertencente à Universidade do Minho (Figura 2.1).



Figura 2.1 - Estação climática utilizada nas medições. Fonte: Rodrigues, 2011.

Seguem-se os padrões convencionados pela ISO 7726:1998 para a medição destes parâmetros. Uma estação climática é um dispositivo que tem vários transdutores eletrónicos que quantificam as variáveis ambientais, de uma forma a que possam ser utilizadas. Relativamente a este estudo, foram medidas, em ambiente operatório, as quatro variáveis ambientais.

Os transdutores (Figura 2.2) utilizados tinham as seguintes especificações:

O transdutor da temperatura do ar está apoiado num sensor constituído por uma resistência de platina (Pt100). A resistência de platina é um sensor exato na medida em que este oferece uma grande linearidade entre a variação da temperatura e a resistência fornecida.

O transdutor da assimetria radiante mede a radiação incidente em cada superfície da sonda. Este transdutor utiliza também uma resistência de platina, e, quando é usado para medir nas várias direções, é possível calcular a temperatura radiante média e a temperatura de globo negro.

O transdutor de humidade funciona através da determinação do ponto de orvalho.

Este transdutor utiliza um elemento de refrigeração que condensa a água num espelho cónico. A temperatura à qual ocorre a condensação da água chama-se temperatura de orvalho.

O transdutor da velocidade do ar tem por base o princípio do anemómetro de temperatura constante, onde é medida a energia necessária para manter uma determinada temperatura no transdutor. A quantidade de energia fornecida ao transdutor irá variar em função das trocas de calor com o exterior, idealmente, trocas por convecção. O transdutor tem uma forma oval para minimizar o efeito direcional do ar do sensor, assim como uma pintura branca para minimizar o efeito da radiação (N. J. O. Rodrigues, 2011).

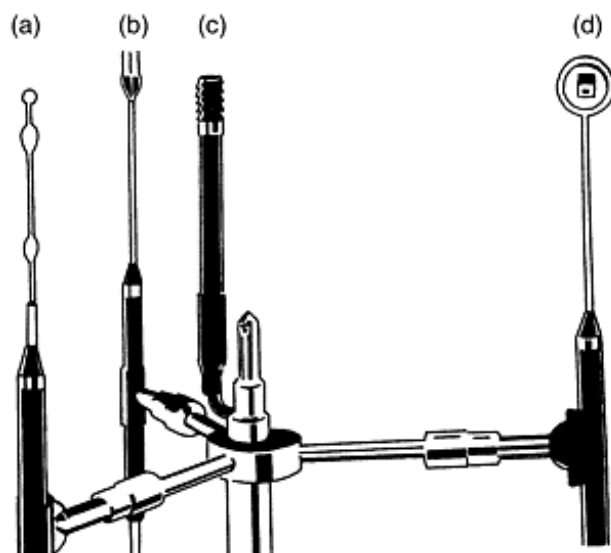


Figura 2.2 – Instrumentos para medição de parâmetros ambientais: (a) Transdutor medição velocidade do ar; (b) Transdutor medição da temperatura do ar; (c) Transdutor medição da humidade; (d) Transdutor medição da temperatura radiante. Fonte: Parsons1993.

Para a aquisição de dados relativos à velocidade do ar e à humidade relativa foi utilizado também um aparelho *data logger* da marca Testo 445,

composto por um registador e duas sondas, uma combinada de temperatura do ar (-20 a +70°C) e humidade relativa (0 a 100%) de elevada precisão Testo (ref.^a 0636 9741) (Figura 2.3).

As metodologias aplicadas nas medições estão de acordo com a norma internacional ISO 7243:1989. O aparelho de análise do clima da sala é constituído por um tripé, hastes para apoio de sondas, cabos, sondas para medição de parâmetros ambientais com a estação climática, e também com um *datalogger* para armazenamento dos dados (valores da humidade e da temperatura do ar). A sonda foi programada no computador para efetuar medições, minuto a minuto, até ao fim do plano operativo das visitas previamente programadas.

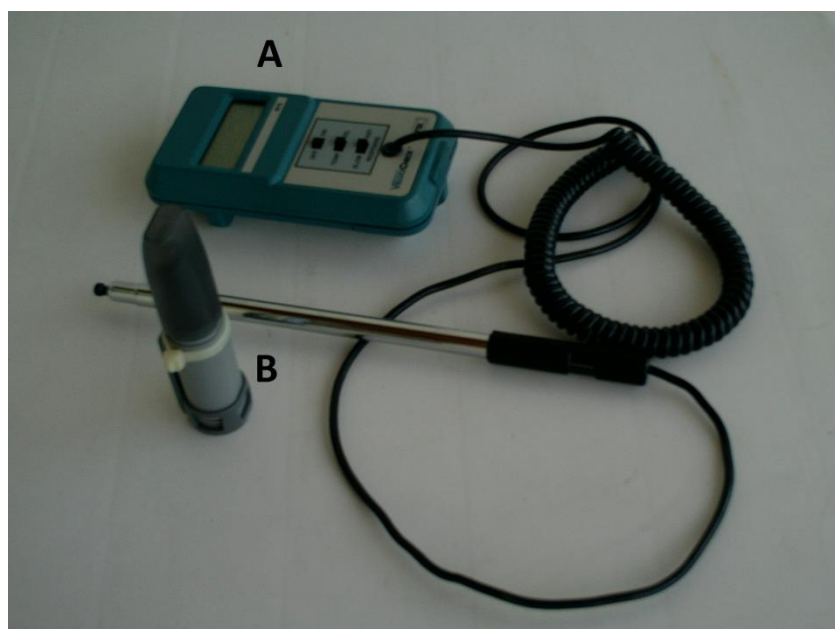


Figura 2.3 – Instrumentos de medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico. A - Termoanemómetro. B - Data logger.

A sala de operações medida estava em atividade na altura de medições, o que facilitou todo o objeto de avaliação. No entanto, para simular, da melhor forma, estiveram no interior da sala somente duas pessoas durante a realização das medições efetuadas. Em primeiro lugar, foram medidas as dimensões da sala de operações necessárias ao desenho do seu modelo geométrico, possibilitando assim a estabilização das condições ambientais. Em seguida, foram então realizadas as medições dos parâmetros ambientais.

Na escolha dos pontos de medição, optou-se por considerar duas situações distintas devido à assimetria existente nas fontes radiativas, nomeadamente, debaixo do sistema ótico da sala de operações e fora do alcance direto do foco. Posteriormente, para a avaliação do ambiente térmico, a temperatura radiante foi convertida na temperatura de globo negro conforme requerido no cálculo do PMV/PPD. Os resultados obtidos encontram-se na Tabela 5.

Tabela 5 – Variáveis experimentais da sala de operações estudada.

Variáveis	Resultados
Humidade Relativa	47 %
Temperatura do ar	21,4 °C
Velocidade do ar	0,05 m/s*
Temperatura debaixo do foco	25,5 °C
Temperatura da sala	23,9 °C

*Com um desvio de $\pm 0,05$ devido às variações de velocidade que existiam no local

O estudo foi desenvolvido no Hospital da Boavista, localizado no Porto, que foi fundado em 1998, pertencente ao HPP Saúde e que em Julho de 2008, foi transferido para as novas instalações, sendo atualmente o grupo Lusíadas Saúde e denominando-se Hospital Lusíadas Porto. Este dedica-se á medicina privada em Portugal.

O presente estudo foi conduzido numa amostra de 71 pessoas que responderam questionários numa sala do Bloco Operatório que foi igualmente respondido por cirurgiões ortopedistas, ajudantes de cirurgião, enfermeiros instrumentistas, anestesiológicos, enfermeiros circulante, enfermeiros de anestesia, auxiliares de ação médica, técnicos de radiologia e representantes de empresas de materiais médicos e ortopédicos.

Numa fase inicial foi realizada uma reunião com a Administração do hospital com a finalidade de explicar quais os objetivos desta investigação e demonstrar a pertinência que este poderia ter, contribuindo para a formação do autor deste trabalho.

Foi realizada uma reunião com a Enfermeira-Chefe do Bloco Operatório, para que esta recebesse informações quanto ao objetivo do estudo, assim como, instruções quanto à aplicação dos questionários.

Foram, posteriormente, definidas as datas para a recolha de dados. Desta forma, a aplicação dos questionários decorreu nos meses de Março a Maio de 2014, sendo que a recolha de dados decorreu durante dias escolhidos aleatoriamente de cada mês, que foram 19 de Março (manhã), 2 de Abril (manhã), 28 de Abril (tarde) e 8 de Maio (manhã) perfazendo um total de 9 intervenções cirúrgicas que foram realizadas essencialmente no turno da manhã, mas também tivemos uma tarde. Este período permitiu-nos também ter em atenção as temperaturas exteriores ao longo dos dias em que foram realizadas as visitas ao hospital, tendo em conta a temperatura e a humidade, com dias mais amenos e mais quentes com a finalidade de haver maior variabilidade nos resultados obtidos. Os participantes foram esclarecidos, a partir do primeiro dia da recolha, acerca dos objetivos deste estudo, da forma como seria necessária a sua colaboração e qual a sua duração assim como da confidencialidade das suas respostas.

Posteriormente, foram entregues os questionários, no final de cada intervenção cirúrgica na sala operatória, e em cada sessão de colheita de dados térmicos na sala operatória. Aos participantes também foram dadas instruções quanto à confidencialidade e anonimato no preenchimento dos questionários.

A recolha de dados consistiu na aplicação de um questionário sobre os “Níveis de conforto para os utilizadores de salas de operações”, resultando este da conjugação de várias medidas.

Este questionário é composto por seis partes: os dados pessoais (tais como, sexo, idade, altura, peso; atividade; roupa utilizada no bloco operatório; localização na sala; sensação térmica antes, durante e após; desconforto térmico.

É de salientar que as respostas dadas ao questionário eram assinaladas no mesmo, utilizando uma caneta para esse efeito.

O questionário utilizado, neste estudo, para a recolha de dados é composto por seis partes a seguir descritas, tem, como referência e modelo, o questionário aplicado a equipa cirúrgica em BO por (Felix, 2008).

- Dados pessoais: variáveis de controlo. Foram incluídas questões sobre o género, idade, peso e a altura.

- Questão sobre a atividade profissional exercida. Tem também uma pergunta sobre peças de vestuário utilizadas em salas do bloco operatório.

- Questão também sobre a localização no espaço em sala operatória.

- Questão sobre sensações térmicas antes, durante e após a cirurgia. Tem também questões para conforto e desconforto na sala operatória com localização no corpo e qual a fonte desse desconforto.

Para a medição das variáveis ambientais, conforme o apresentado anteriormente, a sala cirúrgica foi dividida em duas regiões, sendo a região 2 o local onde se encontram o cirurgião, o ajudante do cirurgião, o instrumentista e o paciente, e a região 1 o local onde se encontram o anestesista e enfermeiros, como mostrado na Figura 2.4.

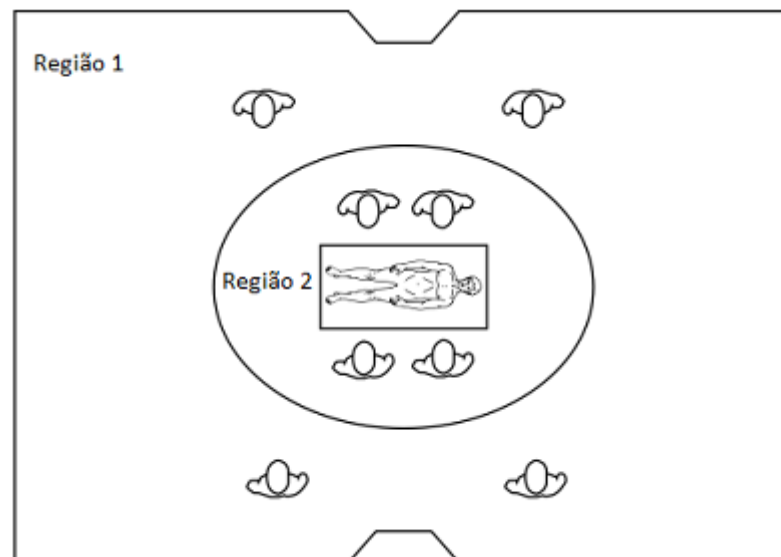


Figura 2.4 – Vista em planta da sala cirúrgica dividida em 2 regiões.

Na região denominada de região 2 foram feitas inicialmente medições com a sala vazia. Isto foi feito com o objetivo de se obter uma característica mais

precisa do comportamento do ar nessa região, com o intuito de se manter o conforto e a segurança do utente durante o procedimento cirúrgico. Os valores ambientais mediram-se na região 1 em 4 locais diferentes da sala operatória e durante a realização de cirurgias.

