



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

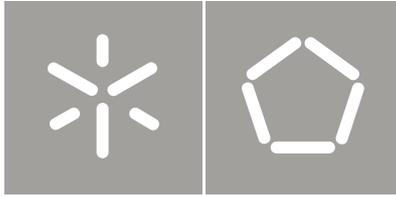
Maria Elisa Machado Araújo

Desempenho Cognitivo em  
Ambientes Térmicos Moderados

Maria Elisa Machado Araújo  
Desempenho Cognitivo em  
Ambientes Térmicos Moderados

UMinho | 2012

Novembro de 2012



**Universidade do Minho**

Escola de Engenharia

Maria Elisa Machado Araújo

**Desempenho Cognitivo em  
Ambientes Térmicos Moderados**

Tese de Mestrado  
Engenharia Humana

Trabalho efectuado sob a orientação do  
**Professor Doutor Pedro Miguel Ferreira Martins Arezes**  
**Professora Doutora Ana Cristina da Silva Braga**

Aos meus pela sua valiosa compreensão  
e apoio nos momentos mais  
difíceis e de desânimo,



# AGRADECIMENTOS

---

Após um ano intenso de trabalho, do qual naturalmente fizeram parte contratempos e contrariedades, surge agora um enorme sentimento de satisfação por ver este projeto concretizado. Gostaria de referir que este trabalho constituiu uma oportunidade de aprendizagem não só a nível académico, como também a nível pessoal. Todavia, a realização deste trabalho não teria sido possível sem o apoio, ajuda, orientação, compreensão, acompanhamento, incentivo e apoio constante de todos aqueles que direta ou indiretamente me acompanharam neste projeto.

Assim, não posso deixar de expressar a minha gratidão pelo empenho que, em diferentes momentos essas pessoas demonstraram.

Ao Doutor Pedro Arezes e à Doutora Ana Cristina Braga pela sua orientação, apoio e disponibilidade constante.

Ao Doutor Pedro Albuquerque e ao Doutor Nelson Costa pela disponibilidade demonstrada e a ajuda dispensada.

Ao Ricardo Gonçalves pelo desenvolvimento do *site*, que foi uma ferramenta de recolha de dados essencial para este estudo.

Aos participantes do estudo, pela sua amabilidade, generosidade e paciência demonstradas ao longo do estudo.

À Tiz pela sua disponibilidade, apoio e interesse demonstrados.

À Sofia Carvalho pela ajuda com as plantas dos locais onde se desenvolveu o estudo.

À Vânia, à Joana, à Sílvia, à Guida e de um modo geral a todos os meus amigos, pelo apoio essencial que me deram ao longo deste trabalho.

Ao João Pedro por ter encarado este projeto como um projeto comum, pelo amor e pelo apoio incondicional, por ter partilhado comigo os momentos de desânimo e de desmotivação, por ter contribuído para concretização deste projeto.

Aos meus pais e aos meus irmãos por serem o meu alicerce, e por todo o carinho e compreensão demonstrada ao longo deste ano.



# RESUMO

---

A função cognitiva desempenha um papel fundamental em ambientes ocupacionais, nomeadamente na tomada de decisões, na orientação, segurança e na produtividade. Um ambiente térmico que cause desconforto poderá afetar o desempenho cognitivo, neste sentido, diversos estudos têm sido levados a cabo com o objetivo de tentar perceber a relação entre o ambiente térmico e o desempenho cognitivo. Contudo a influência do ambiente térmico na função cognitiva ainda se mantém equívoca, na medida em que se verificam algumas discrepâncias nos resultados obtidos em termos de investigação nesta área.

O objetivo do presente estudo foi tentar perceber de que forma um ambiente térmico moderado, em contexto ocupacional, poderá afetar a memória de trabalho, o raciocínio e a concentração. Mais especificamente, pretendeu-se estudar a influência que os parâmetros físicos do ambiente térmico e o conforto térmico têm nos referidos processos da função cognitiva.

Neste sentido, foi realizado um trabalho de campo, em que se efetuaram medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico, em que se aferiu a perceção dos participantes sobre o ambiente térmico e se aplicaram testes de avaliação da memória de trabalho, do raciocínio e da concentração.

O estudo foi desenvolvido em três escritórios de diferentes empresas e em três laboratórios de investigação numa universidade, contando com a participação de vinte e sete sujeitos.

Foram estabelecidos doze dias de observação não consecutivos por cada sujeito. Para cada dia de observação foram definidos três períodos de observação, onde em cada um deles foi aplicado um teste de avaliação do desempenho cognitivo e um questionário sobre o conforto/desconforto térmico, geral e local, percecionado pelos participantes. Durante cada dia de observação foram efetuadas medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico.

Os resultados obtidos permitiram verificar que o intervalo de temperaturas consideradas como confortáveis pelos sujeitos é entre 20-25°C. Relativamente às sensações térmicas locais reportadas pelos sujeitos verificou-se uma tendência em reportar sensações frias ao nível dos pés, enquanto que ao nível da cabeça foram reportadas sensações térmicas mais quentes. Em termos de desempenho cognitivo, verificou-se que o Tempo de Reação do teste da memória de trabalho tende a aumentar quando são reportadas sensações térmicas mais quentes na cabeça e a aumentar quando são reportadas sensações térmicas mais frias ao nível dos pés. Os resultados do teste que avalia o raciocínio não se revelaram relacionados com os parâmetros físicos do ambiente térmico nem com os indicadores de conforto térmico. Relativamente à concentração verificou-se que o desempenho dos participantes tende a diminuir ao longo do dia de trabalho. Os resultados sugerem ainda uma melhoria no desempenho com o aumento da temperatura em intervalos de exposição superiores a duas horas. De um modo geral, os resultados deste teste sugerem ainda que o desempenho tende a melhorar quando se verificam temperaturas mais quentes e quando são previstas sensações térmicas mais quentes. Constatou-se ainda que o *Score* deste teste tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais quentes ao nível dos pés, sendo que o Tempo de Reação tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais frias ao nível da cabeça e das mãos.

**Palavras-Chave:** Ambiente Térmico, Conforto Térmico, Desempenho Cognitivo.



# ABSTRACT

---

Cognitive function plays a key role on the occupational environment, particularly in decision making, orientation, safety and productivity. A thermal environment that causes discomfort may affect cognitive performance and several studies have been conducted in order to understand the relationship between the thermal environment and cognitive performance. However the influence of the thermal environment on cognitive function still remains ambiguous, since some discrepancies have been observed in results obtained, in terms of research in this area.

The aim of this study is to understand how moderate environments, in occupational settings, may affect working memory, reasoning and concentration. More specifically, it is intended to study the influence of the physical parameters of the thermal environment and thermal comfort in referred processes of cognitive function.

In this sense, a field work was carried out, in which a measurement of physical parameters of the thermal environment was made, the participants' perception of the thermal environment was assessed and tests of working memory, reasoning and concentration were applied.

The study was developed in three offices of three different companies and at three research laboratories at one university, with the participation of 27 subjects.

Observation of each subject was carried out on twelve nonconsecutive days. There were three defined periods for each day of observation where in each of them, a test was applied to assess the cognitive performance and a questionnaire about general and local thermal comfort/discomfort was assessed. During each day of observation, measurements of physical parameters of the thermal environment were conducted.

The results obtained in this study allowed us to verify that the temperature range, considered comfortable by the subjects, was 20-25°C. With regards to local thermal sensations by the subjects, they reported a tendency of cold sensations to the feet, whereas they had warm thermal sensations to the head. In terms of cognitive performance, it was found that the Reaction Time of working memory test tends to increase when warmer thermal sensations were reported to the head and to increase when cooler thermal sensations were reported to the feet. The results of the test that evaluates the reasoning were not connected with the physical parameters of the thermal environment or with the indicators of thermal comfort. Regarding the concentration it was found that participants' performance tends to decrease during the work day. The results also suggest an improvement in performance with increasing temperature exposure for intervals longer than two hours. Generally, the results of this test also suggested that the performance tends to improve when warmer temperatures were provided and when the warmer thermal sensations were predicted. It was further observed that this test *Score* tends to be higher when a warmer sensation was reported to the feet, and the Reaction Time tends to be higher when a colder sensation to the head and hands was reported.

**Keywords:** Thermal Environment, Thermal Comfort, Cognitive Performance.



# ÍNDICE GERAL

---

INTRODUÇÃO.....	1
PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	3
CAPÍTULO 1 - AMBIENTE TÉRMICO EM CONTEXTO OCUPACIONAL.....	5
1.1. INTRODUÇÃO .....	5
1.2. AMBIENTE TÉRMICO.....	5
1.2.1. DEFINIÇÃO.....	5
1.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO.....	6
1.2.3. EQUILÍBRIO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO .....	7
1.2.4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO .....	8
1.2.5. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA E NORMAS INTERNACIONAIS.....	9
1.3. CONFORTO TÉRMICO.....	11
1.3.1. PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO .....	12
1.3.2. AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO .....	17
CAPÍTULO 2 - IMPACTO DO AMBIENTE TÉRMICO NO DESEMPENHO COGNITIVO.....	21
2.1. INTRODUÇÃO .....	21
2.2. INTERAÇÃO ENTRE O HOMEM E O AMBIENTE OCUPACIONAL.....	22
2.2.1. ERGONOMIA AMBIENTAL.....	22
2.2.2. A FUNÇÃO COGNITIVA EM CONTEXTO OCUPACIONAL.....	23
2.3. FUNÇÃO COGNITIVA .....	24
2.3.1. PERCEÇÃO.....	24
2.3.2. ATENÇÃO.....	25
2.3.3. MEMÓRIA.....	26
2.3.4. PENSAMENTO.....	26

2.4. INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NO DESEMPENHO COGNITIVO .....	27
2.4.1. EFEITOS DOS AMBIENTES QUENTES NO DESEMPENHO COGNITIVO .....	28
2.4.2. EFEITOS DOS AMBIENTES MODERADOS NO DESEMPENHO COGNITIVO.....	29
2.4.3. EFEITOS DOS AMBIENTES FRIOS NO DESEMPENHO COGNITIVO.....	30
PARTE II – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO.....	31
CAPÍTULO 3 - DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJECTIVOS.....	33
3.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E PERTINÊNCIA DO ESTUDO.....	33
3.2. OBJECTIVOS .....	34
CAPÍTULO 4 - METODOLOGIA .....	35
4.1. INTRODUÇÃO .....	35
4.2. AMOSTRAGEM .....	36
4.3. DESENHO DO ESTUDO .....	36
4.4. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO.....	39
4.4.1. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO .....	40
4.4.2. TÉCNICA DE MEDIÇÃO.....	41
4.4.3. TEMPERATURA DO AR E HUMIDADE RELATIVA EXTERIORES .....	42
4.5. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS .....	42
4.5.1. <i>QUESTIONÁRIO 0</i> .....	43
4.5.2. <i>QUESTIONÁRIO 1</i> .....	47
4.6. TESTES DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO.....	49
4.6.1. <i>TESTE DIGIT SPAN</i> .....	50
4.6.2. <i>TESTE ODD ONE OUT</i> .....	51
4.6.3. <i>TESTE FEATURE MATCH</i> .....	52
4.7. <i>SITE</i> .....	53
CAPÍTULO 5 - APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	58
5.1. INTRODUÇÃO .....	59

5.2. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS .....	59
5.2.1. CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS .....	60
5.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO .....	61
5.2.3. VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO .....	62
5.2.4. VARIÁVEIS DESEMPENHO COGNITIVO .....	64
5.3. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EXTERIORES .....	64
5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS .....	66
5.4.1. LOCAL 1 .....	67
5.4.2. LOCAL 2 .....	68
5.4.3. LOCAL 3 .....	70
5.4.4. LOCAL 4 .....	72
5.4.5. LOCAL 5 .....	74
5.4.6. LOCAL 6 .....	75
5.5. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA .....	77
5.6. ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS .....	78
5.6.1. ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS .....	78
5.6.2. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO .....	80
5.6.3. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO .....	81
5.6.4. TESTES DE DESEMPENHO COGNITIVO .....	84
5.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS .....	85
5.7.1. TESTE A .....	86
5.7.2. TESTE B .....	96
5.7.3. TESTE C .....	103
CAPÍTULO 6 - CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS .....	113
BIBLIOGRAFIA .....	117
ANEXO I – <i>E-MAILS</i> .....	A1

ANEXO II – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO.....	A5
ANEXO III – CERTIFICADO DO TERMOANEMÓMETRO.....	A7
ANEXO IV – PONTOS DE AMOSTRAGEM DOS LOCAIS .....	A9
ANEXO V – <i>QUESTIONÁRIO 0</i> .....	A13
ANEXO VI – <i>QUESTIONÁRIO 1</i> .....	A19
ANEXO VII – CÁLCULOS DO METABOLISMO.....	A23
ANEXO VIII – VESTUÁRIO .....	A25
ANEXO IX – TABELAS DOS REGISTOS DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS.....	A27

# SIGLAS, ABREVIATURAS E ACRÓNIMOS

---

ANOVA	<i>Analysys of variance</i>
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
<i>Bonferroni</i>	Ou correção de <i>Bonferroni</i> , é um método aplicado para neutralizar problemas de comparações múltiplas, reduzindo a probabilidade de cometer um erro do tipo I.
Clo	<i>Clothing measurement unit</i>
CD	<i>Compact Disk</i>
°C	Graus Celsius, escala de medida para a temperatura
Dir.	Direito
<i>DP</i>	Desvio padrão, mostra a variação ou dispersão que existe em relação à média
EASHW	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i>
Esq.	Esquerdo
<i>F</i>	Frequência, número de ocorrências de um evento
hPa	Hectopascal, unidade que deriva do Pascal unidade de pressão no Sistema Internacional
<i>Google Docs</i>	Serviço gratuito de processamento de texto, folhas de cálculo e armazenamento de dados, baseado na rede
HR	Humidade Relativa
HR30	Média da Humidade Relativa num intervalo de tempo de 30 minutos
HR[2;4]	Média da Humidade Relativa num intervalo de tempo de 2 a 4 horas
HR[4;8]	Média da Humidade Relativa num intervalo de tempo de 4 a 8 horas
<i>IBM® SPSS®</i>	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> , software comercial de análise estatística desenvolvido e distribuído pela empresa <i>IBM</i>
IEA	<i>International Ergonomics Association</i>
Icl	Isolamento do vestuário
ID	Identificação
IIQ	Intervalo interquartilico, diferença entre o quartil superior e o quartil inferior de um conjunto de dados numéricos
IMC	Índice de Massa Corporal

ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Kg	Quilo, unidade do Sistema Internacional de peso
M	Metro, unidade de comprimento no sistema métrico
<i>M</i>	Média, média aritmética de um conjunto de valores
<i>Md</i>	Mediana, valor numérico que separa dos valores mais altos da amostra dos valores mais baixos da amostra
met	Taxa de metabolismo
mm	Milímetros, unidade que deriva do metro, unidade de comprimento no sistema métrico
m/s	Metro por segundo, unidade de velocidade do Sistema Internacional
m <sup>2</sup>	Metros quadrados, unidade derivada do Sistema Internacional para áreas
<i>Mo</i>	Moda, valor que aparece com maior frequência numa amostra
<i>MySQL</i>	Sistema <i>open source</i> de gestão de base de dados relacionais
N	Número
<i>p</i>	Ou <i>p-value</i> , é a probabilidade de ocorrência de um determinado evento de forma casual
php	Linguagem <i>open source</i> desenvolvida para criar páginas web dinâmicas
PMV	<i>Predicted Mean Vote</i> , voto médio previsível
PMV30	<i>Predicted Mean Vote</i> calculado para um intervalo de tempo de 30 minutos
PMV[2;4]	<i>Predicted Mean Vote</i> calculado para um intervalo de tempo de 2 a 4 horas
PMV[4;8]	<i>Predicted Mean Vote</i> calculado para um intervalo de tempo de 4 a 8 horas
PPD	<i>Predicted Percentage of Dissatisfied People</i> , percentagem prevista de insatisfeitos
<i>Post-Hoc</i>	Análise mais detalhada, entre subgrupos, após um teste estatístico de diferenças
QMV-H&O	Questionário de Matutividade e Vespertinidade de Horne & Oestberg
<i>r<sub>s</sub></i>	Coefficiente de correlação <i>Spearman</i>
<i>Score</i>	Pontuação obtida nos testes de avaliação do desempenho cognitivo
SI	Sistema Internacional
STG	Sensação Térmica Geral
Ta	Temperatura do Ar
Ta30	Média da Temperatura do Ar num intervalo de tempo de 30 minutos
Ta[2;4]	Média da Temperatura do Ar num intervalo de tempo de 2 a 4 horas

Ta[4;8]	Média da Temperatura do Ar num intervalo de tempo de 4 a 8 horas
Tg	Temperatura de Globo
Tg30	Média da Temperatura de Globo num intervalo de tempo de 30 minutos
Tg[2;4]	Média da Temperatura de Globo num intervalo de tempo de 2 a 4 horas
Tg[4;8]	Média de Temperatura de Globo num intervalo de tempo de 8 a 4 horas
TR	Tempo de Reação, diferença de tempo entre a apresentação de um estímulo até respetiva resposta
Va	Velocidade do Ar
WAIS	<i>Wechsler Adult Intelligence Scales</i>



# ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1.1 – Normas ISO.....	10
Figura 1.2 – PPD em função do PMV.....	19
Figura 2.1 – Efeitos do aumento da temperatura.....	29
Figura 4.1 – Desenho do Estudo.....	37
Figura 4.2 – Equipamentos de medição utilizados.....	40
Figura 4.3 – Ponto de Amostragem num dos Locais em Estudo.....	42
Figura 4.4 – Esquema da Estrutura do <i>Questionário 0</i> .....	44
Figura 4.5 – Estrutura do <i>Questionário 1</i> .....	48
Figura 4.6 – Diagrama com as diferentes partes do corpo.....	49
Figura 4.7 – Teste <i>Digit Span</i> .....	51
Figura 4.8 – Teste <i>Odd One Out</i> .....	52
Figura 4.9 – Teste <i>Feature Match</i> .....	53
Figura 4.10 – <i>Screenshot</i> do <i>site</i> de apoio ao estudo.....	54
Figura 4.11 – Processo de registo dos participantes no <i>site</i> .....	55
Figura 4.12 – Interface do <i>site</i> .....	57
Figura 4.13 – Interface da base de dados do <i>site</i> .....	58
Figura 5.1 – Esquema representativo dos intervalos de exposição.....	61
Figura 5.2 – Máximos e mínimos diários das temperaturas do ar exteriores.....	65
Figura 5.3 – Máximos e mínimos diários das humidades relativas exteriores.....	65
Figura 5.4 – Planta do Local 1.....	67
Figura 5.5 – Planta do Local 2.....	69
Figura 5.6 – Planta do Local 3.....	71
Figura 5.7 – Planta do Local 4.....	72
Figura 5.8 – Planta do Local 5.....	74
Figura 5.9 – Planta do Local 6.....	75
Figura 5.10 – Caracterização dos participantes face ao tempo de trabalho.....	78
Figura 5.11 – Resultado da aplicação do questionário <i>Horne &amp; Ostberg</i> .....	79
Figura 5.12 – Caracterização da sensação térmica geral.....	82

Figura 5.13 – Caracterização da preferência térmica.....	83
Figura 5.14 – Caracterização da preferência térmica em relação à Ta30.....	83
Figura 5.15 – Caracterização da sensação térmica local .....	84
Figura 5.16 – Distribuição dos <i>Scores</i> médios, máximos e mínimos do Teste A.....	87
Figura 5.17 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do Teste A .....	87
Figura 5.18 – Caixa de bigodes do <i>Score</i> (a) e TR (b) do Teste A.....	91
Figura 5.19 – Caixa de bigodes do <i>Score</i> (a) e TR (b) em função das 4 gamas de Ta30.....	93
Figura 5.20 – Distribuição dos <i>Scores</i> médios, máximos e mínimos do teste B.....	96
Figura 5.21 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do teste B.....	97
Figura 5.22 – Caixa de bigodes do TR do Teste B .....	98
Figura 5.23 – Distribuição dos <i>Scores</i> médios, máximos e mínimos do teste C.....	104
Figura 5.24 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do teste C.....	104
Figura 5.25 – Caixa de bigodes do <i>Score</i> do Teste C em função do Período de Observação...	106
Figura I.1 - <i>E-mail</i> enviado a cada participante, antes de cada observação. ....	A1
Figura I.2 – <i>E-mail</i> enviado a cada participante antes da execução do teste .....	A2
Figura I.3 – <i>E-mail</i> recebido pelo administrador do <i>site</i> .....	A3
Figura IV.1 - Planta do Local 1/ponto de amostragem .....	A9
Figura IV.2 - Planta da sala A e sala B do Local 2 /ponto de amostragem.....	A9
Figura IV.3 - Planta do Local 3/ponto de amostragem .....	A10
Figura IV.4 - Planta do Local 4/ponto de amostragem .....	A10
Figura IV.5 - Planta do Local 5/ponto de amostragem. ....	A11
Figura IV.6 - Planta do Local 6/ponto de amostragem. ....	A11

# ÍNDICE DE TABELAS

---

Tabela 1.1 – Temperaturas recomendadas para diversas atividades.....	12
Tabela 1.2 – Escala de sensação térmica .....	18
Tabela 4.1 – Horários das medições nos locais a caracterizar .....	40
Tabela 4.2 – Escala da sensação térmica utilizada no <i>Questionário 0</i> .....	46
Tabela 4.3 – Classificação do grau de Matutividade e Vespertinidade.....	47
Tabela 4.4 – Plano de aplicação dos testes de avaliação do desempenho cognitivo .....	50
Tabela 4.5 – Credenciais de acesso ao <i>site</i> .....	58
Tabela 5.1 – Variáveis utilizadas neste estudo.....	60
Tabela 5.2 – Resultados do Icl, por local.....	63
Tabela 5.3 – Características dos locais onde se desenvolveu o estudo.....	66
Tabela 5.4 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 1 .....	67
Tabela 5.5 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 2 .....	69
Tabela 5.6 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 3 .....	71
Tabela 5.7 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 4 .....	73
Tabela 5.8 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 5 .....	75
Tabela 5.9 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 6 .....	76
Tabela 5.10 – Dados da caracterização da amostra .....	77
Tabela 5.11 – Habilitações literárias e profissões desempenhadas pelos participantes .....	78
Tabela 5.12 – Características individuais dos participantes .....	79
Tabela 5.13 – Respostas dos participantes à pergunta sobre doenças crónicas.....	79
Tabela 5.14 – Estatística descritiva das variáveis de ambiente térmico .....	80
Tabela 5.15 – Análise descritiva da variável PMV para os vários intervalos.....	81
Tabela 5.16 – Análise descritiva das variáveis <i>Score</i> e Tempo de Reação .....	85
Tabela 5.17 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste A e Observação .....	86
Tabela 5.18 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> /TR do Teste A em função das Observações.....	88

Tabela 5.19 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste A, Período de Observação e Matutividade <i>versus</i> Vespertividade .....	89
Tabela 5.20 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score/TR</i> do Teste A em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade .....	90
Tabela 5.21 – Resultados do teste <i>Post-Hoc</i> do teste de diferenças no <i>Score/TR</i> do Teste A em função das 4 gamas de Ta30.....	90
Tabela 5.22 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score/TR</i> do Teste A em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade e do Período de Observação.....	90
Tabela 5.23 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste A e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.....	92
Tabela 5.24 – Teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score/TR</i> do Teste A em função das 4 gamas de T30 .....	92
Tabela 5.25 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste A e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8] horas.....	93
Tabela 5.26 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste A e as variáveis de conforto térmico.....	94
Tabela 5.27 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste A e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral (STG).....	94
Tabela 5.28 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste B e Observação .....	96
Tabela 5.29 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score/TR</i> do Teste B em função das Observações.....	97
Tabela 5.30 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score/TR</i> do Teste B, Período de Observação e Matutividade <i>versus</i> Vespertividade .....	98
Tabela 5.31 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> do Teste B em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade.....	99
Tabela 5.32 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no TR do Teste B em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade.....	99
Tabela 5.33 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> do Teste B em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade e do Período de Observação.....	100
Tabela 5.34 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no TR do Teste B em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertividade e do Período de Observação. ....	100

Tabela 5.35 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste B e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.....	100
Tabela 5.36 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste B e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8] horas.....	101
Tabela 5.37 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste B e as variáveis de conforto térmico.....	102
Tabela 5.38 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR para o Teste B e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral.....	102
Tabela 5.39 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste C e Observação.....	103
Tabela 5.40 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste C entre Observações.....	105
Tabela 5.41 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do teste C, Período de Observação e Matutividade <i>versus</i> Vespertinidade.....	105
Tabela 5.42 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> do Teste C em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertinidade.....	106
Tabela 5.43 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no de <i>TR</i> do Teste C em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertinidade.....	106
Tabela 5.44 – Resultados do teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> /TR do Teste C em função das categorias de Matutividade <i>versus</i> Vespertinidade e Período de Observação.....	107
Tabela 5.45 – Matriz dos coeficientes de Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste C e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.....	107
Tabela 5.46 – Teste de diferenças ANOVA <i>two-way</i> no <i>Score</i> e TR do Teste C em função das 4 gamas de Ta30.....	108
Tabela 5.47 – Resultados do teste <i>Post-Hoc</i> do teste de diferenças no <i>Score</i> /TR do Teste C nas 4 gamas de Ta30.....	109
Tabela 5.48 – Matriz dos coeficientes de correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste C e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8].....	109
Tabela 5.49 – Resultados da Correlação de <i>Spearman</i> entre as variáveis de conforto térmico e as variáveis do desempenho cognitivo do Teste C.....	110
Tabela 5.50 – Matriz dos coeficientes da Correlação de <i>Spearman</i> entre <i>Score</i> /TR do Teste C e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral.....	110

Tabela VII.1 – Fatores utilizados para a determinação do metabolismo.....	A23
Tabela VII.2 – Valores individuais e taxa de metabolismo de cada participante.....	A24
Tabela IX.1 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 1.....	A27
Tabela IX.2 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico na sala A do Local 2.....	A27
Tabela IX.3 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico na sala B do Local 2.....	A28
Tabela IX.4 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 3.....	A28
Tabela IX.5 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 4.....	A29
Tabela IX.6 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 5.....	A29
Tabela IX.7 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 6.....	A30

# INTRODUÇÃO

---

A Organização Mundial de Saúde (OMS Grad, 2002) define o conceito de saúde como "um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afeções e enfermidades". Neste sentido a busca por condições que permitam um completo bem-estar das pessoas, tanto em contextos sociais como ocupacionais, deve ser uma constante. Atualmente as pessoas passam muito tempo no local de trabalho e, como tal, deve existir a preocupação em criar condições adequadas ao desenvolvimento das suas funções, de forma a contribuir para uma otimização do seu desempenho como também para o seu bem-estar. Felizmente, tem-se verificado uma crescente preocupação relativamente a esta temática, sendo que várias instituições, tanto a nível nacional e internacional, têm contribuído para a criação de locais de trabalho cada vez mais seguros.