2 - Objetivos

2.1. Objetivos gerais

Caraterizar a amostra em investigação;

Caraterizar e quantificar os parâmetros físicos do ambiente térmico;

Caraterizar o conforto térmico, através da opinião dos utilizadores da sala de operações;

2.2. Objetivos Específicos

Avaliar e classificar o conforto e as sensações térmicas com equipas de profissionais de saúde, em bloco operatório, nomeadamente, cirurgiões, anestesistas, equipas de enfermeiros, técnicos de radiologia, auxiliares de ação médica e outros profissionais;

Caraterizar, subjetiva e individualizadamente, o ambiente térmico ocupacional, através de um questionário dirigido ao pessoal frequentador da sala de operações;

Comparar os resultados da avaliação quantitativa com os preconizados nos referenciais nacionais e internacionais para a garantia do conforto e da qualidade do ar em salas operatórias.

3 - Metodologia adotada

Este trabalho teve inicialmente como condição a pesquisa bibliográfica, no sentido de preparar uma metodologia adequada aos objetivos que foram previamente estabelecidos em proposta de projeto de mestrado. Seguidamente, e de acordo com o que foi combinado, realizaram-se os ensaios para a obtenção de dados, bem como a interpretação dos seus resultados. Perante as últimas atualizações científicas e em conjunto com os resultados devidamente

interpretados, apresentaram-se as conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

Assim sendo, a presente dissertação está dividida em quatro componentes distintas:

- Revisão dos conceitos básicos relativos ao tema, bem como conceitos científicos que fundamentam o seu desenvolvimento;
- Componente prática, que se concentra na aquisição e tratamento de dados;
- Análise e discussão dos resultados;
- Conclusões e perspectivas de trabalhos futuros.

A metodologia revela-se como sendo um conjunto de técnicas, interpretações e processos que tem como objetivo a recolha e a organização e tratamento de dados com o objetivo de conseguir as metas que foram previamente estabelecidas.

Após a formulação da questão científica para investigar verificou-se a eventualidade da escolha de uma metodologia apropriada que visasse o pleno cumprimento da finalidade pretendida com este estudo. Por conseguinte, o tema será abordado utilizando métodos quantitativos e segundo a forma dedutiva. A aplicação e utilização de métodos quantitativos, está relacionada com a investigação experimental, e havendo também a formulação de hipóteses, controlo de variáveis, seleção aleatória dos sujeitos de investigação, amostragem, e a verificação ou também a rejeição das hipóteses. Sendo esta verificação ou rejeição conseguida mediante o tratamento estatístico de todos os dados que foram criteriosamente recolhidos. A generalização dos resultados alcançados de uma determinada população em estudo e partindo de uma amostra revelando-se como o principal objetivo deste tipo de método (Carmo, H., & Ferreira, 1998).

No decorrer desta etapa pretende-se esclarecer quais os métodos que foram utilizados nesta investigação visando também cumprir os objetivos que foram preconizados.

Por conseguinte, serão relatados os procedimentos de caracterização da amostra e do local da realização do estudo, assim como do desenho do mesmo, referenciar os aparelhos de medição para a caracterização do ambiente térmico, assim como do tratamento estatístico dos dados obtidos.

A metodologia utilizada na avaliação subjetiva, no decorrer deste estudo teve como base e elaboração de um questionário e a medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico em cinco locais diferentes, como já havia sido supracitado.

Para haver caracterização do ambiente térmico é necessário medir os seus parâmetros físicos tais como a temperatura do ar, a temperatura radiante, a velocidade do ar e a humidade relativa. Desta forma, todos estes parâmetros foram medidos no interior da sala operatória, junto dos participantes nas intervenções cirúrgicas.

Neste capítulo são apresentados os procedimentos utilizados para a realização do trabalho experimental de avaliação de condições de conforto térmico e desconforto local nas salas cirúrgicas estudadas.

As medições foram realizadas durante a realização dos atos operatórios.

Alem disto, para a aplicação do modelo de Fanger PMV/PPD, também são necessários valores de variáveis que caracterizem o indivíduo, tais como: nível de atividade da pessoa, e a resistência térmica da roupa, usada pela pessoa. No presente estudo foram utilizados valores adotados no trabalho de Mora et al em 2001 e na norma (ANSI/ASHRAE, 2004) .

Para a realização das medições foram utilizados procedimentos e aparato experimental similar ao utilizado na avaliação de condições de conforto térmico em ambientes de bloco operatório utilizados por (N. J. O. Rodrigues, 2011), na sua tese de mestrado e na de (Felix, 2008) e no artigo de investigação de (Pourshaghaghly & Omidvari, 2012) e condições de conforto térmico e desconforto local em salas cirúrgicas.

Em todos os ensaios a sala cirúrgica foi dividida em duas regiões (Figura 2.5), de acordo com a posição onde se encontra cada membro da equipa cirúrgica. A zona denominada região 2 é referente ao espaço em torno da mesa cirúrgica com raio de mais ou menos 1m, onde se encontram somente os

cirurgiões, ajudante de cirurgião, instrumentista e o paciente. Esta é a zona considerada mais limpa da sala operatória caracterizada pelo grau de assepsia.

O local denominado região 1 é o espaço externo à região 2, que compreende o restante da sala. Nesta zona é onde ficam posicionados o anestesista e o enfermeiro circulante e de anestesia e auxiliares e outros técnicos, sendo considerada uma região menos limpa comparada com região 2.

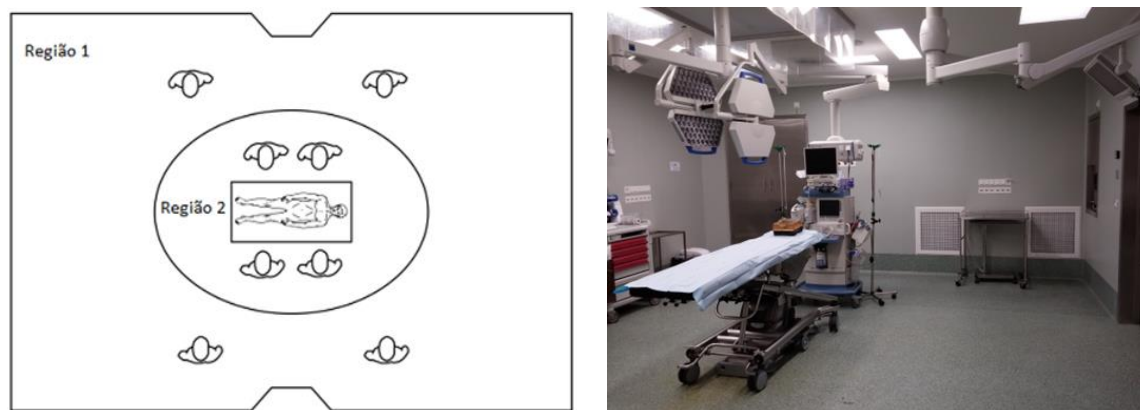


Figura 2.5 – Vista da divisão da sala operatória em 2 regiões à esquerda. Mobiliário da sala estudada à direita.

As cirurgias feitas nesta sala eram, na sua totalidade, cirurgias da especialidade de ortopedia com duração de aproximadamente 1 hora a 2 horas. Estas cirurgias são consideradas cirurgias de pequena e média duração que tem como equipa cirúrgica: um cirurgião, um ajudante de cirurgião, um instrumentista, um anestesista e um enfermeiro circulante e um enfermeiro de anestesia.

Os cirurgiões ficam posicionados todo o tempo durante a cirurgia na região da sala denominada de região 2. Por isso eles sofrem muito a influência do calor libertado pelo foco cirúrgico. Sua principal atividade a efetuar é executar o ato cirúrgico.

Assim, sendo o seu nível de atividade é o mais elevado entre todos os membros da equipa cirúrgica.

Devido à semelhança do vestuário dos membros da equipa cirúrgica com aquelas descritas no trabalho de Mora et al. (2001), foram utilizados os mesmos valores apresentados naquele trabalho. Para os cirurgiões, ajudantes de

cirurgião e instrumentista foram considerados valores de resistência de roupa de 0,86 clo e para os enfermeiros e anestesista valores de 0,42 clo. Em algumas cirurgias ortopédicas os membros da equipa cirúrgica usam sobre a roupa da farda um avental ou colete de chumbo, com o objetivo de proteger o corpo da radiação libertada pelos equipamentos de radiologia utilizados nas cirurgias.

O nível de atividade para os membros da equipa cirúrgica foi obtido da norma ASHRAE 55 (2004), considerando atividades similares. Para os cirurgiões foram considerados valores de 1,6 met e para a restante equipa foram considerados valores de 1,4 met. Estes valores também foram utilizados por Mora et al. (2001).

No local denominado de região 2 foram feitas inicialmente medições com a sala vazia. Isto foi feito com o objetivo de se obter uma característica mais precisa do comportamento do ar nessa região, pois com o intuito de se manter o conforto e a segurança do paciente durante o procedimento cirúrgico. Tal sensor media a temperatura e humidade do ar. Os valores de velocidade do ar utilizados na avaliação de conforto térmico dos ocupantes do local denominada região 2, utilizando o modelo de Fanger (1972), foram os valores medidos com a sala vazia.

No local denominado região 1 os valores de temperaturas e velocidades do ar e humidades foram medidos com cerca de um metro de altura e em quatro pontos diferentes ao longo da sala. Para isso foram utilizados anemômetros e medidores de temperatura do ar (Easylog serial number 10079870).

As medições foram realizadas durante a cirurgia. Tais sensores eram conectados a um sistema de aquisição de dados, que conectado ao computador, fazia a aquisição dos dados.

Para a obtenção dos valores de PMV subjetivos, no fim de cada cirurgia foi entregue à equipa cirúrgica um questionário referente às sensações térmicas que cada um experimentou durante a cirurgia. O questionário, apresentado no Anexo A, foi baseado no questionário aplicado por Mora et al. (2001) e (Felix, 2008) com adaptações. Ao todo foram respondidos 71 questionários.

CAPÍTULO 3 - DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO

1. Informação de entrada e amostra selecionada

A colheita de dados foi realizada entre os meses de Março e Maio de 2014, podemos referir que foi efetuado na primavera.

Estando definidos objetivos e instrumentos devidamente calibrados, a avaliação foi desenvolvida segundo a norma ISO 7730:2006 e a ASHRAE 55 (2004). E em conformidade com as mesmas e também com ISO 7726:1998 a qual define os critérios para efetuar medições e testes. Estes documentos determinam as condições da avaliação do ambiente térmico por meio de definição do local da medição período, condições climáticas, condições do ambiente da avaliação e dos equipamentos de ar condicionado e da ocupação do espaço por pessoas.

As normas citadas não estabelecem tempo mínimo de medição para todos os parâmetros, apenas para a velocidade do ar, que se deve medir num intervalo de tempo de pelo menos 3 minutos (ANSI/ASHRAE/170-2008, 2008); ASHRAE 55, 2004)(ANSI/ASHRAE, 2004), e também para a temperatura do globo, que tem um tempo de resposta de 20 a 30 minutos (ISO 7726:1998). Assim tornou-se como referência o estudo de Rodrigues, 2011; sobre caracterização do ambiente térmico computacional em salas de operações - construção de um modelo CFD.

Os equipamentos foram programados para iniciarem os registos e foram desligados após a sua utilização, nomeadamente o *datalogger*.

Para maior confiabilidade dos valores obtidos foram efetuadas 5 medições climáticas por cada cirurgia, e o programa teve a duração do período operatório.

Todas as sondas foram colocadas no tripé da estação climática para facilitar a instalação dos equipamentos nos ambientes de medição.

Na sala de operações os equipamentos foram colocados na região 1, essencialmente, pelo menos durante o período da realização da cirurgia, visto

ser a região 2 de um maior controlo de assepsia e exigência. Verificando-se variação de temperatura e humidade do ar ao longo dessas zonas, durante o procedimento cirúrgico.

Cirurgião é um profissional médico que executa procedimentos cirúrgicos ou define-os para equipa executar. Cirurgia é uma vasta categoria de tratamentos da medicina invasivos que envolvem a abertura de um corpo, humano, por uma razão, tal como remover um órgão doente ou para reparar alguma rutura. Cirurgiões podem ser médicos, dentistas ou veterinários.

Ajudante de Cirurgia pode ser ou não cirurgião, sendo no entanto hoje em dia quase todos, tem o melhor acesso ao órgão que será operado, de frente para o cirurgião principal. Faz incisões e suturas, corta fios e afasta órgãos para facilitar a intervenção cirúrgica.

Anestesista aplica a técnica anestésica e monitoriza o nível de consciência do paciente, administrando o tubo que lhe fornece oxigênio e de acordo com o paciente aplica o tipo de anestesia mais conveniente para a situação. Por isso, deve ficar na cabeceira da mesa.

Enfermeiro Instrumentista colabora mais estreitamente com o cirurgião no ato cirúrgico, esperando-se de si uma colaboração responsável e consciente da importância do seu papel (Pinto, 1990). Exerce as suas funções na área protegida da sala de operações e os seus conhecimentos técnicos e cirúrgicos devem permitir-lhe prever e antecipar as necessidades do doente e da equipa cirúrgica, tendo por isso um domínio pleno dos tempos cirúrgicos. Assim sendo, deve prever, organizar, utilizar, gerir e controlar a instrumentação, o material e o equipamento para que a cirurgia decorra em segurança, coordenando a atividade na sala e fazendo a ligação com o exterior, para que a cirurgia decorra nas condições de segurança adequadas para o doente e para a equipa cirúrgica. Deve também, observar e transmitir informações e necessidades a outros elementos da equipa, e ainda, manter e fazer manter a técnica asséptica cirúrgica própria para a redução dos riscos e manter a qualidade da cirurgia. (Pinto, 1990); (AESOP, 2014).

Enfermeiro de Anestesia na área da anestesia espera-se que o enfermeiro mantenha uma observação plena e vigilância intensiva do doente, despiste de

sinais e sintomas de complicações e atue em situações de urgência e emergência. A preparação, a experiência vivida e adquirida e os conhecimentos do enfermeiro de anestesia são fatores de segurança anestésica, uma vez que conduzem a uma atuação atempada e adequada (AESOP, 2014).

De facto, a rápida evolução das técnicas anestésicas e de monitorização dos doentes, que apresentam uma idade média elevada, frequentemente têm patologias associadas e estão poli - medicados, exige de toda a equipa, nomeadamente, do enfermeiro de anestesia, uma atuação eficaz e eficiente, proporcionada pela constante atualização dos seus conhecimentos e desenvolvimento de competências nesta área (AESOP, 2014).

O enfermeiro de anestesia acompanha o doente desde a sua entrada até à sua saída do BO e a sua atuação inicia-se na véspera da cirurgia, passa pela preparação de todo o material necessário à anestesia, pelo início e decorrer da anestesia, pelo momento após a cirurgia e pelo final do dia operatório (Pinto, 1990).

Os conhecimentos do enfermeiro de anestesia permitem-lhe, atuar em caso de complicações anestésicas ou de reações a medicamentos e as suas ações visam a manutenção da permeabilidade da via aérea, e de uma ventilação que seja adequada e também a vigilância e interpretação dos sinais vitais, assim como a integridade física e psicológica do utente.

O enfermeiro circulante tem como principal atividade deixar todos os instrumentos utilizados nas cirurgias em mesas, antes do início da cirurgia. Caso falte algum instrumento ou o cirurgião necessite de algum instrumento ou material que não esteja nas mesas, o enfermeiro circulante fica responsável pela obtenção de tal instrumento. Por isso os enfermeiros são chamados de enfermeiros circulantes. Os enfermeiros são também responsáveis pela acomodação do paciente na mesa cirúrgica antes de iniciar a cirurgia, a retirada do paciente da mesa cirúrgica após o término da cirurgia e pelo transporte do paciente até à sala de recobro pós-operatória.

Técnico auxiliar de ação médica é o profissional qualificado apto a prestar apoio em serviços de saúde, sob a direção e supervisão de um técnico superior

de saúde, intervindo na assistência ao utente, visando a promoção do seu bem-estar.

Aos profissionais das carreiras dos serviços gerais, na sua área de atuação, compete ainda, sem embargo do cumprimento das funções enunciadas, o exercício de todas as tarefas genericamente correspondentes às necessidades de apoio geral dos serviços e setores a que estejam adstritos, sempre que tais tarefas não sejam da competência de outrem ou assumam caráter urgente.

Os enfermeiros e auxiliares de ação médica trabalham por turnos de 8 horas, distribuídos por três turnos fixos, manhã, tarde e noite e, ainda, por turnos rotativos. No turno da manhã a laboração ocorre das 8 horas às 15 horas ou 16 horas, e por sua vez, no da tarde das 15 horas ou 16 horas até às 23 horas e, finalmente, no da noite das 23 horas até às 8 horas que no bloco não se faz.

Nas avaliações subjetivas foram aplicados questionários a sete diferentes tipos de membros da equipe cirúrgica formada pelo cirurgião, ajudante de cirurgião, instrumentista, anestesista e enfermeiros (circulante e anestesia) e ao auxiliar de ação médica.

Analisando os membros da equipa, a principal diferença entre eles era o tipo de atividade que cada um exerce (que influencia diretamente no metabolismo) e a posição em que se encontram na sala. Devido ao facto das cirurgias serem executadas praticamente no mesmo intervalo de tempo, por volta de uma hora a duas horas, e não ter-se notado diferenças na atividade exercida durante as cirurgias, o nível de atividade para cada membro da equipa cirúrgica foi considerado o mesmo durante o decorrer das cirurgias para as diferentes condições. Relativamente aos cirurgiões exercem as mesmas atividades em todas as cirurgias.

O mesmo ocorreu com as peças de vestuário utilizadas por cada membro da equipa cirúrgica.

A seguir são apresentadas as principais características para cada membro da equipa cirúrgica.

As suas peças de roupa são as seguintes: blusa manga curta, calça, avental de chumbo somente quando é utilizado o aparelho de radiologia, socos ou sapatos, touca, máscara e luvas e bata estéreis quando entram para mesa

operatória. Assim sendo tanto os cirurgiões, como os ajudantes assim como o instrumentista não devem ter nenhuma parte do corpo exposta, exceto a parte do rosto que a máscara não cobre (Figura 3.1).



Figura 3.1 Vestuário obrigatório na sala operatória na qual foi realizado o estudo.

A – Fato não reutilizável B – Barrete feminino C – Socos D – Protetores calçado E – Barrete masculino F – Fato de tecido.

Os cirurgiões, por estarem próximo da ferida cirúrgica, devem estar vestidos de tal maneira que nenhuma parte do corpo, exceto parte do rosto que a máscara não cobre, fique exposta. Tal característica é obrigatória unicamente para cirurgiões, ajudantes e instrumentista (Figura 3.2 – B).

Os ajudantes e instrumentista ficam posicionados na mesma região que os cirurgiões, também sofrendo a influência do calor libertado pelo foco cirúrgico. Muitos dos ajudantes avaliados eram cirurgiões também. Sua principal atividade é de auxiliar o cirurgião com os instrumentos e materiais necessários no ato cirúrgico.

Os anestesistas e enfermeiros de anestesia e circulante só entram no local denominada região 2 no início da cirurgia para poderem aplicar a anestesia ao paciente e outras técnicas quando necessárias. Ao longo do procedimento cirúrgico eles ficam na região denominada de região 1. Após a aplicação da anestesia os anestesistas observam as condições vitais do paciente através dos monitores localizados no ventilador mecânico. A sua farda é a seguinte: blusa manga curta, calça, socos, touca, máscara e luvas quando necessário.

Os enfermeiros de anestesia e circulante ficam posicionados no local denominado de região 1. Suas roupas são: blusa manga curta, calça, socos, touca, máscara, luvas e casaco se necessário (Figura 3.2 - A).



Figura 3.2. A - Roupas utilizadas no BO. B – Bata térmica utilizada pelo cirurgião, ajudante cirurgião e instrumentista na mesa cirúrgica.

As roupas e o nível de atividade dos ocupantes do ambiente estudado foram observados durante as medições para definição dos seus respectivos valores (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores de resistência de roupa e nível de atividade para os membros da equipa cirúrgica. Mora et al. (2001) e ASHRAE 55 (2004) e (Felix,2008)

	Isolamento de vestuário (clo)	Nível de atividade (met)
Cirurgião	0,86	1,6
Ajudante do cirurgião	0,86	1,4
Instrumentista	0,86	1,4
Anestesista	0,42	1,4
Enfermeiros	0,42	1,4

Para todos os efeitos, referencia-se que não existiu qualquer alteração da normalidade do ambiente para desenvolvimento desta pesquisa. Todos os resultados que foram obtidos, são reflexo das condições em que se encontram o local estudado, o qual nos fornece informações sobre os aspetos de conforto térmico e de acordo com os documentos encontrados em referências bibliográficas.

Os dados obtidos pelos instrumentos em sala foram colocados em computador e posteriormente foram tratados, trabalhados e analisados.

2. Tratamento e análise de dados

Por questões metodológicas, as regiões anteriores foram divididas em 5 zonas. Como podemos verificar na nova planta, a região 1 foi dividida em 4 zonas, e a região 2 fica denominada zona 5, assim facilitou a colocação dos instrumentos de medição e consequentes medições de ambiente térmico (Figura 3.3).

A sensação de calor, de frio ou de conforto térmico, sentido por um indivíduo tem sido, normalmente, avaliada utilizando uma escala de sete pontos. São as avaliações subjetivas dos indivíduos quando questionados sobre a sua sensação de conforto ou desconforto no interior de um determinado local. As suas respostas são registadas numa tabela, como, por exemplo, a de Fanger, a da ASHRAE ou a de Bedford (Tabela 7).

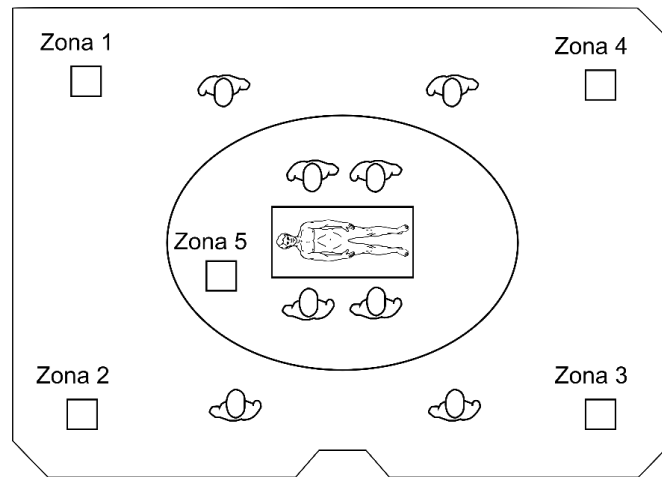


Figura 3.3 – Planta da sala dividida em 5 zonas de medição e localização dos membros da equipa cirúrgica.

Verificou-se que, relativamente aos valores do PMV, se passaram a considerar 4 zonas na anterior região 1, onde não existe grande variação de resultados. Relativamente à zona 5, que coincide com a região 2 anterior, podem constatar-se diferenças nos resultados obtidos.

As zonas são diferentes entre si visto que as medições físicas na zona 2 apontam para temperaturas mais diferenciadas e o metabolismo das pessoas localizadas neste local apresenta, na tabela de Fanger, valores mais elevados.

Tabela 7 – Escala de sete pontos

MUITO QUENTE	+3
QUENTE	+2
LIGEIRAMENTE QUENTE	+1
NEUTRO - CONFORTÁVEL	0
LIGEIRAMENTE FRIO	-1
FRIO	-2
MUITO FRIO	-3

Pode referir-se que na maioria das vezes se efetuaram medições até onde foi possível, excluindo a hipótese de o fazer por cima do doente e local cirúrgico. Comparando com uma medição sob os focos, constatou-se que o PMV passava de 0,4 para 0,9. Isto permite concluir que o foco, em si, tem interferência no conforto dos elementos que estão nessa zona. Nas mesmas condições, o foco consegue modificar o PMV para um valor muito mais elevado.

O mínimo valor da temperatura do ar registou-se no dia 28.04.14, pelas 20h06, sendo de 18,2°C. Segundo (Miguel, 2014), a temperatura mínima de conforto, para trabalhos ligeiros de pé, é de cerca de 17 °C (situação de inverno), verificando-se assim que o mínimo medido no local do estudo se encontra acima do indicado por este autor. Por sua vez, o máximo, 21,9 °C, ocorreu em 08.05.14, pelas 09h13. Este valor é sensivelmente idêntico ao valor indicado por (Miguel, 2014), que é de cerca de 22 °C.