A avaliação de fatores ambientais como a iluminação, o ruído, as vibrações e o ambiente térmico, revela-se preponderante na saúde, no conforto e no desempenho das pessoas nos seus locais de trabalho (Parsons, 2000).

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, num relatório do Observatório de Riscos (EASHW- European Agency for Safety and Health at Work, 2005), identifica o desconforto térmico com um risco emergente, referindo ainda que o impacto do conforto térmico no *stress* e no bem-estar dos trabalhadores não tem sido adequadamente avaliado. A mesma fonte refere ainda que o desconforto térmico pode dificultar a performance dos trabalhadores, assim como o seu comportamento de segurança, aumentando desta forma a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho. Assim, a avaliação do ambiente térmico em contexto ocupacional é importante, uma vez que pode possibilitar a criação de condições favoráveis e adequadas em termos de saúde e de conforto aos trabalhadores no desempenho das suas funções. Segundo Freitas (2008), esta avaliação deve ter em consideração o processo produtivo, os métodos de trabalho utilizados e a carga física a que os trabalhadores estão sujeitos.

Um dos aspetos que tem sido amplamente investigado é o efeito que a exposição a determinadas condições de ambiente térmico pode ter na resposta cognitiva. O desempenho cognitivo assume um papel relevante em contexto ocupacional, nomeadamente na orientação,

na segurança, na tomada de decisões e na produtividade (Mäkinen et al., 2006). Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de explicitar a relação entre ambiente térmico e desempenho cognitivo, revelando alguns resultados discrepantes (Gaoua, 2010).

Perante o exposto, julgou-se útil e pertinente a realização de um estudo que permitisse a caracterização de alguns cenários ocupacionais, quantificando o seu ambiente térmico, tendo em consideração as características individuais das pessoas que aí trabalham, de forma a interpretar os valores obtidos em termos de conforto térmico e de desempenho cognitivo.

A presente dissertação encontra-se dividida essencialmente em duas partes distintas, sendo a primeira parte composta por uma revisão bibliográfica e a segunda pela descrição do desenvolvimento do trabalho realizado.

A primeira parte é constituída por dois capítulos. No primeiro capítulo é feita uma abordagem da temática geral do ambiente térmico, tendo em atenção aspetos como os seus parâmetros físicos, as noções de equilíbrio térmico e termorregulação, os métodos de avaliação, a legislação aplicável bem como as normas internacionais existentes e a questão do conforto térmico. No segundo capítulo da primeira parte, a revisão foca o impacto do ambiente térmico no desempenho cognitivo.

Da segunda parte deste trabalho, como referido anteriormente, consta a descrição do trabalho desenvolvido apresentando-se as respetivas conclusões. O primeiro capítulo desta parte, que corresponde ao capítulo 3, apresenta a definição do problema, a pertinência e os objetivos do trabalho. Os capítulos 4 e 5 apresentam respetivamente a metodologia aplicada, os resultados obtidos e a sua discussão.

Por fim no capítulo 6 são apresentadas as principais conclusões deste trabalho e algumas propostas de trabalhos futuros.

# **PARTE I – REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**



# Capítulo 1

---

## **AMBIENTE TÉRMICO EM CONTEXTO OCUPACIONAL**

### **1.1. INTRODUÇÃO**

O impacto dos efeitos das alterações climáticas na saúde faz com que cada vez mais se atribua importância às condições ambientais. Desde sempre o homem tem vindo a procurar conforto e segurança nos ambientes em que está inserido. A diversificação das atividades económicas e o crescimento dos processos industriais fazem com que as pessoas passem muito tempo nos seus locais de trabalho. Os contextos ocupacionais têm vindo continuamente a mudar sob a influência das novas tecnologias assim como das condições sociais, económicas e demográficas (EASHW, 2005). Numa perspetiva de melhoria das condições de trabalho, assim como da qualidade de vida, o ambiente térmico em contexto ocupacional assume um papel relevante. O ambiente térmico tem vindo a ser alvo de diversos estudos com o objetivo de ser correlacionado com a performance, conforto e segurança do(s) indivíduo(s) a que ele está(ão) exposto(s). Trabalhar sob condições de ambiente térmico desajustadas pode ter riscos associados, uma vez que uma diminuição da capacidade mental e um aumento de fadiga pode comprometer a segurança no local de trabalho.

Ao longo deste capítulo será apresentada uma revisão teórica sobre conceito de ambiente térmico. Serão ainda abordados pontos como o equilíbrio térmico e termorregulação, métodos e técnicas de avaliação, legislação e normas internacionais aplicáveis e, finalmente, a questão do conforto térmico.

### **1.2. AMBIENTE TÉRMICO**

#### **1.2.1. DEFINIÇÃO**

O ambiente térmico pode ser definido como um fator que engloba um conjunto de variáveis que condicionam as trocas de calor entre o corpo humano e o meio ambiente onde o organismo se

encontra, que pode interferir tanto na saúde como no bem-estar, assim como no desempenho e produtividade.

## 1.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

A temperatura do ar, a temperatura radiante, a humidade relativa e a velocidade do ar são considerados os quatro parâmetros ambientais que afetam a resposta humana a ambientes térmicos (Parsons, 2003). Estas variáveis combinadas com o calor metabólico gerado pela atividade humana e o vestuário utilizado pela pessoa constituem os parâmetros básicos que definem o ambiente térmico humano.

De forma resumida pode-se definir as variáveis da seguinte forma:

- Temperatura do Ar - A temperatura do ar ( $t_a$ ) intervém nas trocas de calor através de convecção (Miguel, 2010). Este parâmetro pode ser definido como “a temperatura do ar que envolve o corpo humano e que é representativa deste parâmetro do ambiente que determina o fluxo de calor entre o corpo humano e o ar” (Parsons, 2003). A temperatura do ar pode-se expressar em graus centígrados ( $^{\circ}\text{C}$ ), graus Fahrenheit ( $^{\circ}\text{F}$ ) ou ainda em graus Kelvin (K).
- Temperatura Radiante - Para além da temperatura do ar, também a temperatura radiante influencia a temperatura do corpo. A temperatura radiante pode ser definida como a temperatura uniforme da superfície de um compartimento negro imaginário, no qual um ocupante trocava mesma quantidade de calor radiante que num local não uniforme (ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, 2004). A determinação deste parâmetro pode ser efetuada em função da temperatura de globo, da temperatura do ar e da velocidade do ar (Miguel, 2010).
- Humidade Relativa - A humidade do ar interfere na determinação das trocas de calor por evaporação, e é normalmente referida de duas formas, em humidade absoluta e em humidade relativa. A humidade absoluta é definida como a relação entre a massa de vapor de água e a massa de ar seco, sendo a humidade relativa (HR) a relação entre a pressão parcial de vapor de água no ar húmido e a pressão de saturação do vapor de água à mesma temperatura (Miguel, 2010). Este parâmetro determinante para a quantificação de um ambiente térmico expressa-se em percentagem.

- Velocidade do Ar - A velocidade do ar é um parâmetro que intervém nas trocas de calor por fenómenos de convecção e evaporação (Miguel, 2010). Por conseguinte, este parâmetro pode influenciar o fluxo de calor de e para o corpo afetando desta forma a temperatura do corpo. A velocidade do ar é um parâmetro difícil de medir uma vez que varia no tempo, no espaço e na direção. Por este motivo, segundo Parsons (2003), este parâmetro deve ser considerado como sendo a intensidade média da velocidade do ar durante um período de exposição e deve integrar todas as direções.

### 1.2.3. EQUILÍBRIO TÉRMICO E TERMORREGULAÇÃO

Segundo Parsons (2003) “a nível molecular a temperatura pode ser considerada como a medida da energia cinética no corpo”. Se o corpo perde calor, a sua temperatura desce, se o contrário acontecer a temperatura aumenta. A temperatura do corpo humano é um excelente indicador da sua condição, nomeadamente sobre o seu conforto, *stress* térmico e desempenho. A temperatura do corpo humano é influenciada não só pelos fluidos e sólidos que o circundam mas também pela transferência de calor através do corpo e para o corpo (Parsons, 2003). Para garantir o bom funcionamento das principais funções do organismo humano, a temperatura interna deve permanecer constante ( $37,0 \pm 0,8^\circ\text{C}$ ).

A manutenção da temperatura interna do corpo é assegurada quando o calor produzido pelo organismo é igual ao calor cedido ao ambiente (Miguel, 2010). Neste sentido, é fundamental que ocorra um equilíbrio constante entre o organismo humano e o meio ambiente. Na prática, este equilíbrio, não é estático mas sim dinâmico, uma vez que à medida que as condições externas se alteram, assim o organismo responde de forma a regular a temperatura interna do corpo (Parsons, 2003). Para manter o referido equilíbrio, o corpo humano é dotado da capacidade de trocar energia com o ambiente através de processos de condução, convecção, radiação e evaporação. Possuindo ainda mecanismos que lhe permitem adaptar-se às condições térmicas, de forma a manter a sua temperatura central constante. Destes mecanismos designados como termorreguladores são exemplo a sudção, a termogénese e a circulação sanguínea através da vasodilatação e da vasoconstrição. Segundo Parsons (2003), a interação contínua destes mecanismos fisiológicos com mecanismos comportamentais, como são exemplo alterações na postura ou movimento, ou no vestuário, permite que o corpo humano assegure o equilíbrio térmico.

Dependendo da forma como o equilíbrio térmico é mantido, segundo Miguel (2010), um ambiente térmico pode ser classificado como quente, frio ou neutro. Desta forma, um ambiente térmico quente pode ser definido como um ambiente para o qual o balanço térmico calculado com base nas trocas de calor por radiação e convecção é positivo. Quando esta situação ocorre o organismo reage através de reações fisiológicas, nomeadamente através do aumento da temperatura da pele, da vasodilatação e do débito de sudação, no sentido de reestabelecer o equilíbrio térmico. Por outro lado, um ambiente térmico frio pode ser definido como um ambiente para o qual o balanço térmico calculado com base nas trocas de calor é negativo. Nesta situação organismo reage através da diminuição da temperatura cutânea, de vasoconstrição e do aumento do metabolismo. Quando o sistema de termorregulação não consegue dar uma resposta eficaz a um armazenamento excessivo de calor, ou a uma perda excessiva de calor, o organismo pode entrar em *stress* térmico. Finalmente, um ambiente neutro é um ambiente no qual a quantidade de calor produzido é equilibrada pela quantidade cedida, ou seja é um ambiente para o qual o resultado do balanço térmico é zero (Miguel, 2010).

#### 1.2.4. MÉTODOS E TÉCNICAS DE AVALIAÇÃO

Para avaliar o ambiente térmico de um dado espaço, poderá ser necessário quantificar os parâmetros físicos e os seus efeitos, designadamente os fisiológicos e os psicológicos. Os parâmetros físicos do ambiente térmico podem ser quantificados através de equipamentos de medição, as respostas fisiológicas podem ser medidas usando transdutores ligados ao corpo e as respostas psicológicas utilizando medições subjetivas (Parsons, 2003)

Para a medição da temperatura do ar normalmente são utilizados termómetros de dilatação de líquidos, como os termómetros de mercúrio e de álcool. Como referido no ponto 1.2.2. , a temperatura radiante é determinada em função da temperatura de globo. Para a determinação da temperatura de globo ( $T_g$ ), utiliza-se um termómetro de globo, que é composto por uma esfera de cobre oca pintada de cor negro-mate que permite a absorção da radiação infravermelha. Relativamente à humidade relativa, esta pode ser medida utilizando um psicrómetro ou um higrómetro. O psicrómetro é um equipamento que é composto por dois termómetros, um de bolbo seco (temperatura do ar) e um de bolbo húmido (temperatura húmida). De acordo com a relação das temperaturas obtidas, normalmente através da utilização de um diagrama psicrométrico é possível determinar a humidade relativa (Miguel, 2010). Atualmente, encontra-se disponíveis no mercado equipamentos combinados, ou seja, com

apenas um equipamento é possível medir todos os parâmetros físicos do ambiente térmico, sendo que alguns permitem a integração dos parâmetros medidos em valores de índices térmicos (Parsons, 2003).

A norma ISO 7726:1998 apresenta os métodos de avaliação assim como as especificações dos equipamentos de medição. No que concerne às técnicas de medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico, a norma referida recomenda que as medições sejam realizadas a três alturas: tornozelos, abdómen e cabeça. Também a norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2004 tece recomendações sobre a forma como as referidas medições devem ser realizadas. Esta última norma, indica que as medições devem ser realizadas nas áreas de um espaço, onde os ocupantes costumam estar. Se não for possível determinar a distribuição dos ocupantes, a norma recomenda que as medições sejam realizadas num ponto central do espaço.

De acordo com Parsons (2003), a melhor forma de determinar se um grupo de pessoas está confortável é perguntando-lhes a sua opinião. O mesmo autor considera a sensação térmica, o conforto e a satisfação, como fenómenos psicológicos. Diversos estudos tentaram correlacionar as condições físicas e as respostas fisiológicas com as respostas psicológicas. As escalas subjetivas constituem um método de avaliação deste tipo respostas ao ambiente térmico, sendo as escalas de sete pontos de Bedford (1936) e da ASHRAE (1966) as mais utilizadas (Parsons, 2003)

A norma ISO 10551 (2001) apresenta os princípios e a metodologia para a construção e o uso de escalas de avaliação do ambiente térmico. Esta norma estabelece uma abordagem para a avaliação de conforto térmico baseando-se nas avaliações indicadas pelas pessoas sujeitas a determinados ambientes, podendo os resultados obtidos complementar os métodos de avaliação dos parâmetros físicos ou fisiológicos. A norma divide as escalas em dois tipos: as relacionadas com as pessoas e as relacionadas com o ambiente. As relacionadas com as pessoas focam-se na sensação térmica percebida pelas pessoas e na preferência térmica. Por outro lado, as relacionadas com o ambiente verificam a aceitação e a tolerância para com o ambiente térmico.

#### 1.2.5. LEGISLAÇÃO PORTUGUESA E NORMAS INTERNACIONAIS

A legislação em Portugal relativamente a esta temática é pouco específica, na medida em que apenas o Regulamento Geral do Trabalho nos Estabelecimentos Comerciais, de

Escritório e Serviços (Decreto-Lei nº 243/86 de 20 de Agosto) indica valores de temperatura e humidade para os locais de trabalho. De acordo com o ponto 1 do artigo 11 do referido Decreto, “os locais de trabalho, bem como as instalações comuns, devem oferecer boas condições de temperatura e humidade, de modo a proporcionar bem-estar e defender a saúde dos trabalhadores.” De acordo com Decreto-lei, a temperatura deve oscilar entre os 18°C e 22°C, podendo atingir os 25°C em determinadas condições climatéricas. A humidade da atmosfera de trabalho deve variar entre 50% e 70%.

A inexistência de legislação nacional mais específica faz com que sejam seguidas as recomendações e orientações definidas pelas normas internacionais. Parsons (2003) menciona que tem havido um interesse internacional em fornecer orientação de forma a garantir proteção e boas práticas em áreas em que as pessoas estejam expostas a ambientes quentes, moderados ou frios. O mesmo autor refere ainda que cada vez mais se tem reconhecido que a temperatura do ar não é o único parâmetro responsável pelo conforto térmico.

As normas ISO são amplamente utilizadas, fornecendo metodologias de avaliação do ambiente térmico. As normas ISO para a avaliação do ambiente térmico estão essencialmente relacionadas com três áreas, ambientes quentes, moderados e frios. As restantes, são normas de apoio (Figura 1.1).

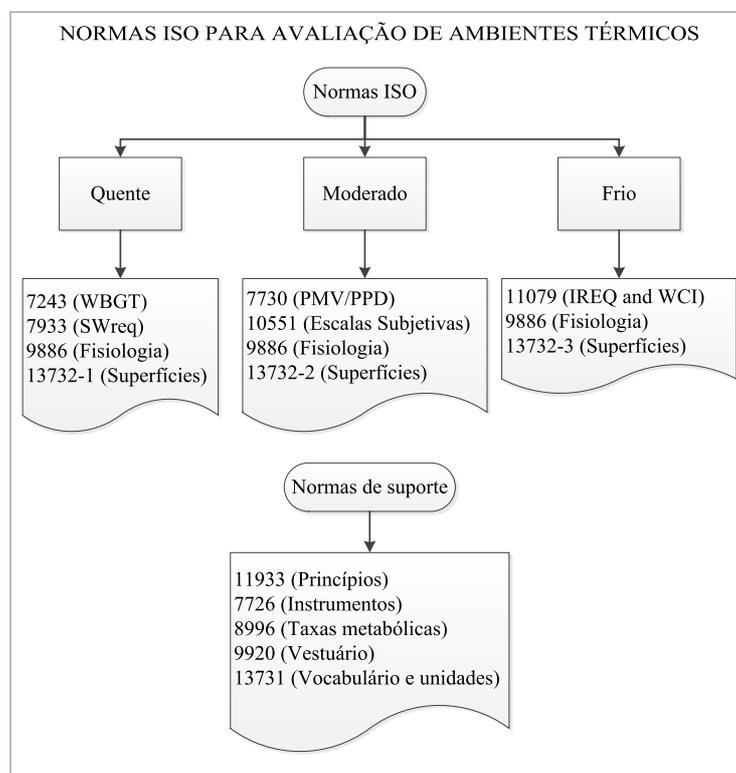


Figura 1.1 – Normas ISO (adaptado de Parsons, 2003).

### **1.3.CONFORTO TÉRMICO**

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, num relatório do Observatório de Riscos (EASHW, 2005), identifica o desconforto térmico com um risco emergente, referindo ainda que o impacto do conforto térmico no *stress* e no bem-estar dos trabalhadores não tem sido adequadamente avaliado. A mesma fonte refere ainda que o desconforto térmico pode ter influência na produtividade do trabalhador assim como na adoção de comportamentos seguros, aumentando desta forma a probabilidade de ocorrência de acidentes de trabalho.

O conforto térmico pode ser definido como “um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico” (ISO 7730:2005; ANSI/ASHRAE Standard 55-2004). De acordo com a norma ISO 7730:2005, o desconforto térmico pode ser causado por um aquecimento ou arrefecimento do corpo como um todo ou por um aquecimento ou arrefecimento indesejado de alguma parte do corpo. O desconforto térmico local pode ser causado por correntes de ar, temperaturas radiantes assimétricas e por contato com superfícies quentes ou frias. Ainda segundo a norma, pessoas como uma atividade essencialmente sedentária são mais sensíveis ao desconforto local, sendo o risco deste tipo de desconforto menor para pessoas com altos níveis de atividade.

Segundo Miguel (2010), “um ambiente confortável é um ambiente neutro para o qual os parâmetros fisiológicos que determinam a sensação de calor têm um valor ótimo”. Ainda segundo o mesmo autor, as condições fisiológicas que determinam o conforto térmico de um indivíduo são: o equilíbrio térmico, a ausência de arrepios, um débito ótimo de sudorese, uma temperatura média cutânea ótima, pele relativamente seca e ausência de secura das mucosas bucofaringeas.

As diferenças individuais no que diz respeito à sensação de conforto, dificultam a conceção de um ambiente que consiga satisfazer todos os ocupantes de um espaço, pelo que o caminho deverá passar pela redução do número de ocupantes insatisfeitos (ISO 7730:2005). Diversos autores têm demonstrado a importância de um ambiente térmico confortável em diversos contextos ocupacionais. Segundo Kroemer & Grandjean (1997) um ambiente térmico confortável é fundamental para o bem-estar e uma maximização do desempenho. Também Corgnati et al. (2007) referem a importância de um ambiente confortável em qualquer contexto, especialmente nas escolas.

Vários estudos têm sido levados a cabo na tentativa de perceber quais as condições que conduzem ao conforto térmico e a ambientes térmicos aceitáveis. Os estudos desenvolvidos por Fanger, constituem uma referência significativa para a investigação nesta área, uma vez que permitiram delinear as condições necessárias para alcançar conforto térmico, bem como os métodos e princípios para a sua avaliação (Parsons, 2003). Os métodos por ele desenvolvidos serviram de base para grande parte dos estudos realizados nesta área. Segundo Fanger, citado por Parsons (2003), para que um indivíduo se encontre em conforto térmico são necessárias três condições: equilíbrio térmico, débito de sudorese dentro dos limites de conforto, temperatura média cutânea dentro dos limites de conforto e ausência de desconforto térmico local.

### 1.3.1. PARÂMETROS DE CONFORTO TÉRMICO

O modelo apresentado por Fanger para a quantificação do conforto térmico contempla a interação de parâmetros ambientais (temperatura do ar, humidade relativa, velocidade do ar e temperatura média radiante) e de parâmetros individuais (o metabolismo resultante da atividade física e o vestuário)(Charles, 2003). Outros fatores que pudessem influenciar o conforto térmico, nomeadamente a idade, o género, ou outros como a aclimatização, também foram considerados por Fanger nos seus estudos. Contudo este autor considerou que os efeitos desses mesmos fatores não eram significativos (Parsons, 2003). Desde então, diversos estudos têm sido realizados no sentido de esclarecer essa questão.

#### *AMBIENTAIS*

Através de uma análise da bibliografia, é possível verificar a existência de diferentes recomendações no que diz respeito aos parâmetros ambientais dependendo do contexto e das atividades. Kroemer & Grandjean (1997) apresentam um conjunto de temperaturas recomendadas em função de diferentes tipos de atividades (Tabela 1.1).

Tabela 1.1 – Temperaturas recomendadas para diversas atividades (adaptado de Kroemer & Grandjean,1997).

<b>Tipo de Atividade</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
Trabalho Mental Sedentário	21
Trabalho Manual Ligeiro Sedentário	19
Trabalho Ligeiro de Pé	18
Trabalho Pesado de Pé	17
Trabalho muito Pesado	15 - 16

A norma ISO 7730:2005 recomenda para espaços como salas de aula e escritórios, uma temperatura operativa para o verão de  $24,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$  e para o Inverno de  $22,0 \pm 2^\circ\text{C}$ . Estas recomendações são baseadas num nível de vestuário considerado normal consoante a estação, de 0,5 clo para o verão e de 1,0 clo para o inverno, e num metabolismo de 1,2 met. Kroemer & Grandjean (1997) indicam que para um ambiente de escritório com atividades essencialmente sedentárias, a temperatura do ar deve variar entre 20 e  $21^\circ\text{C}$  no inverno e entre 20 e  $24^\circ\text{C}$  no verão. Já Miguel (2010), refere para este mesmo tipo de espaços, temperaturas entre 20 e  $22^\circ\text{C}$ . Oseland (1995) citando a CIBSE Guide refere que para espaços com atividades sedentárias a temperatura do ar, no inverno, deve estar compreendida entre os 19 e os  $20^\circ\text{C}$ , e no verão entre 20 e  $22^\circ\text{C}$ . Segundo o mesmo autor, as discrepâncias encontradas nas temperaturas recomendadas para o mesmo tipo de atividade não estão relacionadas com diferenças nas condições assumidas nem com os métodos de avaliação, mas sim na teoria subjacente. Algumas recomendações estão apoiadas nas propostas da ISO 7730:2005 e da ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, que têm por base os estudos de Fanger em câmaras climáticas, enquanto que outras estão assentes nas recomendações da CIBSE Guide, que têm por base estudos de laboratório e estudos de campo.

Alguns estudos têm demonstrado que a temperatura exterior influencia os níveis de conforto percecionados em ambientes interiores (Charles, 2003). Num estudo levado a cabo por Dear & Brager (1998), estes autores evidenciaram que as condições climatéricas exteriores têm uma forte influência nas sensações térmicas reportadas em edifícios naturalmente ventilados. Os mesmos autores demonstraram também que em climas ou estações mais quentes as pessoas têm tendência a reportar temperaturas neutras mais quentes (de Dear & Brager, 1998). Em edifícios com sistemas de climatização, a relação entre as temperaturas exteriores e as temperaturas interiores é mais complexa e não é tão linear, parecendo exercer uma menor influência (Humphreys, 2012). Note-se ainda, a existência de alguns estudos que sugeriram que ocupantes de edifícios naturalmente ventilados tendem a ser mais tolerantes a uma gama mais ampla de temperaturas, do que ocupantes de edifícios com sistema de climatização. Ainda considerando a temperatura interior de um edifício é importante referir que a variação da temperatura vertical é um fator que deve ser considerado na questão do conforto térmico. De acordo com a norma ISO 7730:2005, uma grande diferença da temperatura vertical entre a cabeça e os tornozelos pode causar desconforto, recomendando que esta diferença não deve ser superior a  $3^\circ\text{C}$ .

A velocidade do ar, segundo Miguel (2010), é um parâmetro que intervém na determinação das trocas de calor entre o Homem e o meio ambiente por fenómenos de convecção e evaporação, sendo por conseguinte um parâmetro a ter em consideração na questão do conforto térmico. A ISO 7730:2005 recomenda para espaços com atividades essencialmente sedentárias, uma velocidade do ar até 0,19 m/s no verão e até 0,16 m/s no inverno. Kroemer & Grandjean (1997) citando Fanger (1972), referem que movimentações do ar a 0,5 m/s são desagradáveis mesmo quando o ar é quente, indicando que o desconforto causado pelas movimentações do ar depende da direção do ar e das partes do corpo expostas. Os mesmos autores mencionam ainda que pessoas sentadas tendem a considerar desconfortáveis movimentações de ar superiores a 0,2 m/s, sendo que para trabalhos realizados em pé que envolvam um grande esforço físico, movimentações do ar superiores a 0,5 m/s podem ser consideradas confortáveis.

Relativamente à humidade relativa, Kroemer & Grandjean (1997) referem que, após uma permanência prolongada no mesmo espaço, a perceção da temperatura pode ser influenciada por este parâmetro, considerando uma humidade compreendida entre 40 e 50 % recomendável para garantir o conforto dos ocupantes de uma espaço interior. Miguel (2010) indica uma humidade relativa ótima de 50% para diversos tipos de atividades. Em relação às recomendações da norma ISO 7730:2005 para este parâmetro, compreendem valores entre 30 e 70%.

Uma elevada assimetria da temperatura radiante é uma causa comum de desconforto local, sendo que as pessoas são mais sensíveis à assimetria causada por tetos quentes e por paredes frias (ISO 7730:2005). De acordo com Miguel (2010) a radiação ambiente é considerada ótima quando a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura das paredes não ultrapassa os 2°C.

### *INDIVIDUAIS*

A norma ISO 7730:2005 declara que o conforto térmico de um indivíduo, para além de ser influenciado pelas variáveis ambientais, também depende de variáveis como o vestuário e a atividade física. Contudo, segundo Parsons (2003) esta questão tem-se revelado controversa e tem dado origem a diversos estudos, no que diz respeito nomeadamente à influência de outras variáveis como género, idade, peso, etnia, ritmos circadianos, estado de saúde e aclimatização.

O vestuário proporciona uma barreira entre o corpo humano e o seu ambiente, tendo como função manter o corpo num estado térmico aceitável em diversos ambientes. O isolamento térmico assegurado pelo vestuário corresponde ao somatório do isolamento proporcionado por cada peça de vestuário (ISO 7730:2005). O isolamento do vestuário é tipicamente expresso numa unidade denominada clo, que corresponde a um isolamento do vestuário igual a  $0,155 \text{ K}\cdot\text{m}^2\cdot\text{W}^{-1}$ . Na maioria dos estudos de conforto térmico realizados, a determinação do isolamento do vestuário é feita tendo por base tabelas desenvolvidas a partir de estudos sobre o isolamento proporcionado pelo vestuário. Alguns investigadores assumem um clo médio para todos os ocupantes do baseado na estação, no clima e no tipo de vestuário utilizado no espaço em estudo, sendo que outros perguntam aos ocupantes através de uma *checklist* o vestuário utilizado, o que permita estimar o clo de uma forma mais adequada (Charles, 2003). Um fator que não foi tido em consideração em alguns estudos de conforto térmico é o isolamento proporcionado pela cadeira utilizada pelos ocupantes. A norma ISO 7730:2005 tem atenção o isolamento proporcionado pela cadeira, indicando que o seu clo (que varia entre 0,00 e 0,15 clo dependendo do tipo de cadeira) deve ser adicionado ao clo das peças de vestuário.

A estimativa do metabolismo é fundamental na avaliação do conforto térmico. Este parâmetro normalmente é expresso em  $\text{W}/\text{m}^2$ , sendo que a unidade Met também é frequentemente utilizada. Um Met corresponde a  $58,15 \text{ W}/\text{m}^2$ , sendo considerado o índice metabólico de uma pessoa sentada em descanso (Parsons, 2003). Segundo Parsons (2003), o metabolismo pode ser determinado por uma estimativa do calor metabólico produzido através de métodos como a calorimetria ou calorimetria indireta. Contudo, de acordo com o mesmo autor, pelo fato destes métodos serem invasivos e a sua aplicação pouco prática, o metabolismo é comumente estimado a partir de tabelas de índices de met para atividades e ocupações específicas, desenvolvidas a partir de estudos de laboratórios (ISO 7730:2005; ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, 2004). Na maior parte dos estudos um metabolismo médio é assumido para grupo, por exemplo para atividades sedentárias como trabalho de escritório um metabolismo de 1,2 met é considerado (Charles, 2003).

O efeito da idade sobre o conforto térmico também tem sido alvo de estudos. Geralmente é considerado que as pessoas mais velhas tendem a preferir temperaturas mais altas do que pessoas mais novas e mais ativas. Segundo Fanger (1970) citado por Parsons (2003) a razão pela qual pessoas mais velhas preferem temperaturas mais altas é devido ao facto de o seu índice metabólico ser mais baixo.

O gênero também é um aspecto sobre o qual diversos estudos de conforto térmico se têm debruçado. Hashiguchi et al. (2010) referem que alguns estudos demonstraram a existência de diferenças entre gêneros nas sensações térmicas reportadas. Charles (2003) afirma que as conclusões obtidas através dos estudos que compararam a diferença entre gêneros, assentam em que os indivíduos do sexo feminino tendem a ser mais sensíveis a alterações nas temperaturas neutras. Hwang et al. (2006) num estudo de campo realizado com estudantes universitários, demonstraram a insatisfação com o ambiente térmico é mais frequente nos indivíduos do sexo feminino que nos do sexo masculino. Contudo outros estudos evidenciaram que as diferenças entre gêneros são muitas vezes justificadas pelo tipo de vestuário utilizado, uma vez que os indivíduos do sexo feminino tendem a usar vestuário mais leve e que, quando o isolamento do vestuário é precisamente estimado estas diferenças têm efeitos mínimos em termos de conforto térmico (Charles, 2003).

### *ACCLIMATIZAÇÃO*

Quando um ser humano está exposto sistematicamente a ambientes quentes durante algum tempo, as suas respostas fisiológicas ao calor alteram, em especial com o aumento da sudorese (Parsons, 2003). Este fenómeno de adaptação fisiológica denominado de aclimatização é segundo Miguel (2010) induzido por hipertermia corporal que permite um aumento da tolerância diminuindo desta forma as principais sobrecargas fisiológicas. Segundo Charles (2003), este processo, que ocorre a um nível fisiológico, é diferente das alterações comportamentais ou mesmo das expectativas que diferentes ambientes possam gerar. O mesmo autor refere ainda, citando Fanger (1970), que este processo ocorre normalmente após um período de duas semanas de exposição. Muitos estudos têm sido levados a cabo na tentativa de verificar a influência do estado de aclimatização em termos de conforto térmico. Brierly (1996) citado por Parsons (2003), desenvolveu um estudo em que avaliou detalhadamente as respostas fisiológicas de seis estudantes durante um programa de aclimatização de quatro dias, em que os sujeitos foram expostos gradualmente a temperaturas desde os 23 até aos 45°C. Apesar de alterações em termos fisiológicos, como o aumento do débito de sudorese e a diminuição do ritmo cardíaco, terem sido observadas, estas alterações revelaram não ter significado em termos de conforto térmico. Contudo Charles (2003), apesar de apresentar conclusões de alguns estudos que suportam a noção de que a aclimatização pode influenciar o conforto térmico,

afirma que as diferenças que poderão existir poderão provavelmente ser justificadas por expectativas socioculturais ou comportamentais do que por alterações fisiológicas.

### *ADAPTAÇÃO*

A adaptação é um fenómeno comportamental relacionado com ações desenvolvidas pelos ocupantes de um espaço no sentido de atingirem condições termicamente confortáveis. Estas ações podem incluir abertura de janelas, ajustamento de cortinas e persianas, ajustamento dos sistemas de climatização, alterações no vestuário e modificações nos níveis de atividade (Humphreys, 2012; Oseland, 1995; de Dear & Brager, 1998). Oseland (1995) desenvolveu um estudo em câmaras climáticas, em escritórios e em casas, em que comparou as sensações térmicas previstas e reportadas. Com este estudo, o autor verificou que as sensações térmicas neutras diferiam nos três contextos sugerindo que a adaptação aos referidos contextos pudesse ter alterado as expectativas dos ocupantes. No que diz respeito a esta questão da adaptação também a norma ISO 7730:2005, refere que a aceitação de temperaturas mais elevadas do que as recomendadas pode ocorrer como resultado de alterações no vestuário, na postura e até mesmo na diminuição da atividade.

#### 1.3.2. AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

Fanger desenvolveu um método de avaliação e análise de ambientes térmicos, em que o grau de desconforto depende da carga térmica (Parsons, 2003). Segundo o mesmo autor, em condições de conforto, a carga térmica será zero, sendo que para situações de desvio da zona de conforto, a sensação experienciada será em função da carga térmica do nível de atividade. Através de Fanger surgiu uma abordagem inovadora que serviu de base à maioria dos estudos relacionados com conforto térmico. A teoria de Fanger, que surgiu a partir de um conjunto de ensaios em câmaras climatizadas, contempla a combinação das variáveis ambientais e de duas variáveis pessoais, o isolamento do vestuário e o nível de atividade (Charles, 2003).

O modelo proposto por Fanger, baseado na teoria do balanço térmico e na termorregulação, considera dois índices, o índice PMV (*Predicted Mean Vote*) e o índice PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*) (Parsons, 2003). O PMV é um índice que estima a sensação térmica para o corpo como um todo, prevendo o valor médio de votos de um grande grupo de pessoas numa escala de sensação térmica de sete pontos (ISO 7730, 2005). A referida escala contém um grau central, o zero, que corresponde à sensação de conforto, três graus

positivos que descrevem as sensações de calor e três graus negativos que correspondem às sensações de frio (Tabela 1.2).

Tabela 1.2 – Escala de sensação térmica (ISO 7730:2005).

3	Muito Quente
2	Quente
1	Ligeiramente Quente
0	Nem Frio, nem Quente
-1	Ligeiramente Frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

O índice PPD informa sobre o desconforto térmico ou sobre a insatisfação térmica prevendo a percentagem de pessoas insatisfeitas num dado ambiente, ou seja quantifica as pessoas que sentem quentes ou frias num determinado ambiente térmico.

O modelo PPD-PMV proposto por Fanger foi adotado pela *International Organization for Standard (ISO)* e pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE)* dando origem respetivamente à ISO 7730 e à ASHRAE 55-1981 “*Thermal Environment Conditions for Human Occupancy*”, que são as normas mais comumente utilizadas para a avaliação do conforto térmico de ambientes moderados em higiene ocupacional.

Como anteriormente referido, para a determinação do índice PPD-PMV é necessário conhecer os parâmetros físicos do ambiente térmico e as variáveis pessoais do metabolismo e do isolamento do vestuário. Estes parâmetros permitem estimar o índice PMV recorrendo a um modelo matemático ou utilizando as tabelas apresentadas na ISO 7730:2005. O índice PPD pode ser determinado matematicamente a partir do PMV (Equação 1.1) ou recorrendo ao gráfico da Figura 1.2.

$$PPD = 100 - 95 \cdot \exp(-0,03353 \cdot PMV^4 - 0,2179 \cdot PMV^2) \quad \text{Equação 1.1}$$

Ambientes térmicos considerados confortáveis, segundo a norma, devem ter um PMV compreendido entre -0,5 e 0,5, e um PPD inferior a 10%. Os índices PPD-PMV expressam o desconforto do corpo como um todo. Contudo o desconforto térmico também pode ser causado por um aquecimento ou arrefecimento de uma parte do corpo em particular, o que é denominado por desconforto local.

Desde que o modelo de Fanger foi desenvolvido, vários estudos foram realizados no âmbito do conforto térmico, no sentido de verificarem as limitações na aplicação e interpretação do modelo proposto. As críticas apontadas ao modelo proposto por Fanger assentam no facto de

o modelo considerar o indivíduo como um simples recetor passivo do ambiente térmico. Neste sentido surge um modelo denominado de adaptativo que vem contrapor o modelo de Fanger. Esta abordagem adaptativa dá ênfase ao papel ativo ao indivíduo, uma vez que este tende a adaptar-se para preservar o conforto através de ajustes comportamentais, fisiológicos e psicológicos (Corgnati et al., 2007; Parsons, 2003; de Dear & Brager, 1998).

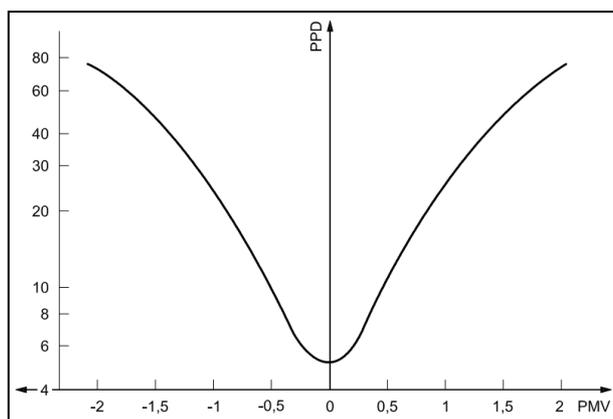


Figura 1.2 – PPD em função do PMV (ISO 7730, 2005).

Com o avançar das pesquisas, para além de estudos realizados em câmaras climáticas, foram desenvolvidos estudos de campo. Na maioria destes estudos realizados os investigadores compararam a sensação térmica considerada confortável e a respetiva temperatura prevista pelo modelo com as sensações reportadas pelos participantes (Charles, 2003). Alguns dos estudos realizados revelaram algumas discrepâncias entre as temperaturas previstas. Um exemplo é um estudo desenvolvido por Auliciems (1981), que procedeu à revisão de 53 estudos de campo de conforto térmico e chegou à conclusão que PMV sobrestima a temperatura de conforto. Também Oseland (1995) num estudo em que comparou as sensações térmicas reportadas com as previstas, referiu que desde o desenvolvimento do modelo PPD-PMV diversos estudos de campo revelaram diferenças entre as sensações térmicas reportadas pelos participantes e as previstas pelo modelo e as respetivas temperaturas neutras. Nesse mesmo estudo, Oseland (1995) verificou que os ocupantes são mais sensíveis às alterações da temperatura do que o modelo consegue prever. de Dear & Brager (1998), também num trabalho de revisão de 18 estudos de campo, verificaram nos estudos revistos que o PMV sobestimou em 2,1°C e subestimou em 3,4°C a temperatura neutra.

Num estudo de campo em escolas secundárias e universidades, Corgnati et al. (2007) encontraram discrepâncias entre o PPD medido e a percentagem de insatisfeitos, obtida através

de questionários. Hwang et al.(2009), num estudo de campo realizado numa região quente e húmida, verificaram que a correlação existente entre a sensação térmica e a percentagem de insatisfeitos reside nas diferenças individuais, o que contraria o modelo PPD-PMV uma vez que o modelo está linha da neutralidade térmica. Tal como os estudos apresentados, outros também sugeriram que nem sempre o modelo PPD-PMV prevê de uma forma precisa as sensações térmicas dos ocupantes, especialmente nos estudos de campo. Charles (2003) refere que alguns fatores são frequentemente indicados como responsáveis pelas referidas discrepâncias, nomeadamente possíveis erros nas medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico e na estimativa do isolamento do vestuário, diferenças individuais e nos edifícios. Desta forma, segundo Parsons (2003), normas como a norma ISO 7730:2005 e a norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2004 podem ser inadequadas, uma vez que as abordagens adaptativas são mais energeticamente eficientes.

## Capítulo 2

---

# IMPACTO DO AMBIENTE TÉRMICO NO DESEMPENHO COGNITIVO

### 2.1. INTRODUÇÃO

Qualquer atividade humana é influenciada pelo ambiente do local onde é desenvolvida. O desempenho cognitivo tem um papel fundamental nomeadamente em ambientes ocupacionais, na medida em que está intimamente relacionado com a orientação, a tomada de decisões, a segurança, a produtividade e na resposta a situações imprevistas (Mäkinen et al., 2006). Alguns estudos têm avaliado a interferência do ambiente térmico, designadamente os parâmetros físicos e a questão do conforto térmico, na função cognitiva. Neste sentido, estes estudos têm permitido uma melhor compreensão e integração dos fatores relacionados com o ambiente térmico e o desempenho cognitivo.

Os problemas de saúde relacionados com o *stress* térmico bem como o impacto do ambiente térmico na atividade humana têm vindo a despertar um crescente interesse em termos de investigação nesta área. Contudo apesar de muitos estudos terem sido desenvolvidos neste sentido, e embora as respostas fisiológicas ao ambiente térmico se encontrarem bem documentadas, o efeito na função cognitiva ainda se mantém equívoco (Gaoua, 2010).

Este capítulo pretende apresentar uma revisão relacionada com a influência que ambientes térmicos considerados quentes, moderados ou frios poderão ter na resposta cognitiva. Neste sentido, o capítulo está essencialmente organizado em três partes, sendo que na primeira é apresentada uma abordagem da interação entre o Homem e o contexto ocupacional, onde se focam aspetos como a importância da ergonomia ambiental neste contexto, e as exigências do ambiente ocupacional em termos de carga mental. Uma vez que o objetivo deste capítulo é analisar a influência do ambiente térmico na função cognitiva, na segunda parte do capítulo apresenta-se uma explicitação dos conceitos relacionados com a

função cognitiva. Finalmente, na última parte, serão apresentados alguns estudos considerados relevantes nesta área.

## **2.2. INTERAÇÃO ENTRE O HOMEM E O AMBIENTE OCUPACIONAL**

### 2.2.1. ERGONOMIA AMBIENTAL

A Ergonomia é muitas vezes definida de uma forma simplificada como a ciência que estuda a interação Homem-Máquina, cujo principal objetivo é a adaptação do trabalho ao homem. Segundo a Associação Internacional de Ergonomia (IEA), citada por Miguel (2010), o conceito de Ergonomia refere-se a uma ciência relacionada com o conhecimento fundamental das interações entre os seres humanos e outros elementos de um sistema. Já a Ergonomia Ambiental, segundo Parsons (2000), debruça-se na forma como o Homem interage com o ambiente, designadamente com os seus componentes físicos. Segundo o mesmo autor, apesar já terem sido realizados muitos estudos sobre as respostas humanas ao ambiente, só agora com o desenvolvimento da ergonomia como disciplina é que a ergonomia ambiental começou a emergir. A interação entre as pessoas e o ambiente que as rodeia é um processo contínuo e dinâmico, que pode originar tensão fisiológica e psicológica. Em contexto ocupacional pode conduzir a desconforto, a incómodo, que direta ou indiretamente pode afetar o desempenho e a produtividade, a saúde e segurança, e levar até mesmo à morte (Parsons, 2000). Diversos fatores compõem o ambiente de trabalho, assinaladamente o ruído, as vibrações, iluminação, o frio e o calor, os gases, a pressão atmosférica, a gravidade, etc. Neste sentido, a Ergonomia Ambiental assume um papel preponderante no contexto ocupacional, na medida que os seus princípios e métodos permitem ponderar como os referidos fatores, no ambiente integrado, afetam as pessoas.

Normalmente são considerados três tipos de efeitos do ambiente físico sobre as pessoas: os que afetam a saúde, os que afetam o conforto e os que afetam o desempenho. O corpo humano não é um sistema passivo por conseguinte cada resposta depende de um grande número de fatores, nomeadamente das características próprias de cada corpo, da natureza dos estímulos, da forma como os estímulos são percebidos, de experiências passadas das pessoas, do estado emocional e das diferenças individuais (Parsons, 2000). É tendo em atenção os fatores físicos, fisiológicos e psicológicos, que a Ergonomia Ambiental consegue fornecer

soluções práticas para os problemas relacionados com a forma como as pessoas respondem ao ambiente.

A Ergonomia Ambiental faz-se valer essencialmente de quatro tipos de métodos que lhe permitem avaliar a resposta humana ao ambiente: métodos subjetivos, medições objetivas, métodos comportamentais e de modelos da resposta humana (Parsons, 2000). Estes métodos têm vindo a ser utilizados em diversos estudos com o objetivo de perceber os efeitos do ambiente térmico no desempenho humano.

### 2.2.2. A FUNÇÃO COGNITIVA EM CONTEXTO OCUPACIONAL

A função cognitiva tem um papel importante em contexto ocupacional, na medida em que em qualquer trabalho há necessidade de processar informação, de tomar decisões, e de muitas vezes realizar trabalho de supervisão (Kroemer & Grandjean, 1997). De acordo com os mesmos autores, a carga mental nos locais de trabalho é condicionada: pela obrigação de manter um elevado nível de vigilância durante longos períodos; pela necessidade de tomar decisões, que muitas vezes envolvem elevada responsabilidade nomeadamente na qualidade do trabalho realizado, na segurança de pessoas e equipamentos; por uma eventual diminuição da capacidade de concentração devido à realização de tarefas monótonas.

Atualmente, tem-se verificado um aumento significativo da complexidade de tarefas industriais que muitas vezes exigem um elevado nível cognitivo. De igual forma, o número de trabalhos sedentários devido à automatização dos processos industriais também tem aumentado. Um exemplo de trabalhos sedentários é o trabalho em escritório que, de acordo com Lahlou (1999), estes locais são muitas vezes cenários em que se tomam importantes decisões e onde muitas vezes há necessidade de processar muita informação em pouco tempo. O computador constitui uma ferramenta de trabalho imprescindível em diversos contextos ocupacionais, o que muitas vezes exige elevados níveis de atenção a detalhes e a pequenos símbolos visuais.

Dado o exposto, torna-se evidente a importância da função cognitiva no contexto ocupacional, na medida em que muitas das tarefas realizadas em contexto ocupacional, exigem tanto o uso da função psicomotora como da função cognitiva. Tarefas de reação podem exigir percepção, processamento de informação e uma resposta física. Parsons (2003) exemplifica com uma tarefa em que a função cognitiva está envolvida na deteção de um estímulo, e a função psicomotora com a resposta a esse estímulo.

## 2.3. FUNÇÃO COGNITIVA

Os processos psicológicos que estão envolvidos na forma como o ser humano percebe e interage com o ambiente que o rodeia constituem o objeto de estudo da psicologia cognitiva. Estes processos incluem funções como a atenção, a percepção, a aprendizagem, a memória, a linguagem, a formação de conceitos, a resolução de problemas e o pensamento (Eysenck, 1993). Além disso, a função psicomotora (tempo de reação, tempo de movimento, velocidade de desempenho) tem sido frequentemente incluída neste conceito (Antunes et al., 2006). Rammsayer et al. (1995) referem que o tempo de reação representando uma tarefa psicomotora constitui um indicador da velocidade e da integridade da informação processada. O tempo de reação, segundo Kroemer & Grandjean (1997), pode ser usado como uma forma de avaliar a capacidade de executar tarefas mentais. De acordo com os mesmos autores, o tempo de reação pode ser definido como o intervalo entre o surgimento de um estímulo e a respetiva resposta.