No que respeita à humidade relativa, o valor mínimo situa-se nos 37% em 19.03.14 pelas 09h09 enquanto o valor máximo atingido é de 64,5% em 28.04.14, pelas 14h52 e em 28.04.14, pelas 18h30, verificando-se, assim, uma grande diferença entre estes dois valores.

Estes valores encontram-se na gama recomendada por (Miguel, 2014), segundo o qual a humidade relativa se deve situar entre cerca 30% e cerca de 70%, com um valor ótimo de 50%. A média atingida situa-se por volta dos 40%, valor próximo da humidade ótima para este tipo de trabalho.

A temperatura do globo apresentou valores entre 14,2 °C e 24,9°C, sendo registados em locais distintos, ou seja, o valor mais baixo foi registado por cima da marquesa, depois da cirurgia e o valor mais alto sob os focos atrás referidos.

Quanto à velocidade do ar, obtiveram-se valores entre 0,02 m/s e 0,37 m/s, sendo a média de 0,069 m/s. A quase generalidade dos valores, obtidos nos diferentes locais da sala operatória, situa-se abaixo do valor de referência (inferior a 0,2 m/s), sugerido por (Miguel, 2014), para trabalhos ligeiros de pé.

Como já havia sido referido no enquadramento teórico do presente estudo, o cálculo do índice PMV-PPD baseia-se em parâmetros físicos do ambiente térmico, metabolismo e isolamento do vestuário (ISO 7730:2006). Por sua vez, para se obter o valor do metabolismo final foi necessário verificar qual a postura, movimento e trabalho que os participantes adotam no momento do desempenho das suas funções. Após uma observação atenta ao tipo de trabalho realizado, verificou-se que 100% dos participantes executam tarefas ligeiras com os dois braços exceto em cirurgias mais pesadas, nomeadamente prótese total da anca ou prótese total do joelho que exigem um esforço físico maior do cirurgião.

Em termos de postura e deslocamento adotados verificou-se que cirurgião, o ajudante de cirurgião e o instrumentista permaneciam no mesmo local durante a realização do ato cirúrgico estando de pé na maioria das cirurgias, a não ser nas cirurgias da mão que são efetuadas na posição de sentado. Os restantes membros da equipa permanecem na zona 1 e ora circulam e se deslocam no espaço ora estão sentados, consoante as cirurgias e o tempo de duração das mesmas.

A partir da recolha destes dados, foi calculado o isolamento do vestuário (ISO 7730:2006) sendo, em média, de 0,83 Clo. Segundo a norma ISO 7730:2006, os valores recomendados de isolamento devem encontrar-se entre 1,0 Clo, no inverno, e 0,5 Clo, no verão, localizando-se, portanto, a média entre estes valores.

O PMV, como já havia sido exposto, representa o voto médio de um grupo significativo de pessoas em termos de sensação térmica. Sendo que o zero representa o conforto, os níveis acima deste valor referem-se a sensações quentes e abaixo a frias (Miguel, 2014).

Por sua vez, o PPD apresenta-nos uma previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas com determinado ambiente térmico (Miguel, 2014).

Estes índices foram calculados com base na combinação das médias das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura do globo, velocidade do ar e humidade relativa) (Tabela 8) da sala, com as médias do metabolismo e do isolamento do vestuário (Tabela 9).

Tabela 8 – Média dos valores ambientais nas 5 zonas na sala de operações

	Temperatura do Ar (°C)	Velocidade do Ar (m/s)	Humidade Relativa (%)	Temperatura Globo (°C)
Zona 1	20,7	0,06	57,6	21,1
Zona 2	20,6	0,07	57,7	21,1
Zona 3	21,2	0,06	57,6	21,3
Zona 4	20,8	0,05	55,4	21,1
Zona 5	19,1	0,03	56,6	20,4

Tabela 9 – Valores de isolamento do vestuário, metabolismo e nível de atividade para os membros da equipa cirúrgica

Actividade	Isolamento de vestuário (Clo)	Nível de atividade (W)	Nível de atividade (met)
Cirurgião	0,74	132,5	1,6
Ajudante do cirurgião	0,91	125,4	1,4
Instrumentista	0,78	120,2	1,4
Anestesista	0,65	104,5	1,4
Enfermeiros	0,47	104,5	1,4

Segundo o que é recomendado na norma ISO 7730:2006, os valores do PMV devem situar-se entre os -0,5 e os 0,5, o que neste caso não acontece, uma vez que, o valor máximo obtido é de 0,9 e o mínimo de 0,1, com um valor médio de 0,54.

Relativamente ao PPD pode, de igual forma, verificar-se que os valores obtidos são elevados quando comparados com os 10% recomendados na norma ISO 7730:2006, uma vez que, se situam entre 34% e 38%, ambos no turno da manhã.

Na Figura 3.4-A, verifica-se que as medições por quartis, que caracterizam as zonas, são 5. Na zona 5 tem-se uma maior dispersão de valores, sendo o local onde se efetua a cirurgia, aí se situa o doente, o cirurgião, o ajudante de cirurgião e a enfermeira instrumentista. Nas outras 4 zonas verifica-se que os valores do PMV estão mais próximos uns dos outros e com uma menor dispersão.

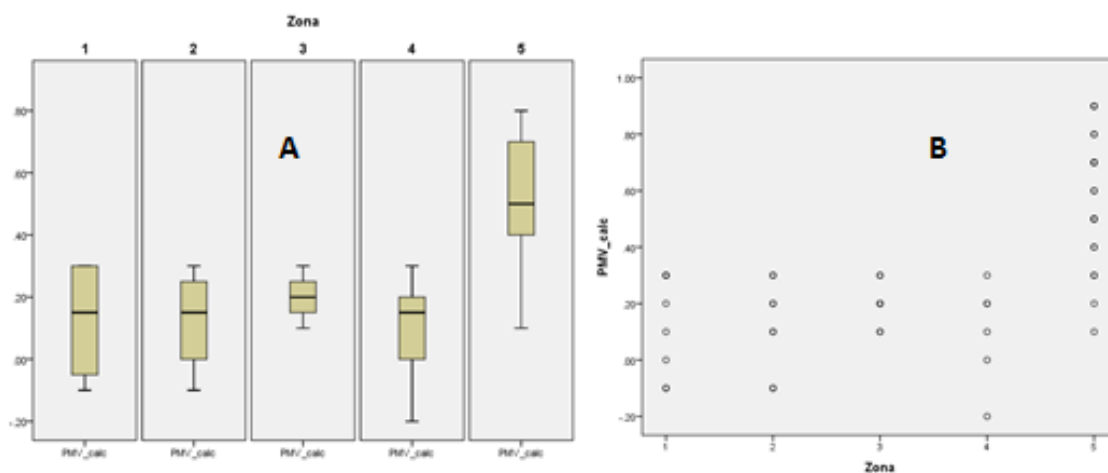


Figura 3.4 – A - Caracterização de zonas. B – PMV calculado na zona.

Quanto à Figura 3.4 – B, verifica-se uma maior distribuição, tendo as 4 primeiras zonas uma maior aproximação e homogeneidade, por sua vez, a zona 5 tem uma maior dispersão de valores o que leva a que haja uma alteração de valores também da temperatura, do metabolismo e isolamento do vestuário.

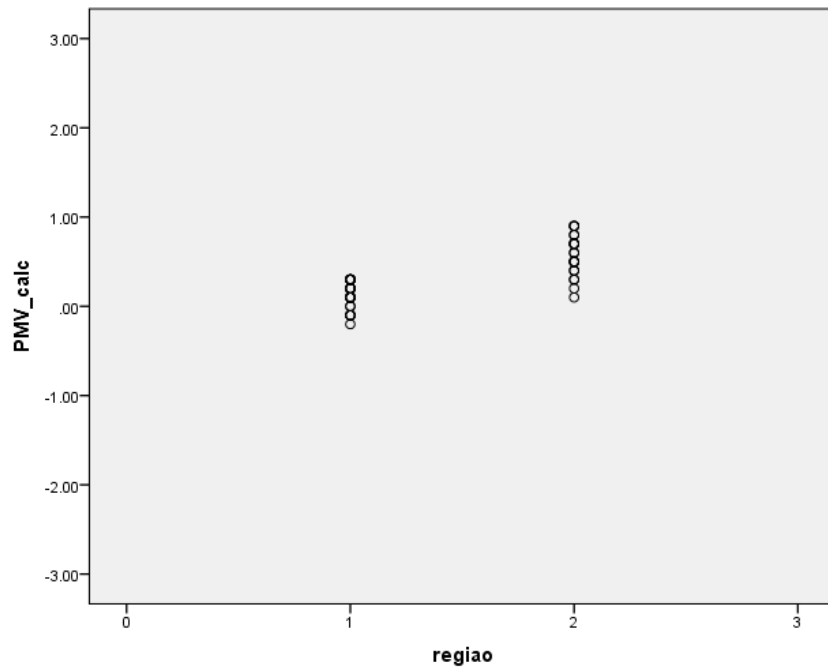


Figura 3.5 – PMV calculado por regiões mais importantes

A Figura 3.6 representa a divisão efetuada às duas divisões para efeitos de medição. Na região 1 foram efetuadas medições em quatro pontos da sala para uma melhor compreensão do espaço. Por sua vez, a região 2, devido à dimensão e devido a limitações de acesso, foi efetuada uma medição em diferentes cirurgias. No entanto tentou-se aproximar o mais possível da região de trabalho.

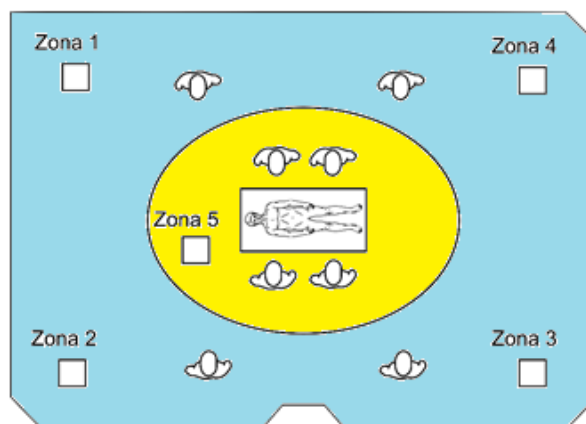


Figura 3.6 - Divisão das regiões (Azul – Região 1; Amarelo – Região 2)

Nesta Figura 3.5, verifica-se uma elevada homogeneidade, a nível de cada uma das regiões, estando ambas muito concentradas no conforto, mas a região 2 com valores positivos, ligeiramente quente. Na região 1 situa-se o anestesista e os enfermeiros de anestesia e circulante, na região 2 temos o cirurgião, ajudante de cirurgião e enfermeira instrumentista, que é uma zona mais quente, derivado aos fatos térmicos e focos de iluminação, apesar de haver sobre esta área uma conduta de entrada de ar de arrefecimento.

Nesta Figura 3.7, verifica-se que a amplitude de resultados da amostra da região um é maior do que a amplitude da região 2. Existe uma maior dispersão das respostas aos questionários.

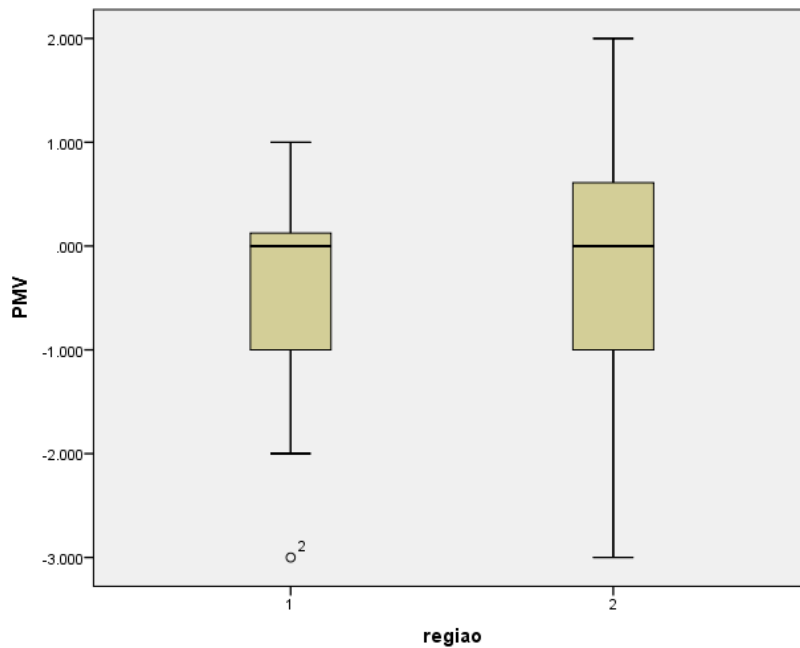


Figura 3.7 – PMV região com caracterização da amostra.