Os processos envolvidos numa tarefa cognitiva, desde a apresentação de um estímulo até à consequente resposta, podem ocorrer em série (processamento em série), isto é, podem ocorrer um após o outro, ou em paralelo (processamento em paralelo), ou seja podem acontecer simultaneamente. O processamento da informação pode ainda ocorrer através de dois processos, através do processo conhecido como *Bottom-up*, em que o processamento se inicia quase totalmente através do estímulo, e pelo processo denominado *Top-down*, em que o processamento é afetado pelo conhecimento e pelas expectativas do indivíduo (Eysenck, 1993).

Segundo Kroemer & Grandjean (1997), o processamento de informação consiste na percepção, interpretação e o processamento da informação transmitida pelos órgãos dos sentidos, no sentido de combinar e comparar a nova informação com a informação armazenada, de forma a fornecer uma base para a tomada de decisão. De forma a compreender os processos cognitivos envolvidos na percepção, no processamento e retenção da informação passa-se de seguida a explicitar os conceitos de alguns desses processos.

### 2.3.1. PERCEÇÃO

De acordo com Levine e Shefner (1981), citados por Eysenck (1993), “a percepção refere-se à forma como nós interpretamos a informação reunida e processada pelos sentidos”. A percepção da informação ocorre através de sistemas sensoriais, nomeadamente a visão e a

audição. Assim, um estímulo afeta os recetores, dos sistemas sensoriais, que estão concebidos para o detetarem, sendo a energia produzida pelas alterações no recetor através do estímulo, convertida em impulsos neuronais que retêm a informação do estímulo. Esta informação contida nos impulsos neuronais é então transmitida a níveis mais elevados do sistema nervoso central, onde é combinada com o conhecimento armazenado permitindo a percepção consciente do estímulo original (Eysenck, 1993).

Normalmente as pessoas estão expostas a um número de estímulos maior do que aquele que o sistema de percepção consegue processar (Kroemer & Grandjean, 1997). Como tal, os sistemas sensoriais estabelecem limites na capacidade de percepção das pessoas. Uma das mais importantes características do sistema de percepção, segundo Eysenck (1993), é o facto de conseguir organizar os estímulos confusos que chegam até si em informação organizada. A percepção espacial que permite a percepção tridimensional dos objetos, a percepção de movimento e o reconhecimento de padrões que possibilitam o reconhecimento e identificação dos objetos, são algumas das principais funções do sistema de percepção visual (Eysenck, 1993).

### 2.3.2. ATENÇÃO

O conceito de atenção tem sido utilizado com vários sentidos, algumas vezes como sinónimo de concentração, outras vezes relacionado com a capacidade de seleccionar uma parte de um estímulo para posterior análise. Alguns estudos sugerem a existência de uma relação entre atenção e o *arousal* fisiológico, sendo que um indivíduo excitado tende a ser mais atento ao ambiente (Eysenck, 1993). A atenção pode ser dividida em dois tipos: atenção focada e atenção dividida. A atenção focada consiste no processamento e na resposta a apenas a um estímulo, por outro lado a atenção dividida consiste no processamento do maior número de estímulos possíveis.

A atenção considerada em termos da capacidade de concentração, em tarefas que para além de monótonas são longas designa-se geralmente por vigilância (Eysenck, 1993). Este tipo de atenção, também denominada como atenção sustentada pressupõe a capacidade de manter um elevado nível de alerta durante um longo período de tempo (Kroemer & Grandjean, 1997).

### 2.3.3. MEMÓRIA

O conhecimento do funcionamento da memória humana é fulcral no estudo da cognição, uma vez que nenhum processo cognitivo pode ocorrer normalmente sem o sistema da memória. A memória pode ser considerada como o processo de armazenamento de informação (Kroemer & Grandjean, 1997).

Atkinson & Shiffrin (1968) citados por Eysenck (1993), distinguiram a memória em memória a curto prazo e memória a longo prazo. A memória a curto prazo compreende a lembrança de acontecimentos instantâneos, que podem ter ocorrido há alguns minutos ou há uma ou duas horas atrás. Os primeiros estudos relacionados com a memória a curto prazo, conjecturaram que os seres humanos poderiam apenas reter um número limitado de itens de cada vez na memória. Miller (1956) escreveu um artigo em que propôs que as pessoas apenas podiam reter um máximo de sete itens, mais ou menos dois, ou seja entre cinco e nove itens. De acordo com Eysenck (1993), Baddeley & Hitch (1974) propuseram que o conceito de memória a curto prazo deveria ser substituído por memória de trabalho. De acordo com o modelo proposto, a memória de trabalho possui três componentes:

- O circuito fonológico, que armazena um número limitado de sons por um período curto;
- O bloco de esboço viso espacial, que armazena informações espaciais e visuais;
- O executivo central, que integra as informações provenientes dos outros componentes, bem como da memória de longo prazo.

Assim, a memória de trabalho é um processo com uma capacidade limitada que mantém e armazena informação temporariamente, suportando os processos do pensamento humano proporcionando um interface entre a percepção, a memória a longo prazo e a ação (Baddeley, 2003). A memória a longo prazo pode conter uma grande quantidade de informação muito diversa durante longos períodos de tempo (Eysenck, 1993; Kroemer & Grandjean, 1997).

### 2.3.4. PENSAMENTO

Eysenck (1993) refere que Humphrey (1951) apresenta uma definição adequada de pensamento, segundo a qual pensamento é “o que acontece numa experiência quando um organismo, humano ou animal, encontra, reconhece e resolve um problema”. Segundo o mesmo

autor, tradicionalmente a questão do pensamento é dividida em tópicos mais específicos, que incluem a resolução de problemas, o raciocínio, a tomada de decisões e o julgamento.

## **2.4. INFLUÊNCIA DO AMBIENTE TÉRMICO NO DESEMPENHO COGNITIVO**

A função cognitiva intervém na perceção individual de bem-estar sendo por isso incluída no conceito de qualidade de vida (Annunziata et al. 2011). A promoção do bem-estar das pessoas no seu local de trabalho, além de poder estar associada ao conceito de qualidade de vida, também pode contribuir para um melhor desempenho e um conseqüente aumento da produtividade.

Wyon (2001) refere que pessoas que se sentem desconfortáveis perdem a motivação para trabalhar e tendem a fazer mais pausas. Nunes et al. (1993), citados por Wyon (2001), afirmam que pessoas que não se sentem bem não trabalham bem. Como demonstrado no ponto 2.2.2. , a função cognitiva tem um papel importante em contexto ocupacional, sendo portanto relevante o estudo dos fatores que poderão afetar esta função. Desta forma, tendo em atenção alguma literatura considerada relevante, constatou-se que existe um acordo relativamente à importância do estudo dos efeitos do ambiente térmico na resposta cognitiva.

Segundo Parsons (2003), a avaliação de ambientes térmicos poderá ser necessária para quantificar o ambiente (parâmetros físicos) e os seus efeitos, de forma a interpretar os valores obtidos em termos de saúde, conforto e desempenho das pessoas expostas. O mesmo autor afirma não existirem dúvidas que ambientes quentes, moderados ou frios podem interferir com as atividades humanas, afetando o desempenho de tarefas, podendo influenciar desta forma a produtividade. Diversos estudos têm sido desenvolvidos com o objetivo de perceber de que forma o desempenho cognitivo é afetado pelos aspetos do ambiente térmico, nomeadamente pelo conforto e pelos seus parâmetros físicos.

Kroemer & Grandjean (1997) indicam que a manutenção de um ambiente confortável é essencial para o bem-estar e para uma otimização do desempenho. Por outro lado, Lan et al. (2012) argumentam, que condições que proporcionem neutralidade térmica podem não ser as mais indicadas para um desempenho máximo, indicando que ambientes confortáveis ligeiramente frios podem potenciar um melhor desempenho. Neste sentido, Wyon (2001) também refere que condições térmicas que propiciem conforto podem não contribuir para um aumento da eficiência. O mesmo autor indica um estudo desenvolvido por Pepler e Warner

(1968) desenvolvido com sujeitos jovens que realizaram trabalho mental sob diversas temperaturas. Neste estudo ficou demonstrado que a temperatura a que os sujeitos se sentiam mais confortáveis foi de 27°C, revelando sentirem-se desconfortáveis com a temperatura de 20°C, verificando-se que a maior quantidade de trabalho foi desenvolvida sob a temperatura de 20°C. Num outro estudo, desenvolvido por Tham & Willem (2010), realizado com 96 jovens adultos num ambiente simulado de escritório, verificou-se que temperaturas do ar mais baixas que conduzam a sensações moderadas de frio levam a um aumento do nível de *arousal*, que é o estado mental preferencial no desempenho de tarefas que exigem atenção.

De acordo com Gaoua (2010), os resultados dos estudos em que se pretendeu analisar os efeitos dos ambientes térmicos no desempenho cognitivo revelam alguma controvérsia. Este paradoxo pode ser explicado pela interferência de fatores relacionados com os sujeitos (Hancock & Vasmatazidis, 2003), como o género, o nível de hidratação, a aclimatização e as capacidades objetivas e subjetivas.

Fatores relacionados com os métodos de avaliação das condições térmicas e fatores relacionados com o tipo, duração e complexidade da tarefa (Hancock & Vasmatazidis, 2003; Pilcher et al. 2002), também podem interferir com os resultados. Seguidamente serão apresentadas as principais conclusões de alguns estudos que avaliaram a influência de ambientes térmicos quentes, moderados e frios no desempenho cognitivo.

#### 2.4.1. EFEITOS DOS AMBIENTES QUENTES NO DESEMPENHO COGNITIVO

O desconforto provocado por exposição a ambientes quentes pode conduzir a alterações comportamentais e a efeitos no desempenho cognitivo, nomeadamente no desempenho mental, no processamento de informação e na memória (Parsons, 2003). Diversos estudos realizados com objetivo de analisar o efeito da exposição a ambientes quentes no desempenho cognitivo, concluíram que a exposição a condições térmicas quentes conduz a um decréscimo no desempenho.

Lan et al. (2012), num trabalho de revisão também apuraram que em condições térmicas inadequadas expressas por temperaturas elevadas se verifica um efeito negativo significativo no desempenho. Também Kroemer & Grandjean (1997) revelam que, ambientes quentes podem conduzir a cansaço e sonolência, reduzir o desempenho físico e aumentar a probabilidade de erros (Figura 2.1).

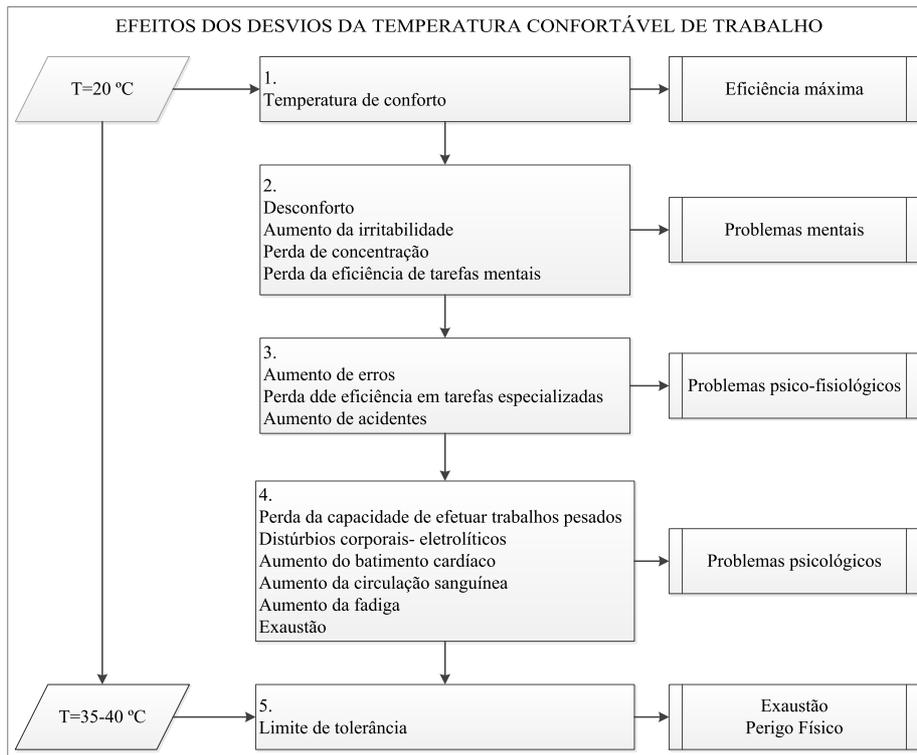


Figura 2.1 – Efeitos do aumento da temperatura (adaptado de Kroemer & Grandjean, 1997).

Gaoua et al. (2011), num estudo em que avaliaram as alterações no desempenho cognitivo durante exposição a temperaturas extremas de calor, verificaram um decréscimo na memória de trabalho. Enander & Hygge (1990), num trabalho de revisão sobre a influência do *stress* térmico no desempenho cognitivo, apuraram que o tempo de reação tende a aumentar com o calor e que o desempenho em tarefas de vigilância é otimizado num intervalo de temperaturas entre os 27°C e os 32°C e que, por outro lado, o desempenho em tarefas de *tracking* parece diminuir no mesmo intervalo de temperaturas.

Hancock & Vasmatazidis (1998) consideram que, uma melhor compreensão sobre como se comporta a função cognitiva sob *stress* térmico provocado pelo calor pode contribuir para além da definição de limites ocupacionais de exposição ao calor, para uma melhoria da qualidade de vida em contextos sociais e ocupacionais.

#### 2.4.2. EFEITOS DOS AMBIENTES MODERADOS NO DESEMPENHO COGNITIVO

Parsons (2003) refere que apesar de se verificar alguma evidência no decréscimo do desempenho cognitivo em ambientes quentes, ambientes moderadamente quentes também têm

mostrado afetar o desempenho em tarefas que requerem vigilância. Esta situação pode ser consequência da diminuição do nível de *arousal*, apesar dos efeitos de distração provocados pelo desconforto também poderem contribuir. O mesmo autor afirma ainda que ambientes moderados que se possam tornar suficientemente quentes ou frios ao ponto de causar desconforto podem conduzir a um aumento do nível de *arousal*, o que por sua vez potencia um aumento do desempenho.

De acordo com Wyon (2001), sob condições térmicas moderadas quentes ligeiramente acima da zona de conforto, é possível diminuir o débito de sudação reduzindo o metabolismo, o que por sua vez conduz a uma redução do nível de *arousal* e a um consequente relaxamento das pessoas. Fatores do desempenho cognitivo com um nível ótimo baixo de *arousal*, como por exemplo a memória e o pensamento criativo, melhoram com uma exposição a condições térmicas de alguns graus acima da zona de conforto, mas têm um decréscimo sob altas temperaturas. Palinkas et al. (2005) evidenciaram uma melhoria no desempenho cognitivo em determinadas tarefas em condições moderadas de frio.

#### 2.4.3. EFEITOS DOS AMBIENTES FRIOS NO DESEMPENHO COGNITIVO

De acordo com Kroemer & Grandjean (1997), um ambiente frio pode induzir agitação, que por sua vez pode afetar o nível de vigilância reduzindo a concentração, especialmente em tarefas mentais. Também Parsons (2000) afirma que, os efeitos da exposição ao frio sobre o desempenho humano são frequentemente ignorados, apesar de serem significativos. Segundo o mesmo autor o frio pode aumentar o nível de *arousal* e assim melhorar o desempenho em tarefas visuais. Contudo, o autor refere ainda que em condições extremamente frias, o frio pode funcionar como uma tarefa extra aumentando assim a carga do trabalho e possivelmente pode diminuir o desempenho cognitivo.

Mäkinen et al. (2006), relatam que a maior parte dos efeitos documentados, estão relacionados com um aumento do número de erros, com alterações nos tempos de resposta em testes que avaliam a vigilância o raciocínio e a memória. Pilcher et al. (2002) numa meta-análise demonstraram que em condições termicamente frias (inferiores ou iguais a 10°C) o desempenho cognitivo em tarefas que envolvem o raciocínio, a aprendizagem e a memória é prejudicado.

## **PARTE II – DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO**



## Capítulo 3

---

### DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E OBJECTIVOS

#### 3.1. DEFINIÇÃO DO PROBLEMA E PERTINÊNCIA DO ESTUDO

A função cognitiva desempenha um papel fundamental em ambientes ocupacionais, nomeadamente na tomada de decisões, na orientação, segurança e na produtividade. Um ambiente térmico que cause desconforto pode afetar o desempenho cognitivo. Diversos estudos têm sido levados a cabo com o objetivo de tentar perceber a relação entre o ambiente térmico e o desempenho cognitivo, mais precisamente entre a temperatura a que os sujeitos estão expostos e o seu desempenho cognitivo. Contudo a influência do ambiente térmico na função cognitiva ainda se mantém equívoca (Ford et al., 2011; Hancock & Vasmatazidis, 2003).

O *stress* e o desconforto provocado por ambientes térmicos quentes podem conduzir a alterações comportamentais e efeitos na performance cognitiva, como por exemplo no processamento de informação e na memória (Parsons, 2003). Por outro lado a exposição ao frio pode afetar o raciocínio, a aprendizagem e tarefas que envolvam a memória (Pilcher et al., 2002). Alguns estudos revelam que muitos dos efeitos associados a temperaturas frias evidenciam um aumento do número de erros e alterações nos tempos de resposta em testes de desempenho cognitivo, que avaliam o raciocínio, a vigilância e a memória (Mäkinen et al., 2006). Segundo Parsons (2003), ambientes térmicos moderados, que possam causar desconforto, também podem afetar o desempenho cognitivo.

Tendo em consideração o atrás exposto, entende-se pertinente avaliar, qual a influência do ambiente térmico moderado, em contexto ocupacional, no desempenho cognitivo. Por conseguinte, este trabalho será desenvolvido no sentido de avaliar esta relação, usando como amostra pessoas que laboram em escritórios e que utilizam o computador como ferramenta de trabalho. A escolha deste grupo de pessoas prende-se com o facto de estes trabalhadores muitas vezes desempenharem funções com exigências cognitivas elevadas (atenção, processamento de informação, recurso à memória, etc.) em ambientes térmicos inadequados.

## **3.2. OBJETIVOS**

O objetivo do presente estudo é perceber de que forma o ambiente térmico moderado, em contexto ocupacional, poderá afetar o desempenho cognitivo. Mais especificamente, pretende-se estudar a influência que os parâmetros físicos do ambiente térmico e o conforto térmico, têm no desempenho cognitivo, tendo em consideração as características individuais dos sujeitos.

Desta forma pretende-se atingir o objetivo preconizado através:

- Da caracterização da amostra em estudo;
- Da caracterização dos espaços em estudo, no que diz respeito ao seu ambiente térmico, bem com às atividades aí desenvolvidas;
- Da caracterização e quantificação dos parâmetros físicos do ambiente térmico;
- Da caracterização subjetiva do conforto térmico;
- Da determinação da eventual existência de diferenças significativas nos resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo em função do momento da sua realização;
- Da relação entre as características individuais dos sujeitos e os resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo;
- Da relação entre os resultados objetivos e subjetivos do ambiente térmico, e os resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo.

# Capítulo 4

---

## METODOLOGIA

### 4.1. INTRODUÇÃO

O termo metodologia traduz a organização crítica das práticas investigativas e reporta-se à descrição dos procedimentos e técnicas específicas de recolha e análise de dados, às suas potencialidades e limites, bem como aos pressupostos subjacentes à sua aplicação.

Relativamente ao método escolhido, optou-se por uma abordagem quantitativa, de natureza dedutiva, que pressupõe um trabalho sistematizado em torno das variáveis em estudo, que se traduz em dados numéricos que proporcionam o conhecimento dessas variáveis (Fortin, 2009). Os métodos quantitativos são indicados e relevantes quando se pretende proceder a determinadas medições, abordar populações vastas ou recolher informação através de documentos padronizados que facultam dados passíveis de quantificação. Podem ainda, ser pertinentes para apreciações psicométricas de instrumentos de medida ou trabalhar variáveis, apelando particularmente à estatística analítica ou inferencial.

A escolha do tipo de estudo precisa-se no decurso da formulação do problema, quando a questão de investigação se tornou definitiva, sendo a questão de investigação que dita o método apropriado ao estudo de um fenómeno (Fortin, 2009). Tendo presente os objetivos definidos para este trabalho, foi desenvolvido um estudo exploratório e descritivo (Fortin, 2009).

Este capítulo tem como objetivo apresentar e fundamentar a metodologia aplicada no presente estudo, tendo em consideração o objetivo de investigação preconizado. Assim, ao longo deste capítulo é descrita e fundamentada a metodologia utilizada, abordando-se a amostragem, o desenho do estudo, os instrumentos de recolha de dados e o tratamento estatístico dos dados utilizados.

## **4.2. AMOSTRAGEM**

Este estudo teve como população-alvo pessoas que exercem as suas funções profissionais em ambiente de escritório, com tarefas sedentárias e que utilizam o computador como ferramenta de trabalho. A escolha deste grupo de pessoas prendeu-se com o facto de estes trabalhadores exercerem frequentemente funções com exigências cognitivas elevadas (atenção, processamento de informação, recurso à memória, etc.) em ambientes térmicos inadequados.

A escolha dos locais para o desenvolvimento do estudo teve em consideração o tipo o tipo de tarefas desempenhadas pelos potenciais participantes, bem como o contexto onde os mesmos as concretizavam. As condições logísticas, a acessibilidade à população-alvo, o conhecimento prévio dos locais, foram parâmetros também tidos em consideração. De acordo com os objetivos delineados, o referido estudo desenvolveu-se em 6 locais, mais precisamente em 3 escritórios em diferentes empresas em Braga e em 3 laboratórios de investigação na Universidade do Minho em Guimarães.

## **4.3. DESENHO DO ESTUDO**

O estudo decorreu entre Março e Julho de 2012, pretendendo-se desta forma englobar dias quentes, frios e amenos, com o objetivo de obter uma maior variabilidade nos parâmetros de ambiente térmico. De acordo com os objetivos preconizados para o presente estudo a metodologia aplicada no desenvolvimento deste trabalho teve por base três tipos de abordagens: a aplicação de questionários, a medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico e a aplicação de testes de avaliação do desempenho cognitivo.

O estudo principiou com uma recolha de dados relativos aos participantes e ao seu local de trabalho, através de um questionário que se denominou de *Questionário 0*. Este questionário tinha como objetivo a recolha de dados pessoais, assim como outros dados dos participantes relevantes para este estudo (descrição mais detalhada no ponto 4.4.1. deste capítulo).

Foram estabelecidos 12 dias de observação não consecutivos por cada participante, com o objetivo de aumentar a variabilidade dos parâmetros físicos do ambiente térmico. Cada dia de observação foi constituído por três períodos: no início do dia de trabalho, a meio do dia de trabalho e no fim do dia de trabalho. Em cada um desses períodos foi aplicado um teste de avaliação do desempenho cognitivo e um questionário relacionado com o conforto térmico do

participante (*Questionário 1*). De forma a garantir a realização dos testes e dos questionários nos dias de observação e nos períodos de observação planeados, decidiu-se enviar um *e-mail* a lembrar a realização dos mesmos, no dia anterior à observação e 10 minutos antes da realização de cada teste e questionário. Assim, cada participante no dia anterior à observação recebeu um *e-mail* (ver exemplo em Anexo I), que dava a informação da ordem dos testes a realizar no dia seguinte, assim como dos respetivos horários. No dia de observação cada participante, recebeu um *e-mail* (ver exemplo no Anexo I) 10 minutos antes de cada período de observação, através do qual foi informado sobre o teste que deveria realizar, sobre o link de acesso ao *Questionário 1* (caso ocorresse alguma falha no redireccionamento do *site*) e sobre o link de acesso ao *site* e as respetivas credenciais de acesso.

Em cada dia de observação foram realizadas medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico nos diferentes locais em estudo, e foram realizados registos das temperaturas do ar e humidades relativas exteriores. O desenho do estudo é apresentado na Figura 4.1 de forma esquematizada.

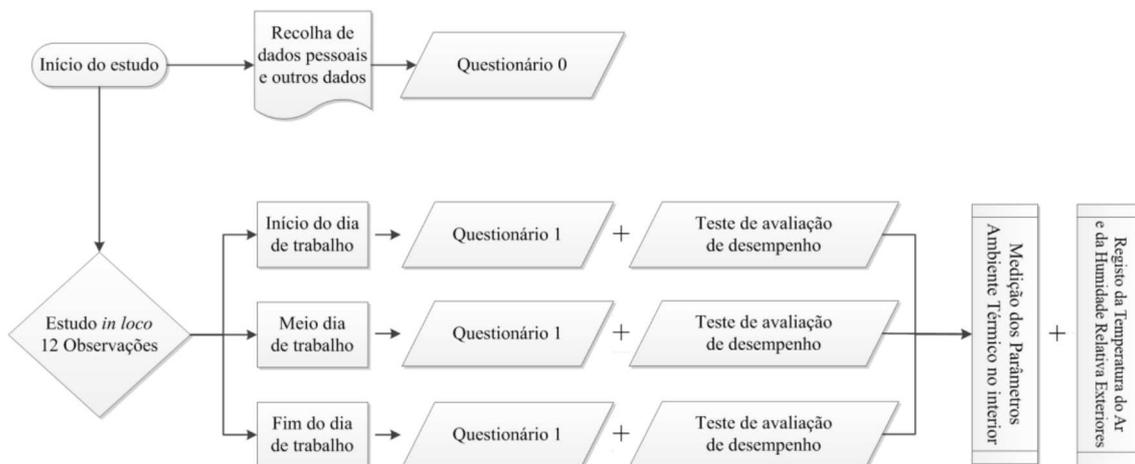


Figura 4.1 – Desenho do Estudo.

Cronologicamente a metodologia do estudo pode ser esquematizada da seguinte forma:

1. Levantamento e seleção dos locais onde se realizou o estudo e contacto com os potenciais participantes no sentido de verificar a sua disponibilidade para participar no estudo;
2. Realização de reuniões com os participantes, durante as quais foram informados sobre a natureza, o objetivo e o protocolo do estudo; aplicação de um primeiro questionário (*Questionário 0*) para a caracterização do participante e das condições do seu local de trabalho;

3. Medição dos parâmetros necessários para a caracterização do ambiente térmico dos diferentes locais onde se realizou o estudo, sendo paralelamente realizado o registo das temperaturas do ar e humidades relativas exteriores;
4. Aplicação dos testes de avaliação do desempenho cognitivo conjuntamente com o questionário de avaliação do conforto térmico (*Questionário 1*) nos 3 períodos definidos para cada dia de observação.

Após a seleção dos locais e obtida a autorização para a realização do estudo foram levadas a cabo reuniões com os participantes onde estes foram informados sobre:

- A pertinência do estudo;
- A finalidade e os objetivos a alcançar;
- As técnicas utilizadas para a colheita de dados;
- O momento e a duração dos testes e das medições;
- O período em que decorreriam as observações.

Foi ainda explicado aos participantes que as respostas dos questionários, bem como os resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, seriam tratados com total confidencialidade. Desta forma foi fornecido um formulário de consentimento (Anexo II), no qual os participantes declararam que foram informados sobre todos os elementos do projeto de investigação e que aceitaram participar nele. Neste primeiro encontro foi ainda aplicado o *Questionário 0*.

Num segundo encontro com os participantes, foram agendados os dias das observações, bem como os horários da realização dos testes e dos questionários tendo em consideração o desenho do estudo (no início, a meio e no fim do dia de trabalho), assim como os horários mais convenientes para os participantes, de forma a não afetar o seu trabalho. Apesar do plano de observações e os horários terem sido definidos nesta fase, ele foram sendo reajustados sempre que necessário. Foi ainda explicado aos participantes que a execução de todos os testes de avaliação do desempenho cognitivo e dos questionários seriam realizados através de um *site* criado para o efeito (informação detalhada na secção 4.7. deste documento). Os participantes foram ainda informados que no dia anterior à realização dos testes e dos questionários receberiam um *e-mail* a informar que no dia seguinte era dia de observação, e que no próprio dia, também receberiam um *e-mail* 10 minutos antes do horário acordado a relembrar a realização do teste e do questionário.

Neste momento foram também apresentados e explicados os testes que seriam utilizados no estudo e procedeu-se à demonstração de como eram executados. Os participantes tiveram ainda a possibilidade de experimentar e realizar os testes, com o intuito de se familiarizarem com os mesmos, de forma a diminuir a influência do desconhecimento da tarefa nos resultados dos testes (Gaoua, 2010). Finalmente foi solicitado aos participantes que quando realizassem os testes e os questionários, garantissem que estariam sentados no seu posto de trabalho há pelo menos 30 minutos, de modo que o seu metabolismo estivesse estável e que todos os participantes estivessem nas mesmas condições.

Uma vez que os testes e os questionários seriam realizados *online*, prevendo possíveis falhas da rede, foi distribuído um dossier a cada participante contendo um CD com os 3 testes de avaliação do desempenho cognitivo a utilizar durante o estudo, o plano das observações e os horários acordados, o plano dos testes a realizar, e ainda alguns questionários em papel (Anexo VI).

Seguidamente são apresentadas detalhada e pormenorizadamente cada uma das fases da metodologia aplicada.

#### **4.4. CARACTERIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO**

Um dos pontos fulcrais da metodologia adotada consistiu na caracterização, em termos de ambiente térmico, dos locais onde se desenvolveu o estudo. Para ser possível uma análise objetiva dos parâmetros físicos do ambiente térmico, foram realizadas amostragens das variáveis temperatura do ar, humidade relativa, velocidade do ar e temperatura de globo.

A temperatura do ar e a humidade relativa foram medidas continuamente ao longo de cada dia de observação. As amostragens das variáveis velocidade do ar e temperatura de globo foram efetuadas em 3 períodos distintos do dia (no início do dia de trabalho, a meio do dia de trabalho, e no fim do dia de trabalho), de modo a obter valores representativos. A definição dos momentos em que se realizaram as medições foi feita tendo em consideração o horário de trabalho dos participantes. Assim, para cada local a caracterizar foram definidos os momentos das medições como se pode visualizar na Tabela 4.1.

Os horários definidos não foram totalmente estanques, uma vez que em alguns dos locais a caracterizar os participantes tinham um horário de trabalho mais flexível. Como se pretendia caracterizar o ambiente térmico quando os participantes se encontravam no seu local de trabalho, esta situação obrigava muitas vezes a um ajustamento dos horários das medições.

Tabela 4.1 – Horários das medições nos locais a caracterizar.

LOCAIS					
1	2	3	4	5	6
10:00	09:00	09:00	10:00	09:00	10:00
14:00	13:00	13:30	13:00	12:00	12:00
19h00	18:00	18:30	16:30	17:30	17:00

#### 4.4.1. EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

Como referido anteriormente, realizaram-se medições da temperatura do ar, da humidade relativa, da velocidade do ar e da temperatura de globo em cada um dos pontos e em cada período previamente definidos. A velocidade do ar foi medida através de um Termoanemómetro da marca TSI VelociCheck e modelo 8330 (ver certificado de calibração no Anexo III) e para temperatura de globo foi utilizado um Termómetro de Globo. Para medir a temperatura do ar e a humidade relativa foi utilizado um *Data Logger* da marca Lascar e modelo EL-USB (Figura 4.2).

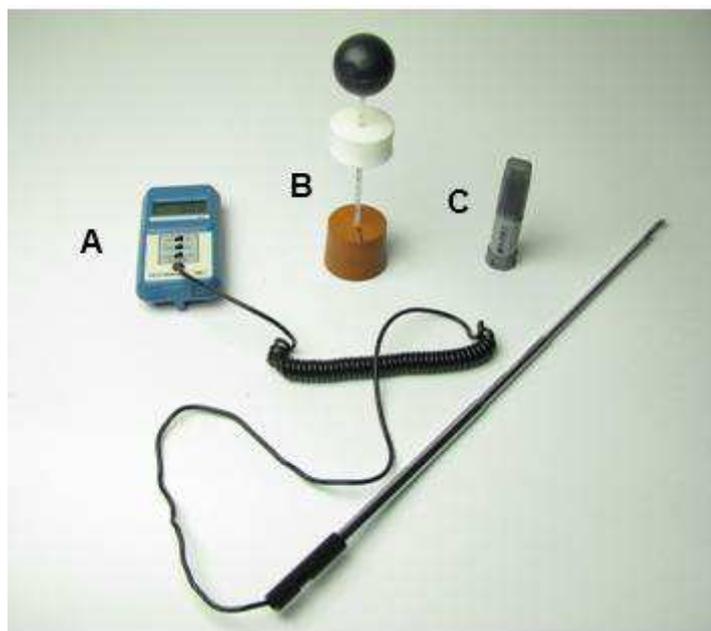


Figura 4.2 – Equipamentos de medição utilizados: A – Termoanemómetro; B – Termómetro de Globo; C – *Data logger*.

#### 4.4.2. TÉCNICA DE MEDIÇÃO

Numa primeira fase definiram-se os pontos de amostragem em cada um dos locais tendo em consideração a localização das janelas, portas, sistemas de ventilação/climatização, *layout* do espaço, bem como o a disposição dos participantes no local (Anexo IV). De acordo com a norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2004, as medições devem ser feitas num ponto representativo das localizações dos ocupantes. Contudo, a mesma fonte refere que na impossibilidade de estimar a disposição dos ocupantes as medições devem ser realizadas no centro do espaço a caracterizar. De acordo com o exposto optou-se por realizar as medições num ponto central dos espaços a caracterizar (Anexo IV).

As medições de todos os parâmetros foram realizadas a uma altura de 60 cm, por ser aproximadamente esta a altura de uma pessoa sentada. Optou-se por apenas uma altura de amostragem por se considerar os ambientes homogéneos.

O *Data Logger* e o Termómetro de Globo foram colocados sobre uma superfície mate de cor clara e mantiveram-se no mesmo ponto ao longo de todo o dia de observação. Relativamente à temperatura de globo, como o termómetro se manteve no mesmo ponto ao longo de todo o dia de observação, apenas se teve o cuidado de na primeira medição, após se ter colocado o termómetro no ponto de amostragem, se aguardar cerca de 15 minutos para que este estabilizasse antes de se proceder à medição.

Para medir a velocidade do ar colocou-se o Termoanemómetro num tripé de forma a evitar oscilações que pudessem comprometer a medição. Antes de realizar a medição foram dados cerca de 3 minutos para que o equipamento estabilizasse. Na Figura 4.3 é possível visualizar o ponto de amostragem num dos locais em estudo.



Figura 4.3 – Ponto de Amostragem num dos Locais em Estudo.

#### 4.4.3. TEMPERATURA DO AR E HUMIDADE RELATIVA EXTERIORES

Como referido no ponto 4.3., durante o estudo foi realizado o registo, para cada dia de observação, da temperatura do ar e da humidade relativa exteriores, uma vez que estas podem afetar o ambiente térmico e a sua perceção em espaços interiores (Charles, 2003). Para efetuar o registo recorreu-se à informação disponível no *site* do Instituto Português de Meteorologia<sup>1</sup>, onde é possível aceder diariamente a um resumo, do dia anterior, das observações de superfície para cada estação meteorológica, da temperatura do ar (°C), da humidade relativa (%), da intensidade do vento (m/s), da precipitação (mm) e da pressão atmosférica (hPa).

O registo foi realizado com o objetivo de contextualizar o período em que decorreu o estudo, em termos de temperatura do ar e de humidade relativa exteriores. Desta forma, ao longo de todo o período do estudo, foi efetuado o registo dos valores da temperatura do ar e da humidade relativa exteriores, para cada dia de observação. De acordo com os dados do *site*, as observações da temperatura do ar e da humidade relativa são realizadas a 1,5 metros de altura.

#### 4.5. DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÃO DOS QUESTIONÁRIOS

Os questionários constituem uma ferramenta imprescindível quando se pretende obter dados de natureza subjetiva. Com o intuito de aferir a perceção dos participantes sobre o

---

<sup>1</sup> <http://www.meteo.pt/>

conforto térmico no seu local de trabalho e obter informações relevantes para o estudo, optou-se por utilizar esta ferramenta de recolha de dados. O desenvolvimento dos questionários foi efetuado tendo em consideração a relevância, a clareza e a sequência das questões, de forma a ir ao encontro aos objetivos delineados para este estudo.

Numa fase inicial, com o objetivo de proceder à validação dos questionários, foi realizado um pré-teste dos mesmos. Assim os questionários foram distribuídos a um grupo de 12 pessoas, às quais foi solicitado que verificassem a clareza e sequência das questões, identificassem questões ambíguas, bem como alguma dificuldade que surgisse no preenchimento dos mesmos. Como resultado deste pré-teste algumas questões foram reescritas e reestruturadas com o objetivo de se tornarem mais claras, mas mantendo o seu significado original.

A aplicação dos questionários decorreu em duas fases. Na primeira fase, mais concretamente no início do estudo, foi aplicado o *Questionário 0*, através do qual se pretendia recolher dados relacionados com as características individuais de cada participante, caracterizar o local de trabalho, bem como conforto térmico percebido pelos participantes e finalmente verificar os ritmos circadianos dos participantes. Como o estudo decorreu entre Março e Julho de 2012, com as alterações das condições térmicas houve a necessidade de reapplicar algumas questões, nomeadamente as relacionadas com o vestuário utilizado pelos participantes e com o conforto térmico. O *Questionário 1* foi aplicado ao longo de todas as observações, uma vez por cada período de observação após a realização do teste de avaliação de desempenho cognitivo. Este segundo questionário, ao contrário do *Questionário 0*, foi preenchido *online* (conforme descrito adiante), através da ferramenta *Google Docs*.

#### 4.5.1. *QUESTIONÁRIO 0*

Este primeiro questionário, que teve como objetivo a caracterização dos participantes, do seu local de trabalho, bem como a sua perceção do conforto térmico do seu local de trabalho e a aferição do seu grau de Matutividade e Vespertividade, foi estruturado em 4 partes.

A Figura 4.4 esquematiza a estrutura do questionário.

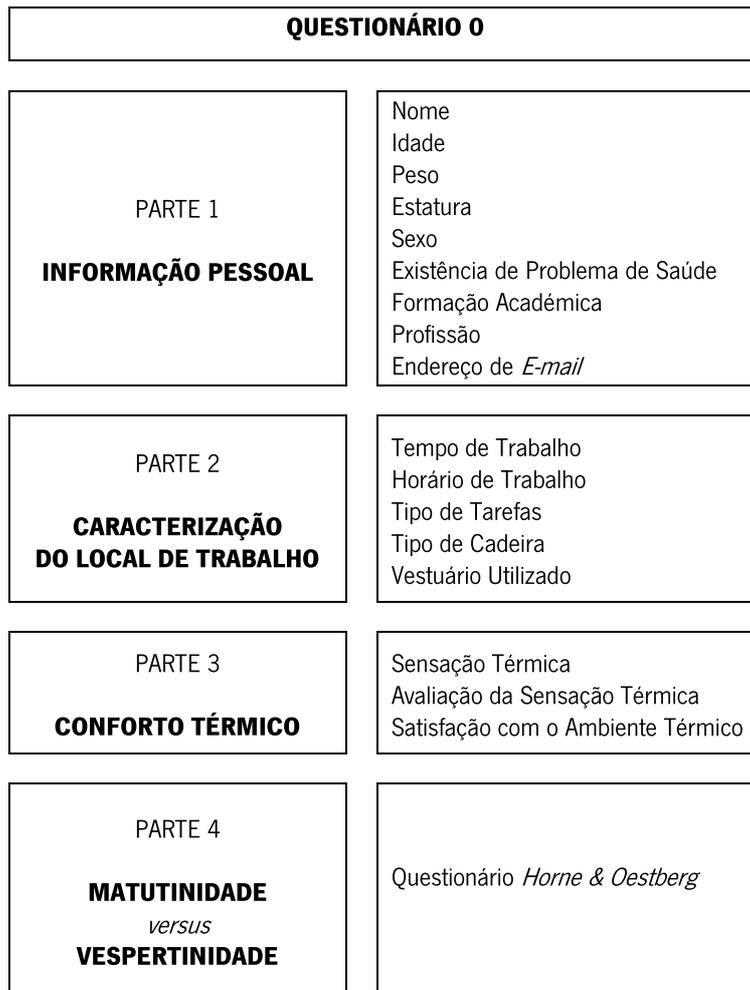


Figura 4.4 – Esquema da Estrutura do *Questionário 0*.

### *INFORMAÇÃO PESSOAL*

Esta primeira parte engloba um conjunto de questões que possibilitaram caracterizar os participantes. As questões incluídas nesta parte do questionário são consideradas pertinentes uma vez que permitiram a caracterização da amostra. Por outro lado, estas questões permitiram obter dados que podem constituir fatores relevantes no que diz respeito ao conforto térmico, assim como ao desempenho cognitivo, como é o caso da idade, do peso, da estatura e da existência de problemas de saúde.

A idade poderá ser um fator que afeta o conforto térmico, uma vez que é geralmente considerado que pessoas mais velhas sentem-se mais confortáveis com temperaturas mais altas do que pessoas mais novas (Parsons, 2003).

O peso e a estatura podem também ter um papel relevante na questão do conforto térmico, uma vez que são necessários para a determinação do metabolismo dos participantes.

O sexo é um fator importante a incluir, visto que alguns autores referem a existência de diferenças em termos da manifestação da sensação de conforto térmico entre indivíduos do sexo feminino e masculino (Hwang et al., 2006; de Dear & Brager, 1998). Por outro lado, a diferença entre géneros pode estar relacionada com uma variedade de fatores psicológicos, comportamentais e fisiológicos (Gaoua, 2010).

Finalmente, incluiu-se uma questão que permitiu aferir se os participantes seriam ou não portadores de uma doença crónica, o que por sua vez poderia afetar tanto o conforto térmico, como o desempenho cognitivo.

### *CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO*

Com este grupo de questões pretendeu-se obter dados relacionados com as condições de trabalho dos participantes, nomeadamente com o tempo e o horário de trabalho, o tipo de tarefas desempenhadas, o tipo de cadeira utilizada e o vestuário utilizado no local de trabalho

A questão “HÁ QUANTO TEMPO DESEMPENHA FUNÇÕES NESTE LOCAL DE TRABALHO?” permitiu verificar se os participantes estariam ou não adaptados ao ambiente térmico do seu local de trabalho, podendo esta condição influenciar o conforto térmico.

O conhecimento do horário de trabalho dos participantes, para além de indicar o tempo que estes permanecem no seu local de trabalho, permitiu definir o plano da realização dos testes e dos questionários de acordo com os horários de entrada, de saída, tendo ainda em atenção as pausas.

A questão “QUE TIPO DE TAREFAS DESEMPENHA?” possibilitou caracterizar as funções desempenhadas pelos participantes.

A informação da cadeira utilizada pelos participantes, uma vez que a sua atividade é essencialmente sedentária, foi usada, conjuntamente com os dados do vestuário utilizado no local de trabalho, para a determinação do isolamento do vestuário tal como é proposto pela norma ISO 7730:2005.

### *CONFORTO TÉRMICO*

Com esta parte do questionário pretendeu-se perceber como os participantes percecionam o ambiente térmico do seu local de trabalho e o seu grau de satisfação relativamente às condições térmicas do mesmo.

A questão “INDIQUE COMO GERALMENTE SE SENTE NO SEU LOCAL DE TRABALHO” permitiu aos participantes, através de uma escala subjetiva de 7 pontos, identificar como

geralmente se sentem no seu local de trabalho. A escala utilizada é a proposta pela norma ISO 7730:2005, que é a escala de sensação térmica da ASHRAE, a qual é utilizada para quantificar a sensação térmica. Como se pode observar na Tabela 4.2 a escala varia do grau -3 ao grau 3 passando pelo ponto central 0, variando deste modo de Muito Frio a Muito Quente, sendo a sensação térmica neutra (Nem Frio, nem Quente) centrada no valor 0.

Tabela 4.2 – Escala da sensação térmica utilizada no *Questionário 0*.

3	Muito Quente
2	Quente
1	Ligeiramente Quente
0	Nem Frio, nem Quente
-1	Ligeiramente Frio
-2	Frio
-3	Muito Frio

A questão “INDIQUE COMO GOSTARIA DE SE SENTIR NO SEU LOCAL DE TRABALHO” permitiu comparar, através de uma escala de preferência de 3 pontos, a sensação térmica percebida pelos participantes com a forma como eles se gostariam de se sentir no seu local de trabalho. A escala adotada, sugerida por Parsons (2003) compreende 3 pontos: Mais Quente, Sem Alteração, Mais Frio.

Finalmente através da questão “ESTÁ GERALMENTE SATISFEITO COM O AMBIENTE TÉRMICO DO SEU LOCAL DE TRABALHO” pretendeu-se avaliar o grau de satisfação dos participantes relativamente ao ambiente térmico do seu local de trabalho.

#### *MATUTINIDADE VERSUS VESPERTINIDADE*

Este grupo de questões relacionadas com a Matutividade *versus* Vespertinidade poderia ter sido incluído na parte da Informação Pessoal, uma vez que está relacionado com as características dos participantes. Contudo, uma vez que se tratava de um conjunto extenso de questões, por uma questão de organização do questionário optou-se por colocá-lo nesta parte final do questionário.

Através da revisão bibliográfica foi possível constatar que a influência dos ritmos circadianos não é consensual no que diz respeito ao conforto térmico. Por outro lado, foi possível verificar que estão relacionados com o desempenho cognitivo (Blatter & Cajochen, 2007; Schmidt et al., 2007). Um dos aspetos mais importantes nas diferenças individuais nos ritmos circadianos é o grau de Matutividade e Vespertinidade. De acordo com o exposto, decidiu-se

avaliar este grau de Matutividade e Vespertividade dos participantes, recorrendo-se ao Questionário de Horne & Oestberg (QMV-H&O) adaptado por Silvério et al. (1998) e aferido para a população portuguesa por Silva et al. (2002).

Esta parte do questionário engloba 16 questões (Anexo V), que dependendo da resposta do participante, pode ter entre 1 e 4 pontos. Após o somatório dos pontos de todas as respostas e de acordo com os pontos de corte seria possível classificar os participantes de acordo com o seu grau de Matutividade e Vespertividade, como se pode observar na Tabela 4.3.

Tabela 4.3 – Classificação do grau de Matutividade e Vespertividade.

<b>CLASSIFICAÇÃO</b>	<b>PONTOS DE CORTE</b>
Definitivamente Vespertino	Soma de QMV-H&O < 30
Moderadamente Vespertino	31 > Soma de QMV-H&O < 40
Indiferente	41 > Soma de QMV-H&O < 52
Moderadamente Matutino	53 > Soma de QMV-H&O < 59
Definitivamente Matutino	Soma de QMV-H&O > 59

#### 4.5.2. QUESTIONÁRIO 1

Este segundo questionário pretendia caracterizar as sensações térmicas globais e locais dos participantes. Para a construção deste questionário foi tido em consideração um modelo apresentado em Parsons (2003). Nesta fase, de forma a facilitar a identificação dos participantes, foi-lhes atribuído um número (Id) de acordo com o local de trabalho, que posteriormente permitiu associar as respostas deste questionário bem como os resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo. O questionário foi estruturado de acordo com o apresentado na Figura 4.5.

Como já foi referido, este questionário foi preenchido *online*, tal como a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo. Mas, como também já foi referido anteriormente, prevendo possíveis falhas da rede que impossibilitassem tanto o preenchimento dos questionários, bem como a realização dos testes, foram disponibilizados aos participantes questionários em formato papel. Os questionários em papel (Anexo VI) apresentaram pontos que não foram incluídos nos questionários disponibilizados *online*, nomeadamente a Hora e a Data, na parte da Informação Pessoal, e a parte do Teste Cognitivo.

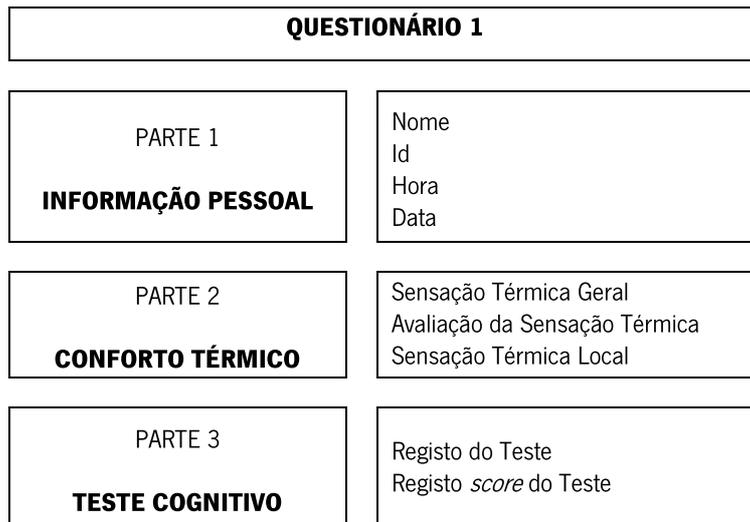


Figura 4.5 – Estrutura do *Questionário 1*.