Com o diagrama de extremos e quartis (Boxplot) na Figura 3.7, a combinação dos PMV com as regiões definidas na sala operatória, permite estudar a configuração da distribuição, em particular, através deste diagrama também designado caixa de bigodes.

A zona de 50% das observações da região 1 tem 25% dos valores numa gama de PMV mais baixa (-2 e -1) e estão representados pelo primeiro quartil.

De igual forma, os outros 25%, representantes do segundo quartil, estão numa gama de PMV de -1 e 0. Apesar de a distribuição ter 50% dos valores negativos e os restantes positivos, esta é assimétrica porque apresenta uma maior dispersão nos valores negativos.

Podemos também observar que na região 2, esta tem uma distribuição e dispersão mais acentuada e com valores mais concentrados entre -1 e 1, mas assimétrica (desloca-se mais para baixo do valor neutro), ou seja, a mediana do PMV no interior da sala operatória é aumentada por valores extremos elevados.

Na tipologia da região 1, estas têm uma distribuição assimétrica negativa, a linha mediana dentro da caixa não está centrada, desloca-se mais para baixo da mediana, e a caixa também se desloca ao longo da linha, ou seja, a média do PMV é reduzida por valores extremos baixos.

Relativamente à tipologia da região 2, observamos uma distribuição assimétrica negativa, desloca-se mais para baixo e a caixa também se desloca ao longo da linha para mais valores negativos, ou seja, a média do PMV é aumentada por valores extremos tanto elevados, assim como negativos.

Verifica-se no gráfico da Figura 3.8 a comparação dos dados calculados com os dados dos questionários. O tipo 1 que são os valores calculados que apresentam uma mais elevada concentração no valor neutro, verificando-se no entanto alguns valores positivos que serão 20 medições.

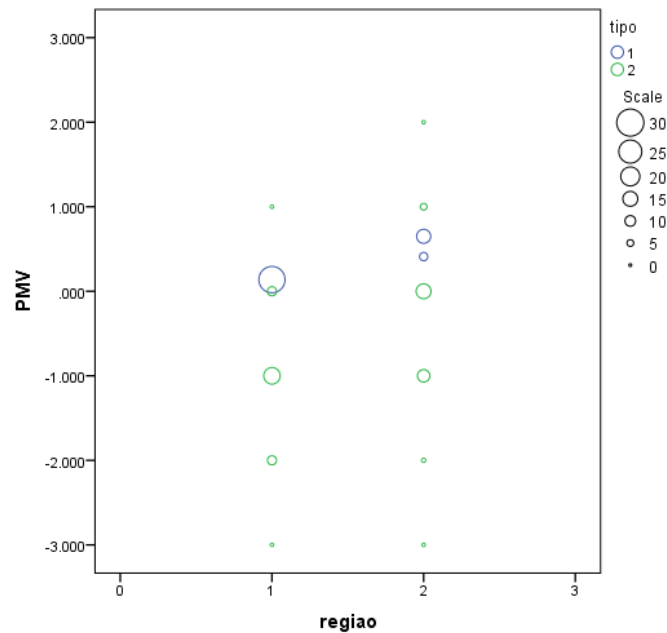


Figura 3.8 – PMV região com dados calculados com questionário.

Relativamente ao tipo 2 que representam os valores dos questionários, temos uma maior dispersão acentuada entre os valores 2 e -3.

É impossível obter num ambiente uma combinação das variáveis de conforto que satisfaça plenamente a todos os integrantes de um grande grupo.

A condição de neutralidade térmica ($PMV = 0$) corresponde sempre a 5% de insatisfeitos (Fanger, 1972).

Determinadas áreas do nosso corpo estão em contacto com uma zona onde se verifica que o fluxo de calor é especificamente elevado quando comparado com o resto do corpo. Esta assimetria, se for acentuada, causa desconforto térmico apesar de na globalidade o ambiente ser aceitável. Este desconforto é denominado por desconforto térmico local, problema que afeta pessoas com atividades sedentárias e reduzidas que são mais sensíveis às variações térmicas. Esse desconforto mais comum é causado por correntes de ar, podendo também ser proveniente de grandes variações de temperatura entre a cabeça e os tornozelos, e por um solo demasiado frio ou quente, assim como por assimetrias elevadas na temperatura radiante.

Neste gráfico, representado na Figura 3.9, verifica-se que os dados estão muito dentro dos limites, dos valores tanto na média como no desvio padrão assim como no intervalo de confiança para 95%. Verifica-se ainda que a grandeza desta diferença entre as respostas do calculado é mais concentrada a resposta, e com um grau de certeza muito maior, de estar localizada naquele intervalo mais pequeno e quanto às respostas do questionário a dispersão destas são muito maiores apesar de o grau de confiança ser de 95%.

Os inquéritos são um meio complementar de informação do ambiente térmico. Através destes é possível, embora com alguma margem de erro, conhecer o nível de conforto térmico percecionado pelas pessoas, assim como as variáveis térmicas individuais.

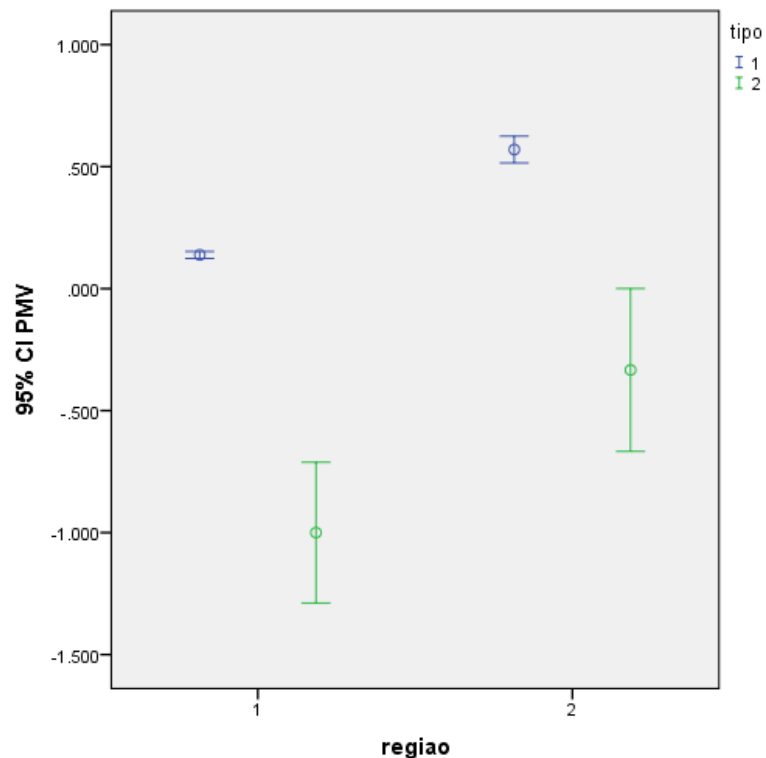


Figura 3.9 – PMV região com média e intervalos de confiança.

3. Discussão dos resultados

Verificou-se que, após a análise e tratamento dos dados obtidos, que o PMV nos testes é o PMV antes da cirurgia, o que não corresponde às condições do PMV calculado. Foi-se então refazer os testes para os valores de sensação térmica durante a realização da cirurgia.

Em primeiro lugar fez-se o seguinte, fizeram-se várias medições que foram definidas como zonas, ou seja, 4 zonas para diferentes pontos da região 1.

Na base de dados foram colocados em comparação os dados brutos como sendo todos os valores medidos, e os dados médios como sendo uma média dos valores para cada zona. E entende-se que usando os dados em bruto dá um resultado mais consonante com as perspetivas pretendidas.

Depois de refazer os gráficos, organizaram-se os dados de uma nova forma em que foram criadas as seguintes colunas:

PMV_Bruto_Regiao_1 vs Fonte_de_dados_1

PMV_Bruto_Regiao_2 vs Fonte_de_dados_2

Onde PMV_Bruto_Regiao_1 são os valores de PMV para a região 1, onde fazem par com a respetiva fonte de dados, sendo 1 para os valores calculados e 2 para os valores dos questionários. Relativamente às outras colunas os dados são análogos.

Tendo os dados sido distribuídos desta forma fez-se um teste de independência para os dados PMV_Bruto_Regiao_1 e PMV_Bruto_Regiao_2 de acordo com a respetiva origem. O objetivo era verificar se, dentro da mesma Região, haveria relação entre os dados calculados e os dados do questionário. Pelo que se percebeu, não existe evidência estatística da independência de dados, pelo que o valor do PMV dentro de cada Região não depende do facto de ser calculado ou por questionário. No entanto isto também pode ter a ver, com o facto de existir uma grande dispersão de dados no PMV proveniente dos questionários.

O teste de Mann-Whitney (teste U) é um teste não paramétrico utilizado para verificar se existem diferenças entre dois grupos e fazer comparações entre dois grupos numa variável dependente medida numa escala ordinal independentemente da dimensão dos grupos. A medida numérica que este teste utiliza é a medida de tendência central ou mediana. O importante aqui é que, para estes dois grupos, a distribuição da variável em análise, os valores de PMV, não estão da mesma forma distribuídos. No entanto, para o PMV_Bruto os dados

estão bastante dispersos (de -2 a 2, sensivelmente) e para o caso do PMV_calc, estão muito mais concentrados entre os valores 0 e 1 (Figura 3.10).

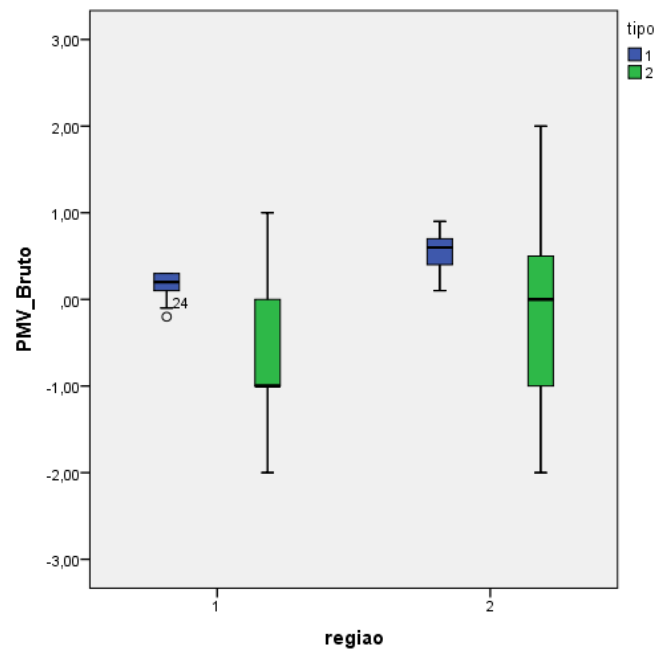


Figura 3.10 – PMV_ Bruto com região tipo.

Ao comparar-se estes valores não se devem só considerar os valores médios mas sim também a sua distribuição.

Verifica-se que, relativamente à amplitude, os questionários apresentam uma grande amplitude. A mediana na região 1 encontra-se em -1 e os valores das respostas encontram-se entre -2 e 1, verificando-se sensações de frio e sensações de ligeiramente quente segundo a tabela. Têm-se questionários com respostas com 50% dos dados com tendência para o frio.

As amplitudes da região 2 são maiores, no entanto a mediana é mais central, não existindo por isso tendência evidente tanto para o frio como para o quente. Verifica-se que 50% das respostas estão para o quente e que os outros 50% estão para o frio. Em relação ao cálculo na região 1 encontra-se a mediana muito acima do valor neutro, que representa uma amplitude ligeiramente quente. Em relação à região 2 a amplitude gráfica é maior, mas encontra-se entre os valores 0 e 1. A mediana encontra-se no 0,5, indicando-nos que são temperaturas de conforto.