### *INFORMAÇÃO PESSOAL*

Esta primeira parte do *Questionário 1* pretendia identificar o participante através do Nome e do Id atribuído. A Hora e a Data apenas foram incluídas no questionário em papel, uma vez que no questionário realizado *online* esse registo era feito automaticamente.

### *CONFORTO TÉRMICO*

Esta parte do questionário permitiu averiguar as sensações térmicas globais experimentadas pelos participantes no momento do preenchimento deste, o seu grau de satisfação relativamente às sensações térmicas gerais e finalmente as sensações térmicas locais percecionadas pelos participantes.

A questão “INDIQUE NA SEGUINTE ESCALA COMO SE SENTE NO MOMENTO” permitiu ao participante identificar, através da escala de 7 pontos da ASHRAE (descrita no ponto 4.5.2. ), a sensação térmica geral experimentada no momento.

Através da questão “INDIQUE COMO GOSTARIA DE SE SENTIR AGORA”, pretendeu-se que o participante, utilizando a escala de 3 pontos descrita anteriormente no ponto 4.5.2. , compara-se a sensação térmica experimentada com aquela que gostaria de percecionar.

Para avaliar a sensação térmica local utilizou-se a questão “DE ACORDO COM O DIAGRAMA, INDIQUE NA SEGUINTE ESCALA COMO SE SENTE NO MOMENTO”. Como a própria questão indica, foi apresentado o diagrama da Figura 4.6, e solicitado aos participantes que, tendo como referência o referido diagrama, indicassem a sensação térmica experimentada no momento em cada uma das partes do corpo. Foi solicitado aos participantes que respondessem a esta questão através da já descrita escala de sensação térmica da ASHRAE.

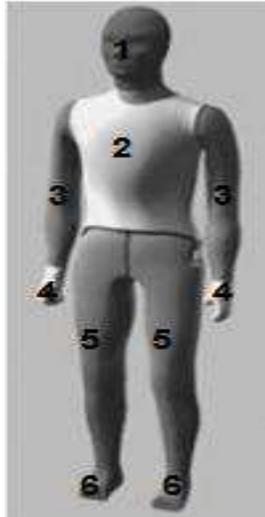


Figura 4.6 – Diagrama com as diferentes partes do corpo.

### *TESTE COGNITIVO*

Com esta parte, que apenas foi incluída no questionário em papel, pretendia-se que o participante, na eventualidade de não conseguir preencher *online* o questionário e realizar o teste de avaliação do desempenho cognitivo, utiliza-se este campo para registar o teste que realizou assim como resultado do *score* obtido.

## **4.6. TESTES DE AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO COGNITIVO**

Para avaliar o desempenho cognitivo foram utilizados 3 testes de avaliação do desempenho cognitivo. Após uma pesquisa dos testes a utilizar, a escolha recaiu nos testes disponibilizados pelo *site* MRC Cognition and Brain Sciences Unit (2012). A escolha incidiu nestes testes pelo facto de estes serem objetivos, simples de executar, pela sua validade científica, pela sua disponibilidade em suporte digital, o que permitia que cada participante os executasse a partir do seu computador de trabalho.

Cada teste aplicado avaliava diferentes aspetos do desempenho cognitivo, sendo eles, a memória de trabalho, o raciocínio e a concentração. Para avaliar a memória de trabalho foi utilizado o teste *Digit Span* (teste A), para avaliar o raciocínio o teste *Odd One Out* (teste B) e para testar a concentração o teste *Feature Match* (teste C). Como já foi referido os sujeitos tiveram a oportunidade de se familiarizarem com os testes. Foi elaborado um plano de aplicação dos testes para as 12 observações, uma vez que se pretendia avaliar cada um dos aspetos de desempenho cognitivo nos 3 períodos de observação (no início do dia de trabalho, a meio do dia

de trabalho e no fim do dia de trabalho) e reduzir o efeito de aprendizagem. A Tabela 4.4 apresenta o plano de aplicação dos testes.

Tabela 4.4 – Plano de aplicação dos testes de avaliação do desempenho cognitivo.

		PERÍODO DE OBSERVAÇÃO		
		INÍCIO DO DIA DE TRABALHO	MEIO DO DIA DE TRABALHO	FIM DO DIA DE TRABALHO
OBSERVAÇÕES	1º DIA	TESTE A	TESTE B	TESTE C
	2º DIA	TESTE C	TESTE A	TESTE B
	3º DIA	TESTE B	TESTE C	TESTE A
	4º DIA	TESTE A	TESTE B	TESTE C
	5º DIA	TESTE C	TESTE A	TESTE B
	6º DIA	TESTE B	TESTE C	TESTE A
	7º DIA	TESTE A	TESTE B	TESTE C
	8º DIA	TESTE C	TESTE A	TESTE B
	9º DIA	TESTE B	TESTE C	TESTE A
	10º DIA	TESTE A	TESTE B	TESTE C
	11º DIA	TESTE C	TESTE A	TESTE B
	12º DIA	TESTE B	TESTE C	TESTE A

No final de cada teste é possível obter-se o *score*, o tempo de reação, o número de tentativas e o número de respostas corretas e erradas. Porém no âmbito deste estudo apenas irão ser consideradas para análise as variáveis *score* e tempo de reação (em milissegundos).

#### 4.6.1. TESTE DIGIT SPAN

Como já foi referido, o teste *Digit Span* permite avaliar a memória de trabalho, que é o processo cognitivo que permite o armazenamento temporário e manipulação da informação. O teste *Digit Span* é geralmente incluído em alguns testes de inteligência como o WAIS (Wechsler Adult Intelligence Scales) (MRC Cognition and Brain Sciences Unit, 2012). Neste teste, os participantes têm que recordar sequências de dígitos que são apresentadas aleatoriamente (Figura 4.7). Durante o teste, após a apresentação das sequências de dígitos, o participante, depois de ouvir um sinal sonoro, deverá introduzir, utilizando o teclado, os dígitos pela sequência em que eles foram apresentados.

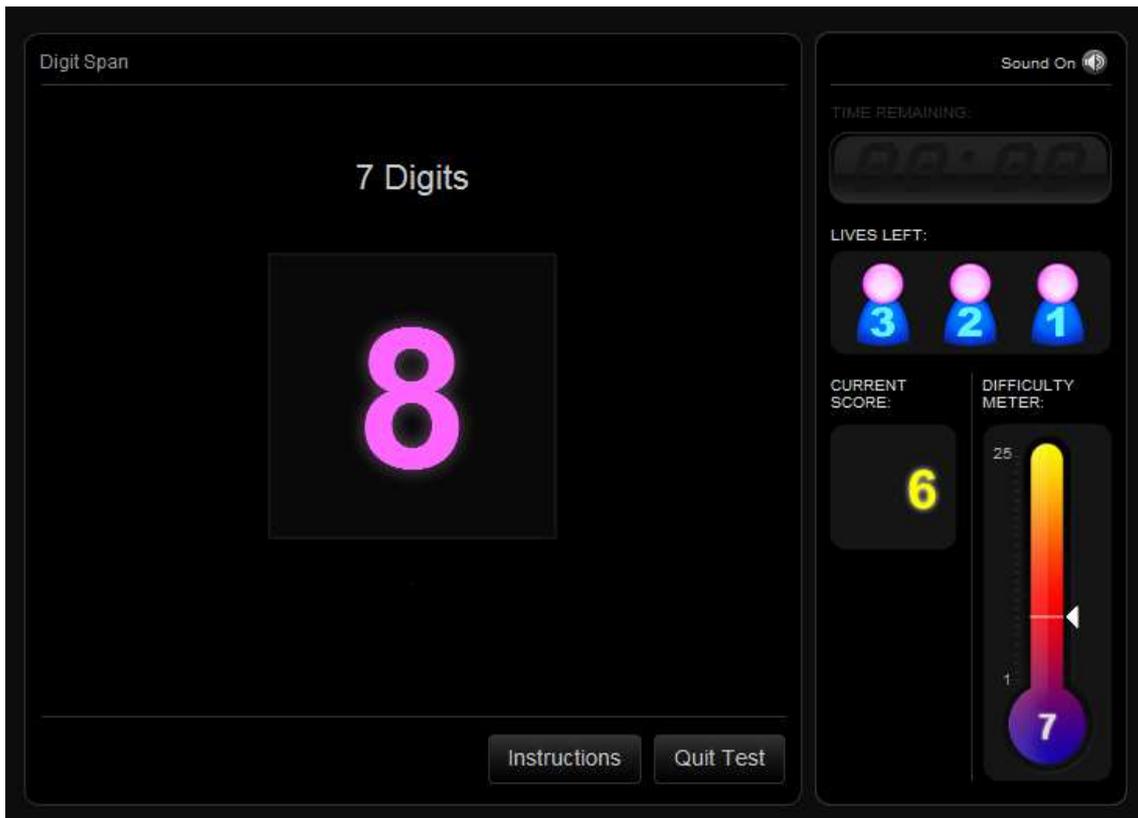


Figura 4.7 – Teste *Digit Span*.

Este teste permite um número máximo de 3 erros, ou seja, após 3 respostas erradas o teste termina. Cada resposta errada faz com que a sequência seguinte contenha um menor número de dígitos. Cada resposta correta faz com a próxima sequência de dígitos seja maior, aumentando assim o grau de dificuldade.

O *score* que este teste devolve não é mais do que o número máximo de dígitos que uma pessoa consegue memorizar. Para este teste é comum que uma pessoa adulta possa obter um *score* de 7 ( $\pm 2$ ) (MRC Cognition and Brain Sciences Unit, 2012; Eysenck, (1993).

#### 4.6.2. TESTE *ODD ONE OUT*

Este teste, que permite avaliar o raciocínio, foi desenvolvido como uma variante dos testes clássicos de inteligência como o *Raven's Progressive Matrices* e o *Cattell's Culture Fair Intelligence Test* (MRC Cognition and Brain Sciences Unit, 2012). O objetivo deste teste é conseguir identificar dentro de um conjunto de 9 padrões que surge aleatoriamente, aquele que é diferente. Cada padrão é composto por um conjunto de características, como por exemplo cor, forma e número (Figura 4.8).

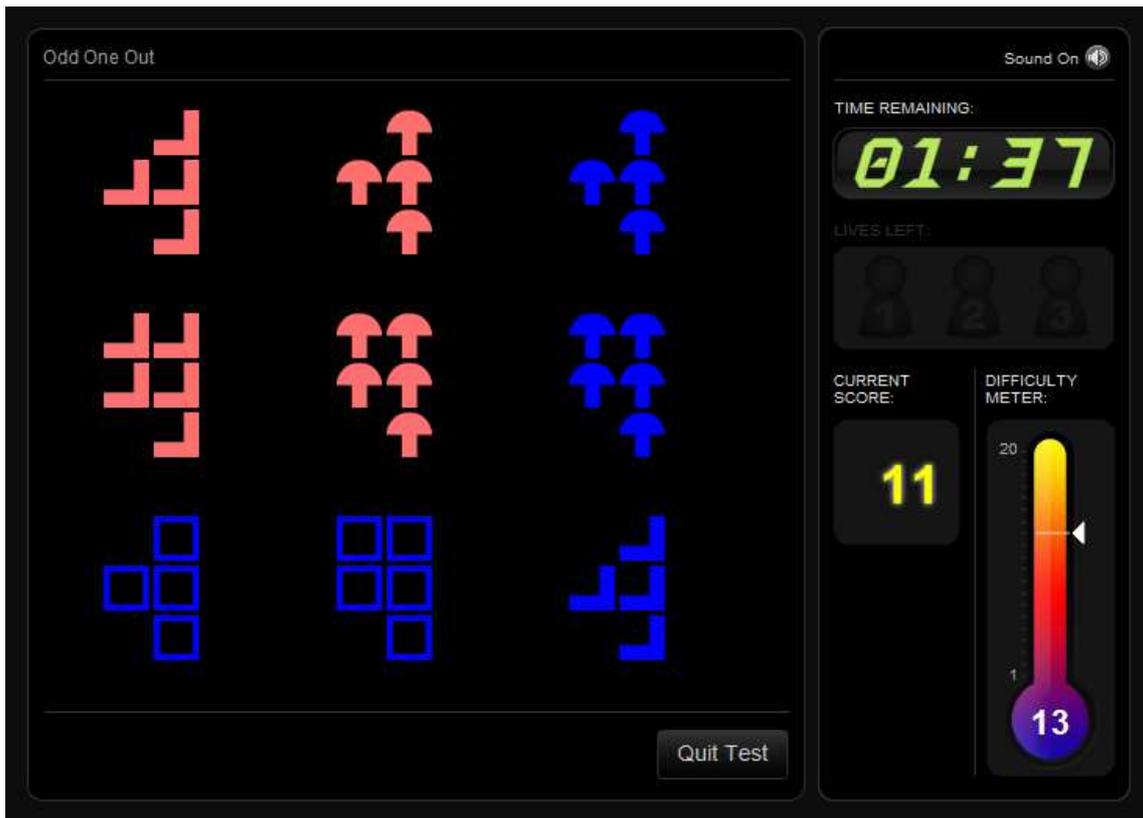


Figura 4.8 – Teste *Odd One Out*.

Um dos padrões difere dos outros 8 em pelo menos uma das características, tendo o participante que identificar esse padrão. O teste tem a duração de 3 minutos, sendo que à medida que a pontuação aumenta o grau de dificuldade também. A pontuação devolvida por este teste é a diferença entre o número de respostas corretas e o número de respostas erradas.

#### 4.6.3. TESTE *FEATURE MATCH*

O teste *Feature Match*, que avalia o processo da concentração, é uma tarefa de percepção, que exige ao participante que concentre ou foque a sua atenção em imagens complexas. Este teste avalia a capacidade em detetar e processar estímulos visuais complexos (MRC Cognition and Brain Sciences Unit, 2012). No ecrã aparecem duas caixas, cada uma contendo um conjunto de formas abstratas, sendo solicitado ao participante que indique se as caixas são ou não coincidentes. O teste tem a duração de 1,5 minutos e, após cada resposta acertada, o grau de dificuldade aumenta, sendo que acontecendo o inverso o grau de dificuldade diminui. A cada resposta correta é atribuída uma pontuação dependendo do nível em que o participante se encontra, e por cada resposta errada uma pontuação é subtraída. O *score* é o total da pontuação obtida.

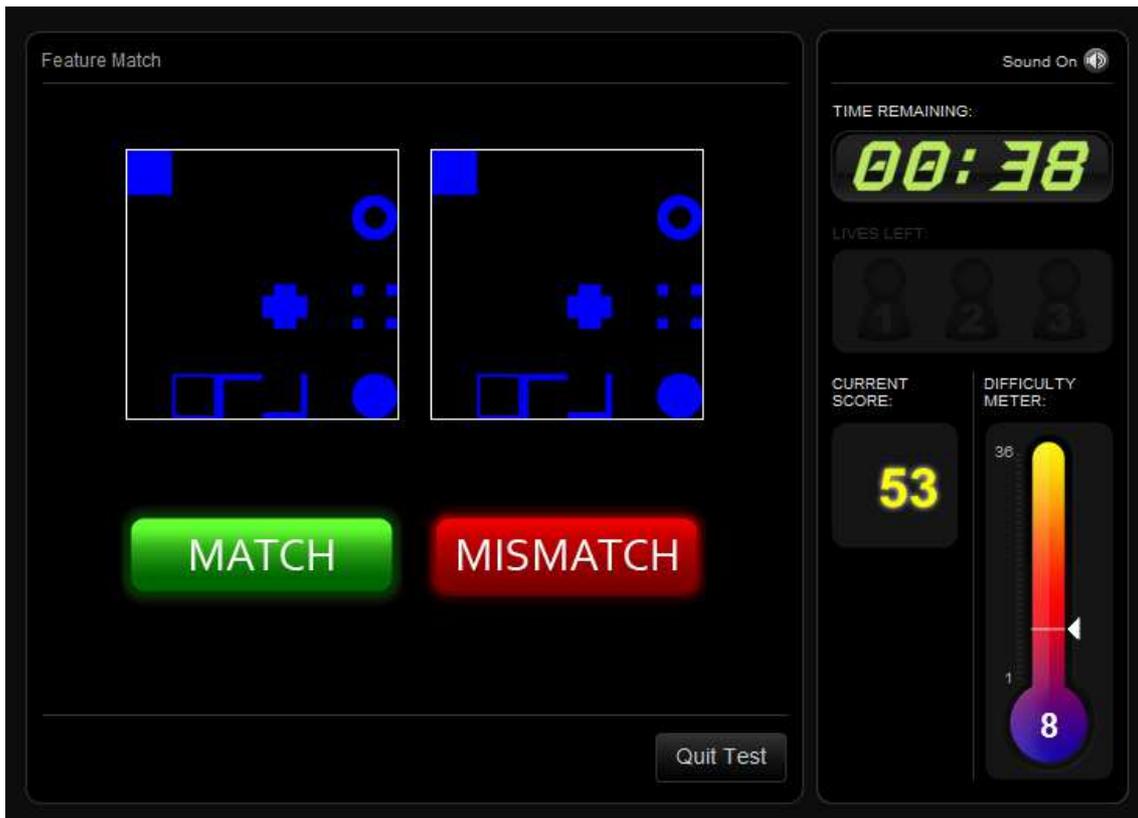


Figura 4.9 – Teste *Feature Match*.

#### 4.7. *SITE*

Como já foi referido previamente, os testes de avaliação do desempenho cognitivo e os *Questionários 1* foram realizados através de um *site* criado para o efeito. O desenvolvimento do referido *site* surgiu da necessidade de ter uma ferramenta *online* que estivesse acessível aos participantes, garantindo por um lado a fiabilidade do registo dos resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, e por outro possibilitando o controlo do estudo, guardando registo tanto das respostas dos testes de avaliação do desempenho cognitivo como as do *Questionário 1*. Desta forma, através de uma página *web* seriam recolhidas as respostas dos testes de avaliação do desempenho cognitivo e as respostas do questionário de conforto térmico de cada participante (Figura 4.10).

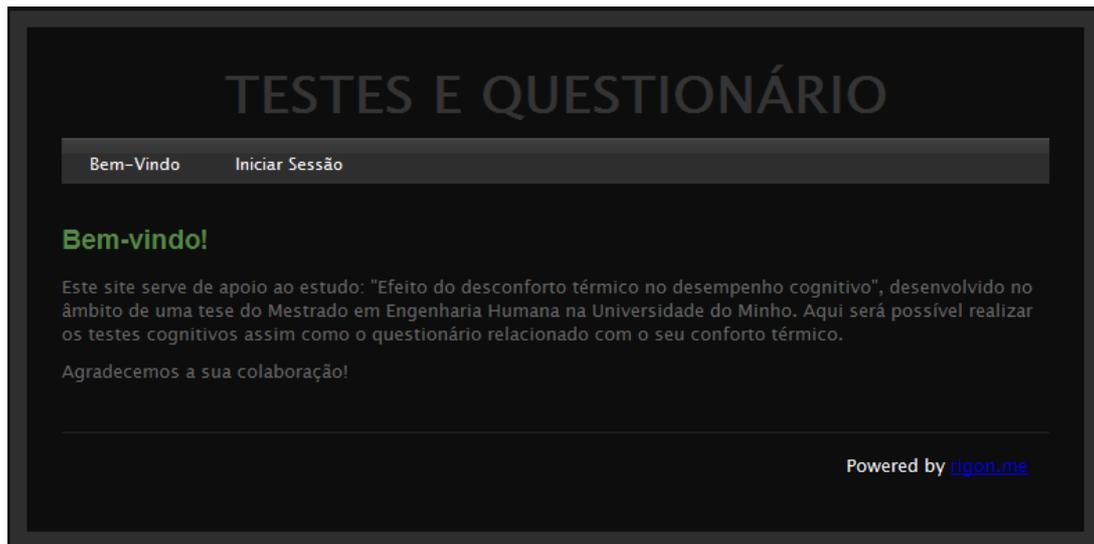


Figura 4.10 – *Screenshot* do *site* de apoio ao estudo.

Esta ferramenta foi desenvolvida por um aluno de informática da Universidade do Porto, de forma voluntária, seguindo alguns pontos de orientação definidos para este estudo. A página *web* foi desenvolvida de forma que:

- Permitisse o registo de utilizadores por parte do investigador;
- Fosse apenas acessível a utilizadores registados;
- Permitisse a execução dos testes de avaliação do desempenho cognitivo;
- Permitisse a interação com o formulário do *Google Docs*;
- Permitisse guardar os dados de cada participante, no que concerne à informação dos testes, como a identificação do voluntário, o resultado do teste e data em que foi realizado;
- Permitisse visualizar e exportar os dados guardados na base de dados;
- Permitisse a interação por parte de usuários com experiência informática a nível do utilizador;
- Permitisse ser executado em diferentes tipos de *browsers*.

A página foi construída em linguagem *php* de forma a permitir *javascript*, habilitando a execução e o acesso aos resultados dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, e *MySQL*, sistema de gestão de base de dados onde eram guardadas as respostas. Os testes de avaliação do desempenho cognitivo utilizados, como já foi anteriormente referido, foram os testes disponibilizados pelo *site Cambridge Brain Sciences*, sendo a referência da fonte mencionada no próprio *site* (como se pode verificar na Figura 4.12).

Apesar de não ter sido realizado um teste de usabilidade, a ferramenta foi avaliada consoante os pontos indicados anteriormente. Após a apresentação do *site* aos participantes do estudo, foi-lhes permitido que navegassem no mesmo e levantassem questões sobre o seu funcionamento. Depois da explicação da ferramenta não foi registado nenhum problema relacionado com aspetos de *design* ou mesmo com a informação ou a forma como foi disponibilizada no *site*.

A cada participante foi atribuída uma credencial de acesso que incluía um código de utilizador (*login*) e uma palavra-passe. Ao campo utilizador fez-se corresponder o ID atribuído ao participante para este estudo (ex: ID702) enquanto que a palavra-passe foi gerada automaticamente no *site*, funcionalidade apenas acessível ao administrador (Figura 4.11).

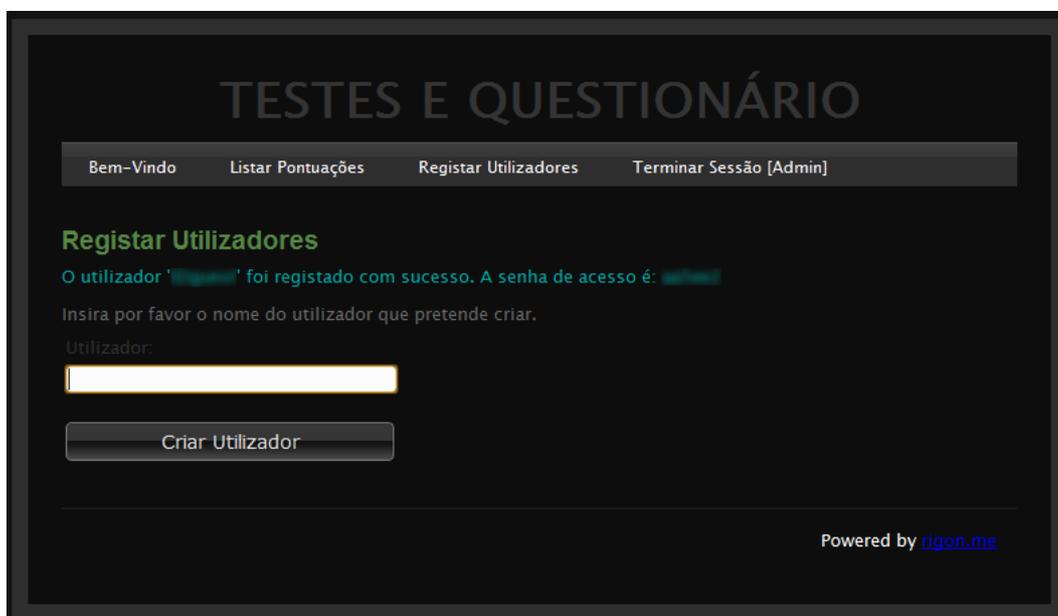


Figura 4.11 – Processo de registo dos participantes no *site*.

As palavras-passe eram constituídas por 5 caracteres, combinando números e letras, diferentes de utilizador para utilizador, que não poderiam ser alteradas pelos mesmos. As palavras-passe encontram-se encriptadas e guardadas na base de dados do *site*, de forma a cumprir parâmetros mínimos de segurança e confidencialidade dos dados. O acesso ao *site* apenas é permitido a utilizadores com as credenciais de acesso corretas. Com as credenciais de acesso corretas, o utilizador acedia ao *site* onde tinha ao seu dispor, no menu numa barra superior, os três testes de avaliação do desempenho cognitivo, o teste A, B e C. Após a seleção do teste, são apresentados ao utilizador o teste cognitivo e as respetivas instruções, tal como ilustrado na Figura 4.12. Após a execução do teste, o utilizador é automaticamente

reencaminhado para o *Questionário 1*, questionário este desenvolvido na ferramenta do *Google Docs* e incluído no *site*. Durante esse reencaminhamento, os dados retornados pelo teste de avaliação do desempenho cognitivo são guardados na base de dados em *MySQL*. As variáveis guardadas são:

- ID do utilizador na base de dados da página (número inteiro);
- Utilizador (ID do participante), código atribuído no contexto deste estudo;
- Teste de avaliação do desempenho cognitivo realizado pelo utilizador;
- Data (ano, mês, dia e hora) em que foi realizado o teste;
- *Score* e informação adicional do teste desempenhado pelo utilizador.