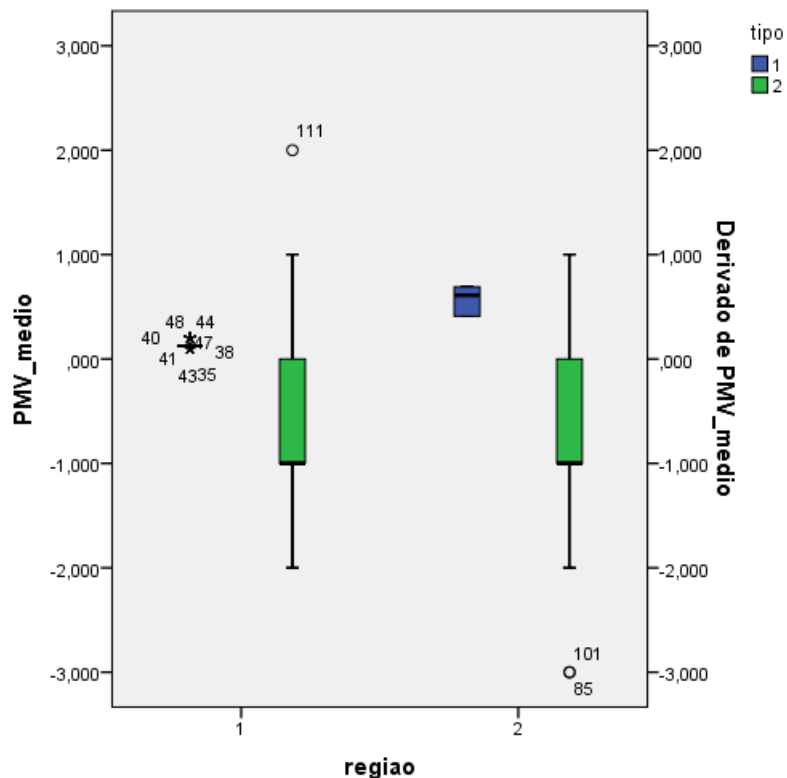


Figura 3.11 – PMV_ médio com Derivado de PMV_ médio com região tipo.

Através do teste de Mann-Whitney (Figura 3.11) verifica-se que o conforto térmico entre o tipo 1 e 2 é mais próximo do neutro no tipo 1 com uma maior concentração de valores, sendo a região 1 com uma plena homogeneidade das variâncias. Relativamente à região 2 no tipo 1 tem valores ligeiramente positivos, com amplitude pequena e com uma mediana no terço superior da amplitude, onde os valores obtidos se encontram mais concentrados. Quanto aos valores dos questionários verifica-se uma dispersão de valores tanto na região 1 como na 2, o que significa que nem todos na sala conseguem alcançar o conforto térmico na equipa cirúrgica. Tal circunstância deve-se a uma série de fatores, nomeadamente à climatização da sala, ao metabolismo individual, à atividade exercida e essencialmente ao vestuário utilizado.

Para o tratamento dos resultados dos inquéritos foram assumidas algumas considerações, uma vez que todos os inquiridos responderam de forma correta às questões do metabolismo. Considerou-se também que os cirurgiões eram todos do sexo masculino, e portanto apresentavam um valor metabólico mais elevado, e que as outras atividades eram de ambos os sexos.

A quantidade da transferência de calor depende da direção do fluxo de calor. O ar em contacto com um teto refrigerado, naturalmente inicia um percurso descendente, aumentando o movimento do ar sob aquela superfície. De um modo inverso, o ar em contacto com um teto aquecido, tende a estratificar-se junto ao teto, ficando com um pequeno coeficiente convectivo de transferência de calor.

É justamente pelo facto de as paredes serem aquecidas, ou arrefecidas, por radiação, que nestes casos a temperatura do ar ambiente pode ser respetivamente inferior ou superior à temperatura interior de projeto requerida por um sistema de climatização tradicional, de modo a atingir o mesmo nível de conforto térmico. E o facto de ser possível operar com estas temperaturas inferiores ou superiores, traduz-se em menores perdas térmicas para o exterior, com a consequente poupança de energia.

O tratamento e a análise dos dados recolhidos foram feitos através da utilização do *Software IBM® SPSS®* (Statistic Package for the Social Sciences), versão 20.0. e também utilizando nomeadamente para cálculos auxiliares, uma folha de Cálculo Excel®.

Tal como já havia sido referido no enquadramento teórico do presente estudo, o cálculo do índice PPD-PMV baseia-se em parâmetros físicos do ambiente térmico e parâmetros individuais tais como metabolismo e isolamento do vestuário (ISO 7730:2006). Por sua vez, para se obter o valor do metabolismo final foi necessário verificar qual a postura, movimento e trabalho que os participantes adotavam no momento do desempenho das suas funções. Após uma observação atenta ao tipo de trabalho realizado, verificou-se que 90% dos participantes executavam tarefas ligeiras com os dois braços e com as mãos.

O PMV, como já havia sido exposto, representa o voto médio de um grupo significativo de pessoas em termos de sensação térmica. Sendo que o zero representa o conforto, os níveis acima deste valor referem-se a sensações quentes e abaixo a frias (Miguel, 2014).

Por sua vez, o PPD apresenta-nos uma previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas com determinado ambiente térmico (Miguel, 2014).

Estes índices foram calculados com base na combinação das médias das variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante, velocidade do ar e humidade relativa) de cada dia e turno com as médias do metabolismo e do isolamento do vestuário.

4. Conclusões e perspectivas futuras

O presente estudo teve como base avaliar o conforto e o desconforto dos utilizadores da sala operatória.

Observando os parâmetros físicos do ambiente térmico, ou seja, temperatura do ar, humidade relativa, temperatura do globo e velocidade do ar pode concluir-se que todos se encontram dentro dos valores recomendados pela literatura internacional, no que se refere aos utilizadores do BO. O mesmo acontece no que diz respeito ao isolamento do vestuário e ao metabolismo, tendo como referência a norma ISO 7730:2006.

O índice PPD-PMV resultou em sensações térmicas “frias” e “ligeiramente quentes” para os questionários e relativamente ao calculado é neutro e “ligeiramente quente”, ultrapassando o estipulado na referida norma que indica que, para uma sensação de conforto térmico, os valores limite de PMV estão compreendidos entre -0,5 e 0,5, para um PPD de 10%.

Os inquiridos na região 1 tinham uma perceção de sensações de frio e sensações de ligeiramente quente segundo a tabela utilizada e como o valor do PMV fazia prever. Apresentam os questionários com respostas com 50% dos dados com tendência para o frio.

Quanto às amplitudes da região 2 são maiores, mas no entanto a mediana é mais central, não existindo por isso tendências evidentes tanto para o frio como para o quente. Verifica-se que 50% das questões estão para o quente e que os outros 50% estão para o frio.

Esta situação remete-nos para a possibilidade de uma sobrevalorização do frio por parte dos inquiridos. As grandes discrepâncias no cálculo do PMV encontram-se principalmente na determinação das componentes do

metabolismo e do isolamento do vestuário, uma vez que estes valores estão sujeitos a aproximações resultantes da aplicação de tabelas e a alguma ambiguidade na apreciação feita por parte dos questionados.

O fluxo de ar também corresponde ao esperado para uma sala de operações, existindo uma boa renovação de ar, acima de tudo na zona onde o paciente se encontra. As zonas de recirculação de ar na sala estudada são reduzidas, evitando assim a acumulação de poluentes, os quais constituem um suporte para o desenvolvimento de bactérias.

Através do estudo elaborado foi possível calcular um valor de PMV/PPD para a sala de operações. No entanto verificou-se que esta sala, tem um ponto que influencia as condições de conforto, nomeadamente, o foco de iluminação que altera o valor de PMV na sala estudada de 0,4 para 0,9. Este ponto torna-se problemático quando associado a tarefas que envolvem um nível metabólico mais elevado. Durante a atividade cirúrgica, existem ainda assimetrias no ambiente circundante, tais como correntes de ar, devidas ao sistema de ventilação e à necessidade de circulação em certos casos do pessoal na sala de operações.

Os locais e os turnos de trabalho escolhidos, para a realização do estudo, revelaram-se apropriados, uma vez que, existiam diferenças significativas nos parâmetros físicos do conforto térmico, e nas sensações térmicas experienciadas.

É cada vez mais importante que se realizem estudos a este nível com uma vertente, que seja essencialmente experimental em bloco operatório.

No entanto, no momento de se escolher a técnica mais representativa de medição de indicadores ambientais e pessoais é necessário ter-se em conta uma serie de fatores, como a complexidade instrumental, a interferência na atividade, o incómodo expectável, o custo associado e, como é natural, a relevância do método nos ambientes térmicos onde os sujeitos alvo de avaliação estão inseridos.

A determinação e adaptação de índices de conforto térmico PMV-PPD, também tendo em conta as preferências individuais dos utilizadores das salas operatórias.

Embora neste estudo tenha sido possível verificar algumas diferenças ao nível dos parâmetros físicos e pessoais no conforto das pessoas utilizadoras da sala operatória, seria pertinente alargar o estudo e as medições realizadas para os meses de inverno e de verão.

Seria ainda interessante, alargar este estudo a hospitais e clínicas que têm a função essencialmente cirúrgica e hospitais centrais.

De igual forma, numa investigação futura, a amostra para além de dever ser de maior dimensão, deveria incluir participantes do sexo feminino, como cirurgiãs e com uma maior gama de idades com o objetivo de se poder verificar a existência de correlações entre o género, a idade e a sensação térmica, uma vez que, neste estudo só havia participantes do sexo masculino como cirurgiões.

Deveriam ser utilizadas, também, mais salas de operação e consideradas mais especialidades médicas.

Devido à limitação do tempo disponível para efetuar a conclusão do trabalho não foi possível a aplicação do teste Kolmogorov - Smirnov.

Seria, eventualmente, mais indicada a utilização de um outro teste estatístico não paramétrico, como por exemplo o teste de Kolmogorov - Smirnov, para a análise das distribuições, e não apenas dos valores centrais.

Neste caso, a hipótese nula a ser testada seja que ambos os grupos são provenientes de populações com idênticas distribuições. Se se rejeitasse a hipótese nula, então os dois grupos difeririam na média, variabilidade e forma da distribuição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AESOP. (2014). *PORTUGAL. ASSOCIAÇÃO DOS ENFERMEIROS DE SALA DE OPERAÇÕES PORTUGUESES – Enfermagem perioperatória: da filosofia à prática dos cuidados*. (Lusodidacta, Ed.). Lisboa.
- Alfano d’Ambrosio, F. R., Palella, B. I., & Riccio, G. (2011). The role of measurement accuracy on the thermal environment assessment by means of PMV index. *Building and Environment*, 46(7), 1361–1369. doi:10.1016/j.buildenv.2011.01.001
- ANSI/ASHRAE, S.-2004. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (2004). Atlanta. Retrieved from http://www.almasesepahan.com/fh/download/ASHRAE_Thermal_Comfort_Standard.pdf
- ANSI/ASHRAE/170-2008. Ventilation of Health Care Facilities Approved by the ASHRAE Standards Committee on June 20, 2009; (2008). Retrieved from https://www.ashrae.org/.../docLib/.../20090708_a_170_2008_final.pdf
- ASHRAE. (2004). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy (Vol. 559): American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers., 55, 30. Retrieved from 0c12bedacd9fb315724f1f4e784549ef7893322b_1
- ASHRAE. (2007). Handbook HVAC applications healthcare facilities. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating, and Air-conditioning Engineers.
- Balaras, C. a., Dascalaki, E., & Gaglia, A. (2007). HVAC and indoor thermal conditions in hospital operating rooms. *Energy and Buildings*, 39(4), 454–470. doi:10.1016/j.enbuild.2006.09.004
- Carmo, H., & Ferreira, M. M. (1998). *Metodologia da Investigação - Guia para a Auto - Aprendizagem*. (Universida.). Lisboa.

- Carvalhais, A. C. A. (2011). *Contribuição para o Estudo da Tolerância Humana a Ambientes Térmicos Extremos: Ensaios de Validação de Câmara Climática*. Universidad do Porto - Faculdade de Engenharia.
- Cunha, A. M. F., Teixeira, J. C. F., & Teixeira, S. F. C. F. (2009). Computational Fluid Dynamics Applicable to Cloth Design. In *Volume 2: Biomedical and Biotechnology Engineering* (pp. 233–241). Lake Buena Vista, Florida: ASME. doi:10.1115/IMECE2009-13042
- Fanger, O. P. D. (2001). Human requirements in future air-conditioned environments *À s futurs Exigences humaines dans les environnements climatisés*, 24, 148–153. Retrieved from http://ac.els-cdn.com/S0140700700000116/1-s2.0-S0140700700000116-main.pdf?_tid=352bfede-4ed8-11e4-8526-00000aacb360&acdnat=1412765304_4dd901028398bfc67f80ba6d12f0d4f
- Felix, V. B. (2008). *DESCONFORTO LOCAL EM SALAS CIRURGICAS* Dissertação apresentada à Escola Politécnica da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Engenharia São Paulo.
- Fortin, M. F. (1999). *O processo de investigação, da concepção à realização. Lusociência*. (Edições té.). Loures.
- Freitas, L. C. (2011). *Manual de Segurança e Saúde do Trabalho , 2ª Edição - Revista, corrigida e aumentada*. (E. SÍLABO, Ed.) (2ª ed.).
- Grandjean, E., & Kroemer, K. H. E. (1997). *Fitting The Task To The Human, Fifth Edition: A Textbook Of Occupational Ergonomics* (p. 416). CRC Press. Retrieved from <http://www.google.pt/books?hl=en&lr=&id=mFswnpN8q5UC&pgis=1>
- Guyton, A. C., Hall, J. E. (2000). *Textbook of Medical Physiology*. (W. B. S. Company., Ed.) (9ª ed.). USA.
- Hensel, H. (1981). *Thermoreception and temperature regulation* . (T. in Springfield, Ed.). Lond.