Como é apresentado na Figura 4.13, apenas o administrador tem acesso a toda a informação guardada na base de dados, assim como tem ainda ao seu dispor ferramentas que permitem a gestão da mesma (apagar ou exportar). As respostas ao *Questionário 1* eram guardadas no formulário do *Google Docs* que se encontra embebido nesta mesma página. O utilizador acedia ao questionário somente após a realização do teste de avaliação do desempenho cognitivo, de outra forma não tinha possibilidade de o visualizar.

De forma a obter a garantia que participantes executavam os testes nas horas previstas, ou a detetar falhas técnicas do próprio *site* ou mesmo por parte dos participantes durante a execução dos testes, o administrador recebia *e-mails* sempre que o utilizador executava um passo no *site*. Essa funcionalidade permitia a deteção de erros de funcionamento como falhas na rede, falta de preenchimento do questionário, execução do teste de avaliação do desempenho cognitivo errado ou mesmo perda dos resultados dos testes. Desta forma, após o login de cada participante no *site*, cada execução do teste de avaliação do desempenho cognitivo e preenchimento do *Questionário 1*, o administrador recebia um *e-mail*. Assim, o administrador recebia um *e-mail* sempre que um utilizador fazia *login*, um outro com as respostas do utilizador logo após a execução do teste, outro a informar que o utilizador tinha sido direcionado para o questionário e um último dando conta que o questionário tinha sido preenchido. Os *e-mails* encontram-se disponíveis no Anexo I.

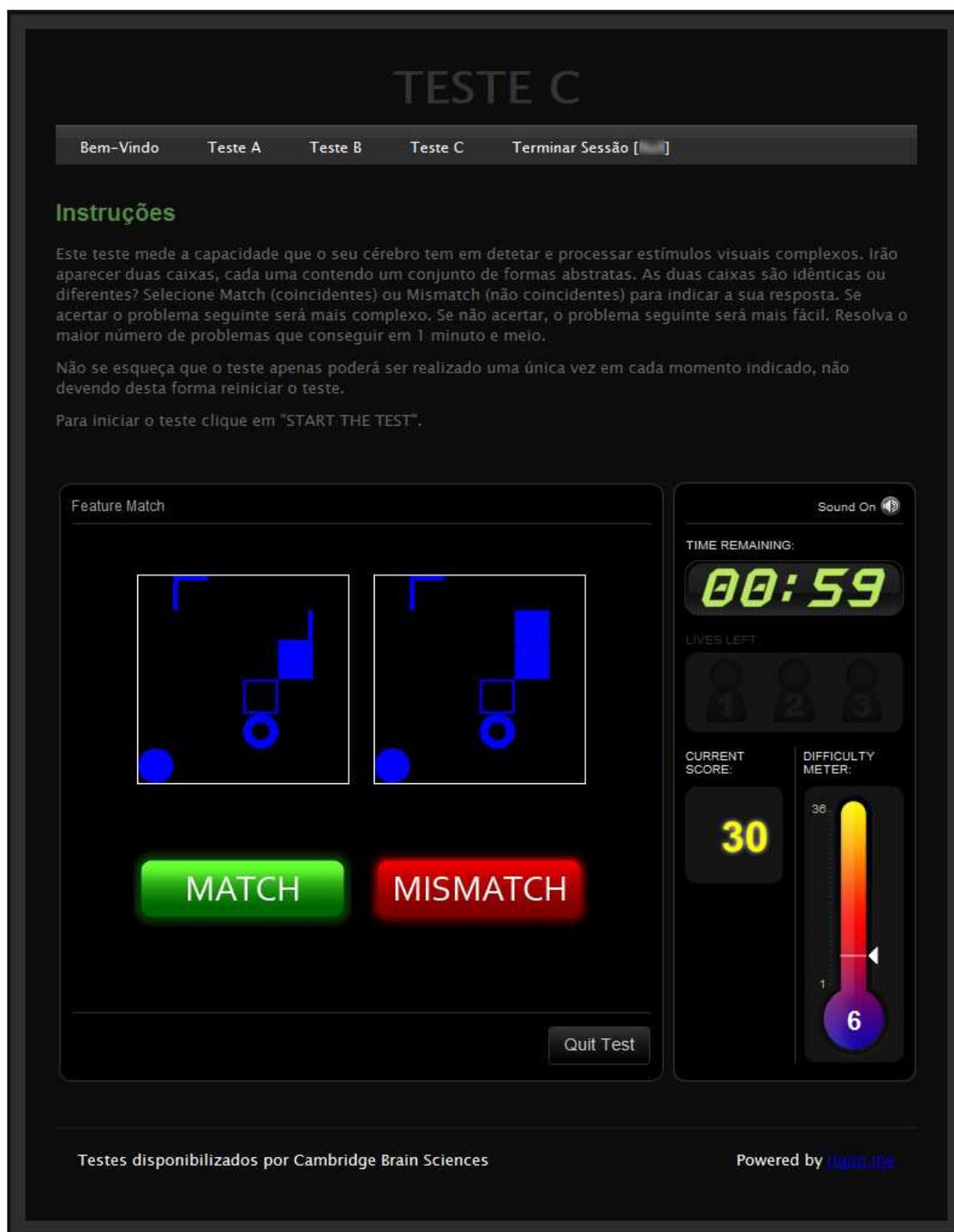


Figura 4.12 – Interface do *site*.

**TESTES E QUESTIONÁRIO**

Bem-Vindo    Listar Pontuações    Registrar Utilizadores    Terminar Sessão [Admin]

**Pontuações**

Total de testes realizados: 219    Data:    

UserID	Utilizador	Teste	Data	Single Score	Single Score Raw	Raw Data
1	Guest	digitspan	2012-06-18 10:00:23	5	4	Yes
1	Guest	digitspan	2012-06-18 10:03:40	5	4	Yes
1	Guest	digitspan	2012-06-18 10:33:59	6	5	Yes
1	Guest	oddoneout	2012-06-18 12:14:23	15	0	Yes
1	Guest	oddoneout	2012-06-18 12:43:53	12	0	Yes
1	Guest	oddoneout	2012-06-18 13:01:41	10	0	Yes
1	Guest	featurematchtask	2012-06-18 18:24:35	90	0	Yes
1	Guest	featurematchtask	2012-06-18 18:26:14	144	0	Yes
1	Guest	featurematchtask	2012-06-18 18:53:07	98	0	Yes
1	Guest	featurematchtask	2012-06-20 10:32:42	122	0	Yes
1	Guest	digitspan	2012-06-20 10:34:16	7	6	Yes
1	Guest	oddoneout	2012-06-20 10:34:29	17	0	Yes

Figura 4.13 – Interface da base de dados do *site*.

A ferramenta de recolha de dados aqui apresentada encontra-se disponível em <http://thermiccognition.heliohost.org>, para que terceiros, que não se encontram relacionados com o estudo, tenham a possibilidade de experimentar, nomeadamente a execução dos testes de avaliação do desempenho cognitivo e o preenchimento do *Questionário 1*. Para aceder ao referido *site* foram criadas as credenciais de acesso apresentadas na Tabela 4.5. Os dados recolhidos serão guardados na base de dados mas, não serão identificados nem utilizados ou tratados em estudos.

Tabela 4.5 – Credenciais de acesso ao *site*.

<b>Credenciais de acesso</b>	
Utilizador	IDguest
Palavra-Passe	aa5ee2

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

### 5.1. INTRODUÇÃO

Neste capítulo proceder-se-á à apresentação e discussão dos resultados obtidos. O capítulo está dividido em 6 secções. Na primeira secção é apresentada uma descrição das variáveis utilizadas no estudo, seguida de uma caracterização do período em que decorreu o estudo no que diz respeito às condições climáticas exteriores. Posteriormente são apresentados os locais onde decorreu o estudo através de uma descrição das suas características, apresentando também uma caracterização geral e subjetiva do seu ambiente térmico ao longo do período de observações. Após a caracterização da amostra é apresentada uma análise descritiva das variáveis agrupadas em características individuais, parâmetros físicos do ambiente térmico, variáveis de conforto térmico e de desempenho cognitivo. Na última secção deste capítulo é apresentada uma análise estatística dos dados que tem como finalidade explorar a relação entre as diversas variáveis em estudo, de forma a compreender qual o seu efeito no desempenho cognitivo.

O tratamento e a análise dos dados foram realizados utilizando o *software IBM® SPSS®* (*Statistic Package for the Social Sciences*), versão 20.0, sendo que para o pré-tratamento dos dados foi utilizado o *software Microsoft Excel®*.

### 5.2. DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Apesar de no capítulo anterior se ter procedido à explicação e à descrição de grande parte das variáveis, julgou-se necessário proceder aqui à sua sistematização e descrição, uma vez que algumas delas não foram obtidas diretamente da recolha de dados, mas através de um pré-tratamento desses mesmos dados. Assim, pretende-se explicitar a forma como as referidas variáveis foram obtidas bem como indicar quais as siglas adotadas para a sua representação. Com vista a uma melhor compreensão da análise das variáveis em estudo considerou-se oportuno agrupá-las de acordo com a sua natureza: variáveis das características individuais,

variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, variáveis do conforto térmico e variáveis do desempenho cognitivo (Tabela 5.1). De seguida serão explicadas as variáveis pertencentes a cada um dos grupos aqui apresentados.

Tabela 5.1 – Variáveis utilizadas neste estudo, ordenadas de acordo com as suas características.

<b>CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS</b>	Idade Sexo Peso (kg) Estatura (cm) Índice de Massa Corporal Vespertinidade <i>versus</i> Matutunidade	
<b>PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO</b>	Temperatura do Ar Humidade Relativa Temperatura de Globo Velocidade do Ar Temperatura do Ar 30 minutos Humidade Relativa 30 minutos Velocidade do Ar 30 minutos Temperatura de Globo 30 minutos Temperatura do Ar [2;4] horas Humidade Relativa [2;4] horas Temperatura de Globo [2;4] horas Velocidade do Ar [2;4] horas Temperatura do Ar [4;8] horas Humidade Relativa [4;8] horas Temperatura de Globo [4;8] horas Velocidade do Ar [4;8] horas	
<b>CONFORTO TÉRMICO</b>	<b>INDICADORES OBJETIVOS</b>	PMV 30 minutos PMV [2;4] horas PMV [4;8] horas
	<b>INDICADORES SUBJETIVOS</b>	Sensação Térmica Local de Trabalho Preferência Térmica Local de Trabalho Grau de Satisfação Ambiente Térmico Local de Trabalho Sensação Térmica Geral Preferência Térmica Sensação Térmica Local
<b>DESEMPENHO COGNITIVO</b>	<i>Score</i> Tempo de Reação	

### 5.2.1. CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS

As variáveis agrupadas em características individuais são todas aquelas que se consideraram relacionadas com os dados individuais dos participantes. As variáveis Idade (anos), Sexo, Peso (kg) e Estatura (cm) foram obtidas diretamente através dos dados recolhidos através do *Questionário 0*. Já a variável Índice de Massa Corporal (IMC) foi obtida através da divisão do valor do Peso pelo quadrado da Estatura. A variável Matutunidade *versus* Vespertinidade foi obtida através do Questionário de Horne & Oestberg incluído no *Questionário 0* tal como é descrito no ponto 4.5.1. deste documento.

## 5.2.2. PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

As variáveis definidas como parâmetros físicos do ambiente térmico incluem todas as variáveis obtidas direta e indiretamente através das medições realizadas. As variáveis Temperatura do Ar, Humidade Relativa, Temperatura de Globo e Velocidade do Ar foram obtidas diretamente através das medições e foram utilizadas para quantificar o ambiente térmico dos diferentes locais em estudo.

Uma vez que um dos objetivos definidos para este estudo consiste em verificar o efeito que o tempo de exposição a estes parâmetros físicos do ambiente térmico têm no desempenho cognitivo, foram calculadas variáveis de Temperatura do Ar, Humidade Relativa e Temperatura de Globo em função do tempo de exposição e da hora a que cada participante realizou os testes de avaliação do desempenho cognitivo e os *Questionários 1*. Foram definidos 3 intervalos de tempo de exposição: um intervalo que compreende os 30 minutos anteriores à realização dos testes e questionários, um intervalo de 2 a 4 horas que antecede a realização dos testes e questionários e um intervalo de 4 a 8 horas que precede a realização dos testes e questionários (Figura 5.1). Para os intervalos de [2;4] horas e de [4;8] horas de exposição não foram incluídas as pausas para almoço. Assim, para estes intervalos de tempo de exposição foram calculadas médias aritméticas de cada parâmetro físico do ambiente térmico. Desta forma obtiveram-se as variáveis: Temperatura do Ar 30 minutos ( $T_{a30}$ ), Humidade Relativa 30 minutos ( $HR_{30}$ ), Temperatura de Globo 30 minutos ( $T_{g30}$ ), Velocidade do Ar 30 minutos ( $V_{a30}$ ), Temperatura do Ar [2;4] horas ( $T_{a[2;4]}$ ), Humidade Relativa [2;4] horas ( $HR_{[2;4]}$ ), Temperatura de Globo [2;4] horas ( $T_{g[2;4]}$ ), Velocidade do Ar [2;4] horas ( $V_{a[2;4]}$ ), Temperatura do Ar [4;8] horas ( $T_{a[4;8]}$ ), Humidade Relativa [4;8] horas ( $HR_{[4;8]}$ ), Temperatura de Globo [4;8] horas ( $T_{g[4;8]}$ ) e Velocidade do Ar [4;8] horas ( $V_{a[4;8]}$ ).



Figura 5.1 – Esquema representativo dos intervalos de exposição.

### 5.2.3. VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

As variáveis de conforto térmico foram agrupadas em indicadores objetivos e indicadores subjetivos, sendo que os indicadores objetivos foram calculados e os subjetivos foram obtidos através do *Questionário 1*.

#### *INDICADORES OBJETIVOS*

Como indicadores objetivos foram utilizados os Índices PMV de forma a caracterizar as sensações térmicas dos participantes em cada um dos períodos de observação. Tal como já foi exposto na revisão bibliográfica, estes índices são determinados analiticamente com base nos parâmetros físicos do ambiente térmico, no isolamento de vestuário e no metabolismo (ISO 7730:2005). Para a determinação dos índices PMV foram tidos em consideração os intervalos do tempo de exposição e hora a que cada participante realizou os testes de avaliação do desempenho cognitivo e os *Questionários 1*. Assim, os Índices PMV foram determinados para os intervalos de 30 minutos, de [2,4] horas e de [4,8] horas que antecederam a realização dos testes e questionários, obtendo-se as respetivas variáveis: PMV 30 minutos (PMV30), PMV [2,4] horas (PMV [2,4]) e PMV [4,8] horas (PMV [4,8]). Os parâmetros físicos de ambiente térmico utilizados para a determinação destas variáveis foram para índice PMV30 os parâmetros Ta30, HR30, Tg30 e Va30, para o índice PMV [2,4] os parâmetros Ta[2;4], HR[2;4], Tg[2;4] e Va[2;4] e, para o índice PMV [4,8] os parâmetros Ta[4;8], HR[4;8], Tg[4;8] e Va[4;8].

Outro parâmetro necessário para a determinação deste índice é o metabolismo. O tipo de trabalho desenvolvido nestes espaços é caracterizado como sendo sedentário, envolvendo normalmente movimentos e esforços reduzidos. Desta forma o metabolismo foi determinado de acordo com o disposto na norma ISO 8996:1990, mas tendo em consideração a superfície corporal de cada participante (consultar cálculos no Anexo VII). A superfície corporal foi determinada através a equação de *DuBois* (Parsons, 2003):

$$A_{du} = 0,202 \cdot mc^{0,425} \cdot ac^{0,725} \quad \text{Equação 5.1}$$

onde  $A_{du}$  corresponde à superfície corporal (m<sup>2</sup>),  $mc$  à massa do corpo (kg) e  $ac$  à altura do corpo (m).

O isolamento do vestuário (Icl) foi estimado de acordo com o disposto na norma ISO 7730:2005, com base na informação sobre o vestuário e a cadeira utilizados pelos participantes (Anexo VIII). Desta forma o Icl foi estimado para cada conjunto de participantes de cada espaço

em estudo, tendo em atenção as características do dia de observação, dias mais frios ou dias mais quentes. A Tabela 5.2 apresenta os resultados obtidos para este parâmetro em cada um dos 6 locais. Os valores estimados do Icl para cada local em estudo em termos médios variam entre 0,68 clo e 0,77 clo, verificando-se um valor mínimo de 0,51 clo e um valor máximo de 0,84 clo. Como anteriormente referido, o isolamento do vestuário é um dos aspetos tidos em consideração na norma ISO 7730:2005, que recomenda para o Inverno um isolamento de vestuário de 1,0 clo e para o Verão de 0,5 clo. Tendo em atenção que o estudo decorreu entre março e julho, é possível concluir que os valores do Icl estimados se encontram próximos dos valores recomendados pela norma.

Tabela 5.2 – Resultados do Icl, por local.

Icl	Locais					
	1	2	3	4	5	6
Média	0,72	0,77	0,75	0,67	0,72	0,68
Desvio padrão	0,12	0,08	0,11	0,15	0,12	0,14
Máximo	0,79	0,83	0,82	0,84	0,84	0,81
Mínimo	0,51	0,66	0,56	0,54	0,61	0,53

### *INDICADORES SUBJETIVOS*

Os indicadores subjetivos foram obtidos através dos questionários relacionados com o conforto térmico. As variáveis Sensação Térmica Local de Trabalho, Preferência Térmica Local de Trabalho e Grau de Satisfação Ambiente Térmico Local de Trabalho foram obtidas respetivamente através das questões “Indique como geralmente se sente no seu local de trabalho”, “Indique como gostaria de se sentir no seu local de trabalho” e “Está geralmente satisfeito com o ambiente térmico do seu local de trabalho” do *Questionário 0*. Estas variáveis permitiram aferir a perceção e a preferência dos participantes relativamente ao ambiente térmico do seu local de trabalho, bem como o seu grau de satisfação. Por outro lado, as variáveis Sensação Térmica Geral, Preferência Térmica e Sensação Térmica Local foram utilizadas para caracterizar as sensações térmicas gerais, as preferências térmicas e as sensações térmicas locais dos participantes no momento da realização dos testes. Estas variáveis foram obtidas através do *Questionário 1*.

#### 5.2.4. VARIÁVEIS DESEMPENHO COGNITIVO

Cada teste de avaliação do desempenho cognitivo aplicado devolve um *Score*, um número de tentativas de resposta, um número de respostas corretas e erradas e os tempos de reação de cada resposta. Contudo, no âmbito deste estudo apenas foram analisadas, como variáveis do desempenho cognitivo, o *Score* e o Tempo de Reação (TR). A variável *Score* foi obtida diretamente como resultado dos testes, já a variável Tempo de Reação foi calculada a partir dos tempos de reação das respostas dos testes. Para a obtenção desta variável procedeu-se ao cálculo da média aritmética dos tempos de reação das respostas. Desta forma, a variável Tempo de Reação de cada teste representa o valor médio do tempo de reação do total das respostas.

### 5.3. CARACTERIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS EXTERIORES

As condições de ambiente térmico de um edifício são condicionadas pelas condições exteriores, bem como pela arquitetura do edifício e pela existência de sistemas de climatização (Charles, 2003). A escolha do período em que decorreu o estudo, deveu-se essencialmente ao pressuposto que durante esse período ocorressem alterações climáticas e, dessa forma, pudessem ocorrer alterações dos parâmetros térmicos no interior dos diferentes espaços em estudo. Desta forma, pretendia-se aumentar a variabilidade, quer dos parâmetros de ambiente térmico, quer dos de conforto térmico percecionados pelos participantes.

Como indicado no Capítulo 4, ao longo do presente estudo foi efetuado um registo da temperatura do ar e da humidade relativa exteriores, tendo como fonte o *site* do Instituto de Meteorologia de Portugal<sup>2</sup>. A Figura 5.2 indica os máximos e os mínimos diários da temperatura do ar ao longo de todo o período de observação. Através da análise da Figura 5.2 é possível verificar que a temperatura em média revela um aumento progressivo desde o início (11,3°C) até ao fim do estudo (21,8°C). É possível ainda constatar que o dia 21 de março foi o dia que apresentou a temperatura mínima mais baixa (1,0°C) e que a temperatura mínima mais alta (20,0°C) se verificou no dia 1 de junho. No que diz respeito à temperatura máxima, o dia 18 de abril foi o dia em que se verificou a temperatura máxima mais baixa (11,6°C), sendo que o dia 26 de junho foi aquele que apresentou a temperatura máxima mais alta (37,8°C). Note-se ainda que o dia 8 de maio e o dia 16 de julho apresentaram, respetivamente, a menor e a maior

---

<sup>2</sup> <http://www.meteo.pt/pt/>

amplitude verificada ao longo do período de observações (3,3 e 22,1°C). A Figura 5.3 apresenta os máximos e mínimos diários das humidades relativas exteriores verificadas durante o estudo.

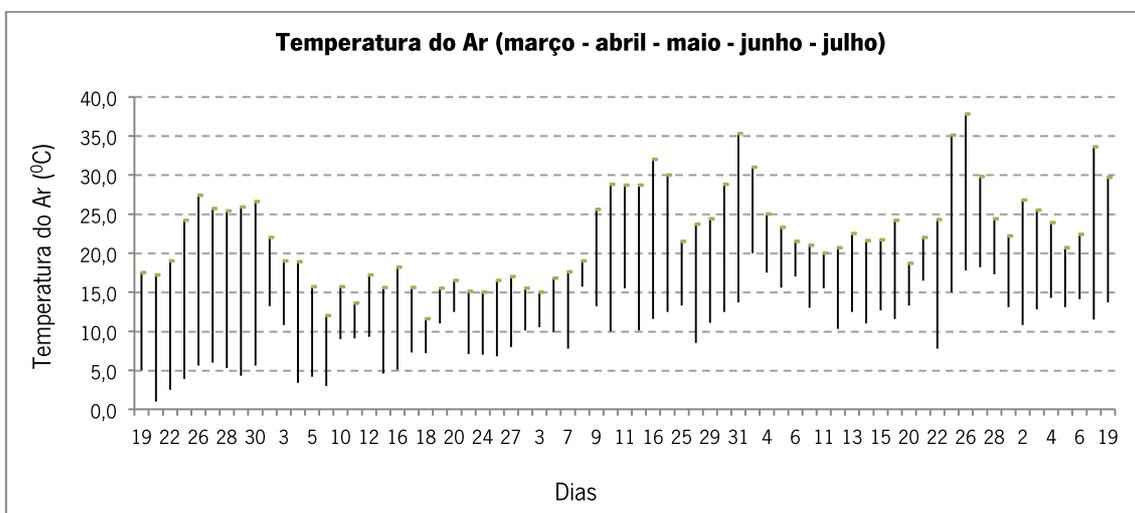


Figura 5.2 – Máximos e mínimos diários das temperaturas do ar exteriores durante o estudo.

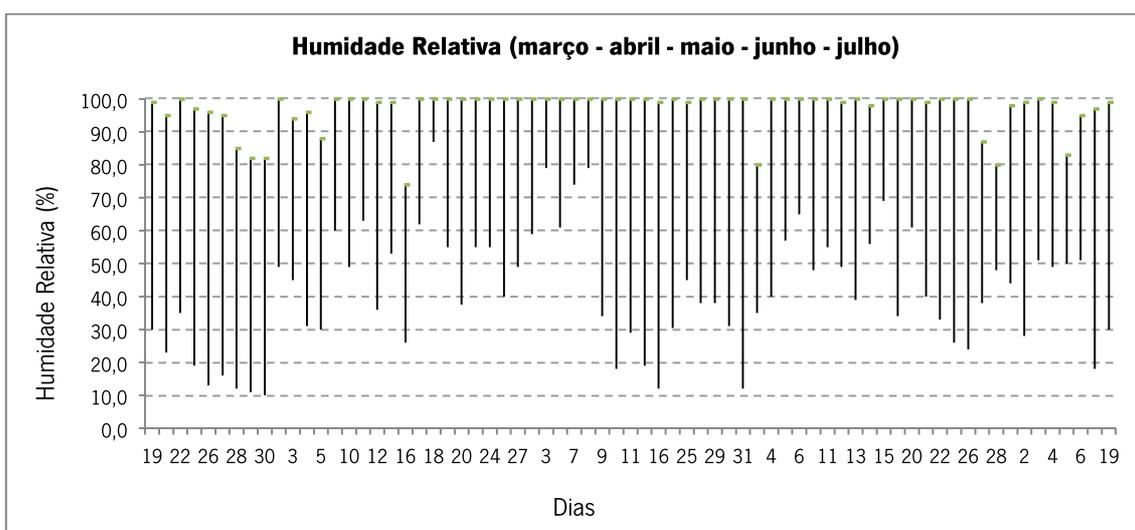


Figura 5.3 – Máximos e mínimos diários das humidades relativas exteriores durante o estudo.