- ISO, 7730:2006. (2006). Ergonomics of the thermal environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria. International Organization for Standard.
- Kameel, R., Khalil, E. (2003). *Predictions of turbulence behavior using k-8 model in operating theatres*. Cairo University, Egypt.
- Khodakarami, J., & Nasrollahi, N. (2012). Thermal comfort in hospitals – A literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(6), 4071–4077. doi:10.1016/j.rser.2012.03.054
- Lamberts, R., Prof, A., Augusto, A., & Vecchi, R. De. (2013). *CENTRO TECNOLÓGICO - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA CIVIL CONFORTO E STRESS TÉRMICO* (junho 2013.).
- McIntyre, M. E. et al. (1980). Eliassen-Palm Cross Sections for the Troposphere. *Journal of the Atmospheric Sciences*, 37, 2600–2616. Retrieved from <http://www.clidyn.ethz.ch/ese133/Papers/edmon80.pdf>
- Memarzadeh, F., & Manning, A. (2003). Reducing Risks of Surgery. *ASHRAE Journal*, (February 2'003), 28–33. Retrieved from ashrae.org
- Miguel, A. S. (2014). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho* (13th ed.). Porto: Porto Editora.
- Nagashima, K. (2006). Central Mechanisms for Thermoregulation in a Hot Environment. *Industrial Health*, 44(3), 359–367. doi:10.2486/indhealth.44.359
- Parsons, K. (2003). *Human Thermal Environments: the effects of hot, moderates and cold environments on human health, comfort and performance. The principles and practice*. (2nd ed., p. 560). London: Taylor & Francis.
- Pinto, A. da C. (1990). *Metodologia da investigação psicológica* (Edições jo., pp. 5–6). Porto.

- Pourshaghaghyan, A., & Omidvari, M. (2012). Examination of thermal comfort in a hospital using PMV-PPD model. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1089–95. doi:10.1016/j.apergo.2012.03.010
- Rodrigues, N. J. de O. (2011). *Caracterização do ambiente térmico ocupacional em salas de operação – construção de um modelo CFD. Tese de Mestrado Integrado em Engenharia. Biomédica Ramo de Biomateriais, Reabilitação e Biomecânica*. Universidade do Minho Escola de Engenharia.
- Rodrigues, N. J. O. (2011). Nelson José de Oliveira Rodrigues Caracterização do ambiente térmico computacional em salas de operação – construção de um modelo CFD Nelson José de Oliveira Rodrigues Caracterização do ambiente térmico ocupacional em salas de operação – construção de um.
- Santos, A. J. da C. (2009). *Sistemas De Climatização destinados a blocos operatórios*. ISEL -. Instituto Superior De Engenharia De Lisboa.
- Saúde, M. da. (2011). ACSS - Administração Central do Sistema de Saúde, IP Av. da República nº 34 | 1050-193 Lisboa Telefone: 217 824 000 | Fax: 217 824 096 | Email: geral@acss.min-saude.pt www. .min-saude.pt 2011 net 21.10.2014. Retrieved from www. .min-saude.pt 2011 net 21.10.2014
- Streubert, H. J. (2006). *Investigação Qualitativa em Enfermagem, Helen J. Streubert - WOOK* (p. 406). Retrieved from <http://www.wook.pt/ficha/investigacao-qualitativa-em-enfermagem/a/id/179559>
- Taylor, N. (2006). “*Challenges to Temperature Regulation When Working in Hot Environments*.” University of Wollongong, Australia.
- Widmaier et al. (2004). *Human Physiology at the University Bookstore*. (W. Reprographics., Ed.) (Ninth Edit.). Biomedical Library.
- Zwolińska, M., & Bogdan, a. (2012). Impact of the medical clothing on the thermal stress of surgeons. *Applied Ergonomics*, 43(6), 1096–104. doi:10.1016/j.apergo.2012.03.011

ANEXO A

A – QUESTIONÁRIO DE AMBIENTE TÉRMICO

A – Questionário de ambiente térmico

Universidade do Minho
Campus de Azurém
Alameda da Universidade, Guimarães



O presente questionário destina-se à realização de um estudo académico no âmbito de uma dissertação do Mestrado em Engenharia Humana da Universidade do Minho. A sua contribuição é imprescindível para assegurar a fiabilidade dos resultados, pois estes dependem do número de respostas válidas obtidas. A sua participação é anónima e as suas respostas são confidenciais, pelo que em nenhuma situação os seus dados individuais serão fornecidos.

Agradecemos, desde já, a sua colaboração que ocupará cerca de 5 minutos do seu tempo.

Escolha por favor as respostas, indicando-as com um X.

Data:	Sexo:	
__ / __ / __ (dd/mm/aa)	<input type="checkbox"/> Masculino	<input type="checkbox"/> Feminino
Idade:	Altura:	Peso:
____ (anos)	____ (cm)	____ (kg)

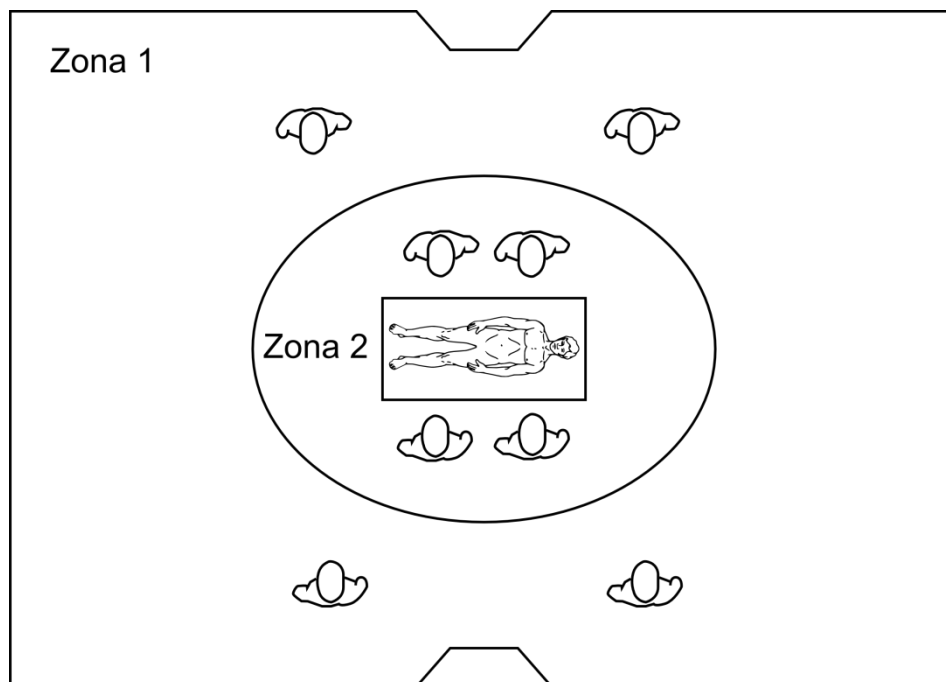
Indique por favor qual a atividade por si desempenhada na sala de operações.

- | | | | |
|--|-----------------------------------|--|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Cirurgião | <input type="checkbox"/> Ajudante | <input type="checkbox"/> Instrumentista | <input type="checkbox"/> Anestesista |
| <input type="checkbox"/> Enfermeiro | <input type="checkbox"/> Auxiliar | <input type="checkbox"/> Técnico de radiologia | |
| <input type="checkbox"/> Outros (representantes de empresas ...) | | | |

Escolha por favor, na tabela abaixo representada, as peças de vestuário que costuma utilizar durante a sua atividade.

- | | | | |
|---|--|--|--|
| <input type="checkbox"/> Touca | <input type="checkbox"/> Luvas | <input type="checkbox"/> Sandálias/So
cos | <input type="checkbox"/> Máscara |
| <input type="checkbox"/> Calças | <input type="checkbox"/> Bata | <input type="checkbox"/> Meias curtas | <input type="checkbox"/> Meias longas |
| <input type="checkbox"/> Camisa de
manga curta | <input type="checkbox"/> Camisa de
manga comprida | <input type="checkbox"/> T-Shirt
exterior | <input type="checkbox"/> T-Shirt
interior |
| <input type="checkbox"/> Meia calça
(algodão) | <input type="checkbox"/> Meia de vidro | <input type="checkbox"/> Camisola
interior
(algodão) | <input type="checkbox"/> Casaco |
- Outros:
-
-

Indique a região onde se encontra normalmente na sala, indicando-a com um X.



Como avalia a sua sensação térmica no momento que entrou na sala de operações, para iniciar a cirurgia



- | | | | | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Muito frio | Frio | Ligeiramente
frio | Neutro | Ligeiramente
quente | Quente | Muito
quente |
| <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Indique como gostaria de se ter sentido.

Mais fresco Sem alteração Mais quente

Como avalia a sua sensação térmica durante a cirurgia?



Muito frio Frio Ligeiramente frio Neutro Ligeiramente quente Quente Muito quente

Indique como gostaria de se ter sentido.

Mais fresco Sem alteração Mais quente

Como avalia a sua sensação térmica neste momento?



Muito frio Frio Ligeiramente frio Neutro Ligeiramente quente Quente Muito quente

Indique como gostaria de se sentir.

Mais fresco Sem alteração Mais quente

Transpirou durante a cirurgia?

Sim Não

Sentiu desconforto térmico devido:

Aquecimento do foco cirúrgico?

Sim Não Local (cabeça, pescoço, braços, etc.)

Aquecimento por um equipamento específico?

Sim Não Fonte (ventilador, etc.)

Frio provocado por correntes de ar?

Sim Não Local (cabeça, pescoço, braços, etc.)

Frio por estar próximo de superfícies frias?

Sim Não Fonte (parede, teto, etc.)

Frio em alguma parte do corpo por fonte desconhecida?

Sim Não Local (cabeça, pescoço, braços, etc.)

Calor em alguma parte do corpo por fonte desconhecida?

Sim Não Local (cabeça, pescoço, braços, etc.)

Comentários / Testemunho:

Por favor, selecione esta caixa para nos fornecer permissão para utilizar os dados deste questionário no nosso estudo.

Muito obrigado por nos ter disponibilizado o seu tempo para o preenchimento deste questionário. A sua participação é importante e muito apreciada!

ANEXO B

B – Resultados das medições em campo

B – Resultados das medições em campo

Tabela B.1 – Medições efetuadas nos vários pontos da sala com o cálculo do PMV/PPD para a atividade 1 e respetivo isolamento.

	Velocidade	Temperatura Ar	Temperatura Radiante	Humidade	Metabolismo-1	Clo-1	PMV	PPD	Zona
1	0,05	19,60	21,02	0,37	2,21	0,82	0,7	16	2
2	0,06	19,70	20,59	0,42	2,21	0,82	0,7	16	1
3	0,26	19,70	20,47	0,44	2,21	0,82	0,5	11	5
4	0,08	19,40	20,58	0,43	2,21	0,82	0,7	16	4
5	0,31	19,60	27,55	0,52	2,21	0,82	0,9	22	5
6	0,08	21,10	22,15	0,53	2,21	0,82	1	26	2
7	0,04	21,40	21,83	0,52	2,21	0,82	1	26	1
8	0,03	21,40	21,23	0,49	2,21	0,82	1	24	3
9	0,03	21,70	21,22	0,50	2,21	0,82	1	25	4
10	0,40	19	19,93	0,51	2,21	0,82	0,3	7	5
11	0,08	20,10	20,91	0,65	2,21	0,82	0,9	21	1
12	0,08	20,60	21,27	0,64	2,21	0,82	0,9	24	2
13	0,05	21,50	21,70	0,63	2,21	0,82	1	28	3
14	0,15	19	20,99	0,62	2,21	0,82	0,7	15	5
15	0,08	19,20	20,90	0,64	2,21	0,82	0,8	18	2
16	0,10	19	20,47	0,63	2,21	0,82	0,7	17	1
17	0,08	20,20	21,05	0,62	2,21	0,82	0,9	21	3
18	0,05	20,30	20,80	0,61	2,21	0,82	0,9	21	4
19	0,08	20,40	21,70	0,65	2,21	0,82	1	24	2
20	0,08	21,40	22,15	0,62	2,21	0,82	1,1	29	1
21	0,08	21,50	21,24	0,62	2,21	0,82	1	27	3
22	0,30	18,20	20,56	0,60	2,21	0,82	0,4	8	5

23	0,04	20,80	21,54	0,61	2,21	0,82	1	25	2
24	0,11	20,60	21,27	0,60	2,21	0,82	0,9	22	3
25	0,04	20,30	21,02	0,60	2,21	0,82	0,9	21	4
26	0,03	20,60	21,51	0,59	2,21	0,82	0,9	24	1
27	0,12	21,60	21,44	0,61	2,21	0,82	1	25	4
28	0,08	21,70	21,26	0,60	2,21	0,82	1	27	3
29	0,04	21,60	21,59	0,61	2,21	0,82	1	28	1
30	0,11	21,90	22,03	0,61	2,21	0,82	1,1	28	2
31	0,02	21,70	22,09	0,59	2,21	0,82	1,1	29	4
32	0,05	21,80	21,77	0,59	2,21	0,82	1,1	29	3
33	0,08	21,50	21,99	0,60	2,21	0,82	1	28	2
34	0,07	21,40	21,99	0,60	2,21	0,82	1	28	1
35	0,30	20,20	22,54	0,62	2,21	0,82	0,7	16	5
36	0,30	19,70	24,91	0,62	2,21	0,82	0,8	19	5

Tabela B.2 – Medições efetuadas nos vários pontos da sala com o cálculo do PMV/PPD para a atividade 2 e respetivo isolamento.

	Velocidade	Temperatura Ar	Temperatura Radiante	Humidade	Metabolismo-2	Clo-2	PMV	PPD	Zona
1	0,05	19,60	21,02	0,37	2,15	0,91	0,80	18,00	2,00
2	0,06	19,70	20,59	0,42	2,15	0,91	0,80	18,00	1,00
3	0,26	19,70	20,47	0,44	2,15	0,91	0,60	12,00	5,00
4	0,08	19,40	20,58	0,43	2,15	0,91	0,80	17,00	4,00
5	0,31	19,60	27,55	0,52	2,15	0,91	0,90	24,00	5,00
6	0,08	21,10	22,15	0,53	2,15	0,91	1,00	27,00	2,00
7	0,04	21,40	21,83	0,52	2,15	0,91	1,00	27,00	1,00
8	0,03	21,40	21,23	0,49	2,15	0,91	1,00	25,00	3,00
9	0,03	21,70	21,22	0,50	2,15	0,91	1,00	26,00	4,00
10	0,40	19	19,93	0,51	2,15	0,91	0,40	9,00	5,00
11	0,08	20,10	20,91	0,65	2,15	0,91	0,90	22,00	1,00
12	0,08	20,60	21,27	0,64	2,15	0,91	1,00	25,00	2,00
13	0,05	21,50	21,70	0,63	2,15	0,91	1,10	29,00	3,00
14	0,15	19	20,99	0,62	2,15	0,91	0,70	16,00	5,00
15	0,08	19,20	20,90	0,64	2,15	0,91	0,80	19,00	2,00
16	0,10	19	20,47	0,63	2,15	0,91	0,80	18,00	1,00
17	0,08	20,20	21,05	0,62	2,15	0,91	0,90	23,00	3,00
18	0,05	20,30	20,80	0,61	2,15	0,91	0,90	22,00	4,00
19	0,08	20,40	21,70	0,65	2,15	0,91	1,00	25,00	2,00
20	0,08	21,40	22,15	0,62	2,15	0,91	1,10	30,00	1,00
21	0,08	21,50	21,24	0,62	2,15	0,91	1,00	28,00	3,00
22	0,30	18,20	20,56	0,60	2,15	0,91	0,50	9,00	5,00

23	0,04	20,80	21,54	0,61	2,15	0,91	1,00	26,00	2,00
24	0,11	20,60	21,27	0,60	2,15	0,91	0,90	23,00	3,00
25	0,04	20,30	21,02	0,60	2,15	0,91	0,90	23,00	4,00
26	0,03	20,60	21,51	0,59	2,15	0,91	1,00	25,00	1,00
27	0,12	21,60	21,44	0,61	2,15	0,91	1,00	27,00	4,00
28	0,08	21,70	21,26	0,60	2,15	0,91	1,00	28,00	3,00
29	0,04	21,60	21,59	0,61	2,15	0,91	1,10	29,00	1,00
30	0,11	21,90	22,03	0,61	2,15	0,91	1,10	29,00	2,00
31	0,02	21,70	22,09	0,59	2,15	0,91	1,10	30,00	4,00
32	0,05	21,80	21,77	0,59	2,15	0,91	1,10	30,00	3,00
33	0,08	21,50	21,99	0,60	2,15	0,91	1,10	29,00	2,00
34	0,07	21,40	21,99	0,60	2,15	0,91	1,10	29,00	1,00
35	0,30	20,20	22,54	0,62	2,15	0,91	0,80	18,00	5,00
36	0,30	19,70	24,91	0,62	2,15	0,91	0,90	20,00	5,00

Tabela B.3 – Medições efetuadas nos vários pontos da sala com o cálculo do PMV/PPD para a atividade 3 e respetivo isolamento.

	Velocidade	Temperatura Ar	Temperatura Radiante	Humidade	Metabolismo-3	Clo-3	PMV	PPD	Zona
1	0,05	19,60	21,02	0,37	2,07	0,78	0,60	11,00	2,00
2	0,06	19,70	20,59	0,42	2,07	0,78	0,60	11,00	1,00
3	0,26	19,70	20,47	0,44	2,07	0,78	0,30	7,00	5,00
4	0,08	19,40	20,58	0,43	2,07	0,78	0,50	11,00	4,00
5	0,31	19,60	27,55	0,52	2,07	0,78	0,70	16,00	5,00
6	0,08	21,10	22,15	0,53	2,07	0,78	0,80	19,00	2,00
7	0,04	21,40	21,83	0,52	2,07	0,78	0,80	19,00	1,00
8	0,03	21,40	21,23	0,49	2,07	0,78	0,80	18,00	3,00
9	0,03	21,70	21,22	0,50	2,07	0,78	0,80	19,00	4,00
10	0,40	19	19,93	0,51	2,07	0,78	0,10	5,00	5,00
11	0,08	20,10	20,91	0,65	2,07	0,78	0,70	15,00	1,00
12	0,08	20,60	21,27	0,64	2,07	0,78	0,80	17,00	2,00
13	0,05	21,50	21,70	0,63	2,07	0,78	0,90	21,00	3,00
14	0,15	19	20,99	0,62	2,07	0,78	0,50	10,00	5,00
15	0,08	19,20	20,90	0,64	2,07	0,78	0,60	13,00	2,00
16	0,10	19	20,47	0,63	2,07	0,78	0,60	11,00	1,00
17	0,08	20,20	21,05	0,62	2,07	0,78	0,70	15,00	3,00
18	0,05	20,30	20,80	0,61	2,07	0,78	0,70	15,00	4,00
19	0,08	20,40	21,70	0,65	2,07	0,78	0,80	18,00	2,00
20	0,08	21,40	22,15	0,62	2,07	0,78	0,90	22,00	1,00
21	0,08	21,50	21,24	0,62	2,07	0,78	0,80	20,00	3,00
22	0,30	18,20	20,56	0,60	2,07	0,78	0,20	6,00	5,00

23	0,04	20,80	21,54	0,61	2,07	0,78	0,80	18,00	2,00
24	0,11	20,60	21,27	0,60	2,07	0,78	0,70	16,00	3,00
25	0,04	20,30	21,02	0,60	2,07	0,78	0,70	15,00	4,00
26	0,03	20,60	21,51	0,59	2,07	0,78	0,80	17,00	1,00
27	0,12	21,60	21,44	0,61	2,07	0,78	0,80	19,00	4,00
28	0,08	21,70	21,26	0,60	2,07	0,78	0,80	20,00	3,00
29	0,04	21,60	21,59	0,61	2,07	0,78	0,90	21,00	1,00
30	0,11	21,90	22,03	0,61	2,07	0,78	0,90	22,00	2,00
31	0,02	21,70	22,09	0,59	2,07	0,78	0,90	22,00	4,00
32	0,05	21,80	21,77	0,59	2,07	0,78	0,90	22,00	3,00
33	0,08	21,50	21,99	0,60	2,07	0,78	0,90	21,00	2,00
34	0,07	21,40	21,99	0,60	2,07	0,78	0,90	21,00	1,00
35	0,30	20,20	22,54	0,62	2,07	0,78	0,50	11,00	5,00
36	0,30	19,70	24,91	0,62	2,07	0,78	0,60	13,00	5,00

Tabela B.4 – Medições efetuadas nos vários pontos da sala com o cálculo do PMV/PPD para a atividade 4 e respetivo isolamento.

	Velocidade	Temperatura Ar	Temperatura Radiante	Humidade	Metabolismo-4	Clo-4	PMV	PPD	Zona
1	0,05	19,60	21,02	0,37	1,80	0,53	-0,10	5,00	2,00
2	0,06	19,70	20,59	0,42	1,80	0,53	-0,10	5,00	1,00
3	0,26	19,70	20,47	0,44	1,80	0,53	-0,50	9,00	5,00
4	0,08	19,40	20,58	0,43	1,80	0,53	-0,20	5,00	4,00
5	0,31	19,60	27,55	0,52	1,80	0,53	0,00	5,00	5,00
6	0,08	21,10	22,15	0,53	1,80	0,53	0,20	6,00	2,00
7	0,04	21,40	21,83	0,52	1,80	0,53	0,20	6,00	1,00
8	0,03	21,40	21,23	0,49	1,80	0,53	0,20	6,00	3,00
9	0,03	21,70	21,22	0,50	1,80	0,53	0,20	6,00	4,00
10	0,40	19	19,93	0,51	1,80	0,53	-0,80	18,00	5,00
11	0,08	20,10	20,91	0,65	1,80	0,53	0,00	5,00	1,00
12	0,08	20,60	21,27	0,64	1,80	0,53	0,10	5,00	2,00
13	0,05	21,50	21,70	0,63	1,80	0,53	0,30	7,00	3,00
14	0,15	19	20,99	0,62	1,80	0,53	-0,20	6,00	5,00
15	0,08	19,20	20,90	0,64	1,80	0,53	-0,10	5,00	2,00
16	0,10	19	20,47	0,63	1,80	0,53	-0,10	5,00	1,00
17	0,08	20,20	21,05	0,62	1,80	0,53	0,10	5,00	3,00
18	0,05	20,30	20,80	0,61	1,80	0,53	0,00	5,00	4,00
19	0,08	20,40	21,70	0,65	1,80	0,53	0,10	5,00	2,00
20	0,08	21,40	22,15	0,62	1,80	0,53	0,30	7,00	1,00
21	0,08	21,50	21,24	0,62	1,80	0,53	0,20	6,00	3,00
22	0,30	18,20	20,56	0,60	1,80	0,53	-0,70	15,00	5,00

23	0,04	20,80	21,54	0,61	1,80	0,53	0,20	6,00	2,00
24	0,11	20,60	21,27	0,60	1,80	0,53	0,10	5,00	3,00
25	0,04	20,30	21,02	0,60	1,80	0,53	0,10	5,00	4,00
26	0,03	20,60	21,51	0,59	1,80	0,53	0,10	5,00	1,00
27	0,12	21,60	21,44	0,61	1,80	0,53	0,20	6,00	4,00
28	0,08	21,70	21,26	0,60	1,80	0,53	0,20	6,00	3,00
29	0,04	21,60	21,59	0,61	1,80	0,53	0,30	6,00	1,00
30	0,11	21,90	22,03	0,61	1,80	0,53	0,30	7,00	2,00
31	0,02	21,70	22,09	0,59	1,80	0,53	0,30	7,00	4,00
32	0,05	21,80	21,77	0,59	1,80	0,53	0,30	7,00	3,00
33	0,08	21,50	21,99	0,60	1,80	0,53	0,30	7,00	2,00
34	0,07	21,40	21,99	0,60	1,80	0,53	0,30	7,00	1,00
35	0,30	20,20	22,54	0,62	1,80	0,53	-0,20	6,00	5,00
36	0,30	19,70	24,91	0,62	1,80	0,53	-0,10	5,00	5,00