Uma análise da Figura 5.3 permite constatar que, ao longo do estudo, a humidade relativa apresenta um valor médio de 70,8%. É possível ainda verificar que o dia 30 de março foi aquele que apresentou a humidade relativa mínima mais baixa (10%), sendo o dia 18 de abril o que exibiu a humidade relativa mínima mais alta (87%). Por outro lado, o dia 16 de abril apresentou a humidade relativa máxima mais baixa (74%), sendo que a humidade relativa máxima mais alta (100%) é manifestada na maioria dos dias de observação. É ainda de realçar que o dia em que se verificou uma menor amplitude em termos de humidade relativa (13%) foi o

dia 18 de abril, sendo o dia 31 de maio aquele em que se verificou uma amplitude mais alta (88%).

#### 5.4. CARACTERIZAÇÃO DOS ESPAÇOS

Como já foi referido no Capítulo 4, o presente estudo decorreu em 6 locais, mais concretamente em 3 escritórios de 3 empresas em Braga e em 3 laboratórios de investigação na Universidade do Minho, no polo de Guimarães.

A Tabela 5.3 apresenta as características dos 6 locais onde se desenvolveu o estudo, no que diz respeito à sua localização, o tipo de edificação, o número de pisos, área, tipo de configuração do espaço e, finalmente, a existência ou não de um sistema de climatização.

Tabela 5.3 – Características dos locais onde se desenvolveu o estudo.

<b>Local</b>	<b>Localização</b>	<b>Edificação</b>	<b>Área (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Configuração do Espaço</b>	<b>Sistema de Climatização</b>
1	Braga	Piso 8	16	<i>Open space</i>	Sim
2	Braga	Piso 0	15	2 salas	Sim/Não
3	Braga	Piso 0	60	<i>Open space</i>	Sim
4	Guimarães	Piso 1	72	<i>Open space</i>	Sim
5	Guimarães	Piso 0	81	<i>Open space</i>	Sim
6	Guimarães	Piso 1	84	<i>Open space</i>	Sim

De seguida será feita uma descrição de cada um dos locais, uma caracterização geral do ambiente térmico ao longo do período de observação e, por fim, será apresentada uma caracterização subjetiva dos espaços feita pelos participantes de cada espaço, através dos dados do *Questionário 0*. Relativamente a esta caracterização subjetiva, segundo Parsons (2003), uma das melhores formas de determinar se um grupo de pessoas está confortável é perguntando-lhes. A ISO 10551 (2001) apresenta os princípios e a metodologia para a construção e o uso de escalas utilizadas para avaliar o ambiente térmico. As escalas apresentadas pela norma podem ser de dois tipos, pessoais e ambientais. As escalas pessoais que foram utilizadas nos questionários aplicados, avaliam a perceção e a preferência.

Com o objetivo de proceder a uma caracterização dos diferentes espaços, foram colocadas as seguintes questões:

- Indique como geralmente se sente no seu local de trabalho;
- Indique como gostaria de se sentir no seu local de trabalho;
- Está geralmente satisfeito com o ambiente térmico do seu local de trabalho.

#### 5.4.1. LOCAL 1

##### DESCRIÇÃO

O local designado por Local 1 é um escritório de uma empresa do ramo da formação e consultoria localizada em Braga, situada no 8º piso de um edifício. A Figura 5.4 representa a planta do local em questão. Este local com uma configuração *open space* tem uma área de aproximadamente 16 m<sup>2</sup> e possui sistema de climatização.



Figura 5.4 – Planta do Local 1.

Neste escritório trabalham 4 pessoas, das quais 3 participaram no estudo. Neste escritório são desempenhadas funções essencialmente administrativas, de gestão e marketing, que envolvem tarefas como cálculo, processamento de texto, contato telefónico e receção de clientes.

##### CARACTERIZAÇÃO GERAL AMBIENTE TÉRMICO

As observações realizadas neste local realizaram-se no período compreendido entre o dia 26 de março e o dia 2 de julho, num total de 13 dias. A Tabela 5.4 apresenta a descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico, monitorizados ao longo das observações efetuadas neste local. No Anexo IX é possível consultar o resumo destes parâmetros ao longo do período de observações realizadas neste espaço.

Tabela 5.4 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 1.

	<b>Ta(°C)</b>	<b>Tg(°C)</b>	<b>HR(%)</b>	<b>Va(m/s)</b>
Média	23,15	22,86	50,18	0,00
Desvio Padrão	3,29	3,96	7,43	0,00
Máximo	34,00	34,50	73,00	0,02
Mínimo	15,50	16,00	33,50	0,00

A média da temperatura do ar, ao longo do período de observações, foi de 23,15°C, variando entre 15,50°C e 34,00°C. A norma ISO 7730:2005 recomenda, para este tipo de espaços e para o período de inverno, temperaturas de 22,00±2°C e para o verão de 24,50±1,5°C. Os resultados obtidos, encontram-se em geral dentro das gamas de conforto definidas pela norma. Contudo, efetuando uma análise de cada dia da observação (Tabela IX.1 no Anexo IX), é possível constatar que o dia 25 de junho se destaca por apresentar uma temperatura média (29,70°C) superior à da gama indicada para o verão (24,50±1,50°C). Quanto à humidade relativa, este parâmetro apresenta um valor médio de 50,18%, sendo o valor máximo observado de 73,00% e o valor mínimo de 33,50%. De acordo com o especificado pela norma ISO 7730:2005, este parâmetro deve variar entre 40% e 60%, o que permite concluir que os resultados verificados se encontram na generalidade dentro desta gama de conforto. No que respeita à velocidade do ar, esta apresentou um valor médio de 0,00 m/s, que pode ser considerado baixo, na medida em que, é inferior ao recomendado pela norma para o verão e inverno (0,19 m/s e 0,16 m/s).

#### *CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA*

Os participantes deste espaço reponderam, de forma unânime, que se encontravam, de uma forma geral, satisfeitos com o ambiente térmico do local. Quando questionados sobre a forma como se sentiam neste local, responderam que não sentiam nem frio nem quente, indicando que não alterariam o ambiente térmico do seu local de trabalho.

#### 5.4.2. LOCAL 2

##### *DESCRIÇÃO*

O Local 2 é um escritório de uma empresa do ramo do entretenimento localizada em Braga, situada no piso 0 de um edifício. Este escritório contempla 2 salas, designadas por sala A e sala B como se pode observar na Figura 5.5. A sala A deste espaço tem aproximadamente uma área 8 m<sup>2</sup> e a sala B uma área de 7 m<sup>2</sup>, sendo que a sala B não possui sistema de climatização. Neste escritório trabalham 3 pessoas, duas na sala A e uma na sala B. Neste escritório são desempenhadas funções essencialmente administrativas, de gestão, de controlo de *stocks*, comerciais e de marketing.



Figura 5.5 – Planta do Local 2.

### CARACTERIZAÇÃO GERAL AMBIENTE TÉRMICO

O período de observação neste local decorreu entre 27 de março e 26 de junho, perfazendo um total de 12 dias. A Tabela 5.5 apresenta a descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico, monitorizados ao longo das observações efetuadas neste local. No Anexo IX é possível consultar o resumo destes parâmetros ao longo do período de observações realizadas neste espaço.

Tabela 5.5 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 2.

Sala		Ta(°C)	Tg(°C)	HR(%)	Va(m/s)
<b>A</b>	Média	22,68	22,64	58,75	0,00
	Desvio Padrão	2,55	2,46	7,25	0,00
	Máximo	27,00	26,50	80,50	0,02
	Mínimo	7,50	17,50	38,50	0,00
<b>B</b>	Média	22,80	22,39	59,87	0,00
	Desvio Padrão	2,88	3,11	7,86	0,00
	Máximo	29,50	28,50	75,00	0,00
	Mínimo	16,00	16,50	39,50	0,00

Na sala A, a média da temperatura do ar verificada ao longo do período de observações foi de 22,68°C, variando entre 7,50°C e 27,00°C. De acordo com os valores recomendados pela norma ISO 7730:2005 para este tipo de espaços, é possível concluir que os resultados obtidos

se encontram na generalidade dentro das gamas de conforto. A humidade relativa tem um valor médio de 58,75%, ostentando um valor máximo de 80,50% e um valor mínimo de 38,50%. De acordo com o especificado pela norma ISO 7730:2005, os resultados encontram-se em geral dentro da gama de conforto. Relativamente à velocidade do ar, esta foi praticamente nula, sendo, por isso, inferior ao recomendado pela norma para o verão e inverno (0,19 m/s e 0,16 m/s).

Analisando os dados relativos à sala B, é possível verificar que, em média, a temperatura do ar assume um valor de 22,80°C, atingindo o valor mínimo de 16,00°C e máximo de 29,50°C. Também os resultados obtidos na sala B, de acordo com a norma, se encontram em geral dentro dos valores recomendados, no entanto analisando os resultados de todas as observações realizadas (consultar Tabela IX.3 do Anexo IX) verifica-se que no dia 26 de junho a temperatura média do ar (28,20°C) se encontrava ligeiramente acima do recomendado pela norma para esta altura do ano ( $24,50 \pm 1,50^\circ\text{C}$ ). A humidade relativa apresenta um valor médio de 59,87%, verificando-se um valor mínimo de 39,50% e um valor máximo de 75,00%. De acordo com o especificado pela norma ISO 7730:2005, os resultados encontram-se, em geral, dentro da gama de conforto. Relativamente à velocidade do ar, esta apresenta em média um valor baixo (0,00 m/s), comportando-se da mesma forma da outra sala.

#### *CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA*

Relativamente à avaliação subjetiva do espaço, os 3 participantes (100%) revelaram que não se encontravam geralmente satisfeitos com o ambiente térmico do local de trabalho. Dos 3, um (33,33%) indicou que se costuma sentir ligeiramente frio, um outro (33,33%) ligeiramente quente e o outro revelou que se costuma sentir nem frio nem quente (33,33%). Da mesma forma que, quando questionados acerca de como se preferiam sentir no seu local de trabalho, um respondeu sem alterações, um mais quente e outro mais frio.

#### 5.4.3. LOCAL 3

##### *DESCRIÇÃO*

O Local 3 é um escritório de uma empresa que presta serviços na área da formação e consultadoria, situada no piso 0 de um edifício. A Figura 5.6 apresenta a planta deste local. Este escritório com uma área de aproximadamente de 60 m<sup>2</sup>, tem uma configuração *open space* e

possui sistema de climatização. Neste escritório trabalham 11 pessoas, contudo apenas participaram no estudo 8 pessoas. Neste local são executadas tarefas com características fundamentalmente administrativas, de gestão, comerciais e de marketing.

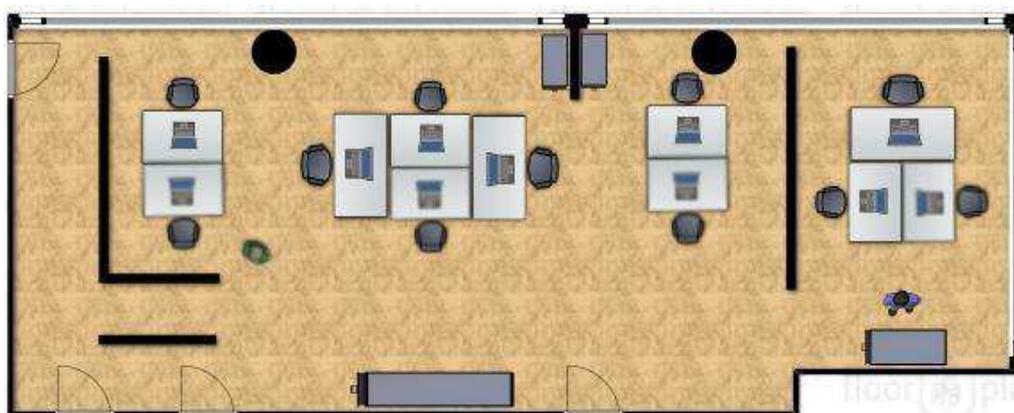


Figura 5.6 – Planta do Local 3.

### *CARACTERIZAÇÃO GERAL AMBIENTE TÉRMICO*

As observações neste local foram realizadas no período compreendido entre 23 de março e 6 de julho, totalizando 17 dias. A Tabela 5.6 apresenta o resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico, monitorizados ao longo das observações efetuadas neste espaço.

Tabela 5.6 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 3.

	<b>Ta(°C)</b>	<b>Tg(°C)</b>	<b>HR(%)</b>	<b>Va(m/s)</b>
Média	23,78	22,63	51,32	0,00
Desvio Padrão	2,09	2,75	9,88	0,00
Máximo	28,50	29,00	76,00	0,00
Mínimo	14,50	15,00	23,50	0,00

Através da análise da Tabela 5.6, verifica-se que ao longo do período de observação a temperatura do ar apresentou um valor médio de 23,78°C, atingindo um valor mínimo de 14,50°C e um valor máximo de 28,50°C. Estes resultados, de acordo com a norma, encontram-se em geral dentro da gama de valores recomendados. A humidade relativa foi, em média, de 51,32%, verificando-se um valor mínimo de 23,50% e um valor máximo de 76,00%. De acordo com o especificado na ISO 7730:2005, os resultados encontram-se em geral dentro da gama de conforto, porém, através de uma análise de todas as observações (consultar Tabela IX.4 do Anexo IX) no dia 30 de março a humidade relativa registada (28,80%) encontrava-se abaixo do recomendado pela norma. Relativamente à velocidade do ar, esta permaneceu constante, não se verificando qualquer deslocação de ar.

## CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA

Na avaliação do conforto térmico deste local, 5 dos 6 participantes (83,33%) revelaram que se encontram satisfeitos com o ambiente térmico do local de trabalho, apenas 1 (16,67%) respondeu que não estava satisfeito. Apesar da maioria se sentir satisfeito, 2 dos participantes (33,33%) indicaram que se costumam sentir ligeiramente frios, outros 2 (33,33%) que se costumam sentir quentes e os restantes 2 (33,33%) que se costumam sentir nem quentes nem frios. Quando questionados acerca de como se gostariam de sentir no espaço, 1 (16,67%) revelou que gostaria de se sentir mais quente, 1 (16,67%) mais frio e os restantes 4 (66,67%) sem alteração.

### 5.4.4. LOCAL 4

#### DESCRIÇÃO

O Local 4 é um laboratório de investigação situado no 1º piso de um edifício na Universidade do Minho no polo de Guimarães. A Figura 5.7 apresenta a planta deste local.



Figura 5.7 – Planta do Local 4.

Este espaço com uma área de 60.54 m<sup>2</sup>, tem uma configuração *open space* e possui sistema de climatização. Neste escritório trabalham 10 pessoas, contudo apenas participaram neste estudo 4 pessoas. Neste espaço é fundamentalmente desenvolvido trabalho de

investigação que pode envolver tarefas como programação, cálculo processamento de texto, pesquisa bibliográfica, trabalho experimental e análise de dados.

### *CARACTERIZAÇÃO GERAL DO AMBIENTE TÉRMICO*

As observações neste local decorreram entre 23 de março e 6 de julho, compreendendo um total de 26 dias. A Tabela 5.7 apresenta o resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico, monitorizados ao longo das observações efetuadas neste espaço.

Tabela 5.7 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 4.

	<b>Ta(°C)</b>	<b>Tg(°C)</b>	<b>HR(%)</b>	<b>Va(m/s)</b>
Média	25,36	25,67	46,53	0,00
Desvio Padrão	3,30	2,97	6,93	0,03
Máximo	33,50	33,50	78,50	0,20
Mínimo	15,00	18,50	25,50	0,00

Neste espaço, ao longo do período de observações, a temperatura do ar apresentou um valor médio de 25,36°C, registrando-se um valor mínimo de 15,00°C e um valor máximo de 33,50°C. Estes resultados, de acordo com a norma, encontram-se em concordância com os da gama de valores recomendados ( $22,0\pm 2^{\circ}\text{C}$  e  $24,5\pm 1,5^{\circ}\text{C}$ ), contudo a partir de uma análise dos vários dias de observação (consultar Tabela IX.5 do Anexo IX) é possível constatar que em alguns dias os valores da temperatura do ar se encontram acima dos valores recomendados. A humidade relativa teve um valor médio de 46,53%, verificando-se um valor mínimo de 25,50% e um valor máximo de 78,5%. De acordo com o especificado pela ISO 7730:2005, os resultados encontram-se em geral dentro da gama de conforto.

### *CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA*

De um modo geral, os 4 participantes (100%) revelaram não se sentirem satisfeitos com o ambiente térmico do seu local de trabalho. Dos 4 participantes, 2 (50%) revelaram que geralmente se sentem ligeiramente frios, 1 (25%) ligeiramente quente, enquanto 1 (25%) participante se costuma sentir quente. Quando questionados de como se gostariam de sentir no espaço, 2 (50%) revelaram que gostariam de sentir mais quentes, 1 (25%) sem alteração e outro (25%) mais frio.

#### 5.4.5. LOCAL 5

O Local 5 é um laboratório de investigação situado no piso 0 de um edifício na Universidade do Minho no polo de Guimarães. A Figura 5.8 apresenta a planta deste local.

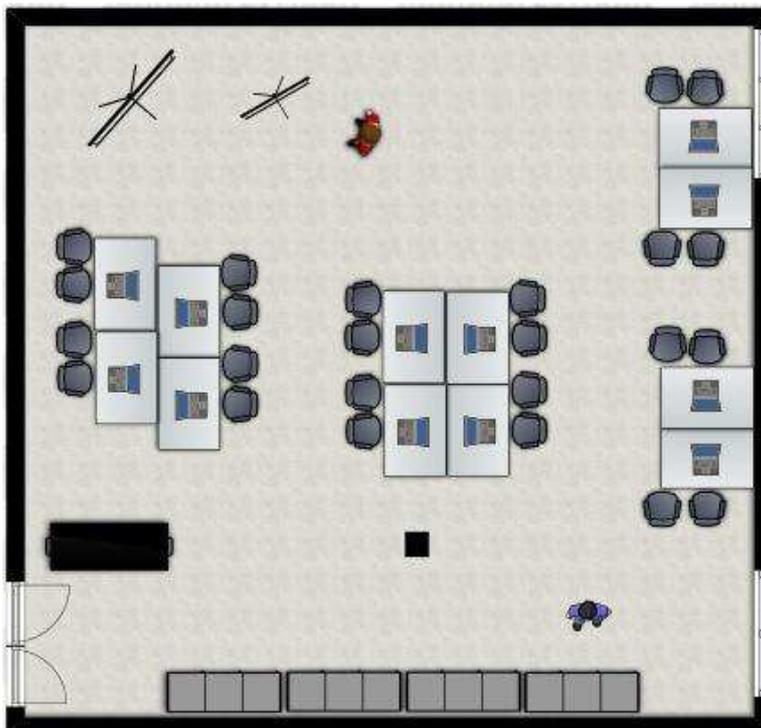


Figura 5.8 – Planta do Local 5.

Este espaço, com uma área de aproximadamente de 86,5 m<sup>2</sup>, também tem uma configuração *open space* e possui sistema de climatização. Neste escritório trabalham 5 pessoas, todavia apenas 2 participaram neste estudo. Neste espaço realizam-se tarefas relacionadas com trabalho de investigação, nomeadamente programação, cálculo, processamento de texto, pesquisa bibliográfica, trabalho experimental, prototipagem eletrónica e análise de dados.

#### *CARACTERIZAÇÃO GERAL AMBIENTE TÉRMICO*

As observações neste local aconteceram entre 22 de março e 4 de julho, abrangendo um total de 12 dias. A Tabela 5.8 apresenta o resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico, monitorizados ao longo das observações efetuadas neste espaço. Durante o período de observação, a temperatura do ar foi em média de 23,48°C, atingindo um valor mínimo de 15,5°C e um valor máximo de 29,5°C. Estes resultados, de acordo com a norma, encontram-se em geral concordantes com a gama de valores recomendados (22,0±2°C e 24,5±1,5°C). A

humidade relativa, apresentou um valor médio de 52,52% verificando-se um valor mínimo de 31,5% e um valor máximo de 69,5%. De acordo com o especificado pela ISO 7730:2005, os resultados encontram-se em geral dentro da gama de conforto, apesar de no dia 29 de março o valor médio (34,0%) se encontrar ligeiramente abaixo (consultar Tabela IX.6 do Anexo IX) do recomendado pela norma. Não se registou qualquer velocidade do ar.

Tabela 5.8 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 5.

	<b>Ta(°C)</b>	<b>Tg(°C)</b>	<b>HR(%)</b>	<b>Va(m/s)</b>
Média	23,48	23,35	52,52	0,00
Desvio Padrão	2,49	2,64	7,28	0,00
Máximo	29,50	28,50	69,50	0,00
Mínimo	15,50	18,50	31,50	0,00

### *CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA*

Neste espaço apenas participaram no estudo duas pessoas, sendo que uma se sente satisfeita com o ambiente térmico do local e a outra não. Quando questionados de como se costumam sentir no local de trabalho, ambos responderam que se costumam sentir ligeiramente frios, mas apenas um referiu que gostaria de sentir mais quente, ao contrário do outro participante que indicou sem alteração.

#### 5.4.6. LOCAL 6

### *DESCRIÇÃO*

O Local 6 é um laboratório de investigação situado no 1º piso de um edifício na Universidade do Minho no polo de Guimarães. A Figura 5.9 apresenta a planta deste local.

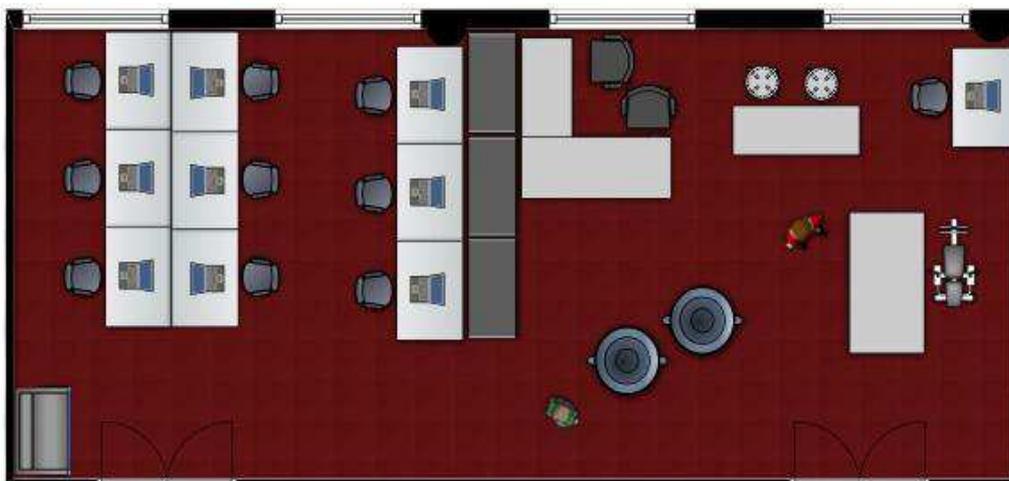


Figura 5.9 – Planta do Local 6.

Este espaço que apresenta uma dimensão de 84 m<sup>2</sup>, possui uma configuração *open space* e possui sistema de climatização. Neste local trabalham 10 pessoas, 7 das quais participaram neste estudo. As tarefas desempenhadas neste espaço, tal como no espaço anterior, estão relacionadas com trabalho de investigação, nomeadamente programação, cálculo, processamento de texto, pesquisa bibliográfica, trabalho experimental, prototipagem eletrónica e análise de dados.

### *CARACTERIZAÇÃO GERAL AMBIENTE TÉRMICO*

As observações neste local aconteceram entre 21 de março e 19 de julho, distribuídas por 23 dias. A Tabela 5.9 apresenta o resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico monitorizados ao longo das observações efetuadas neste espaço.

Tabela 5.9 – Descrição dos parâmetros físicos do ambiente térmico para o Local 6.

	<b>Ta(°C)</b>	<b>Tg(°C)</b>	<b>HR(%)</b>	<b>Va(m/s)</b>
Média	23,60	23,44	52,66	0,01
Desvio Padrão	2,14	2,24	8,72	0,04
Máximo	28,50	28,00	70,00	0,26
Mínimo	16,00	19,00	23,00	0,00

A temperatura do ar apresentou um valor médio de 23,60°C, atingindo um valor mínimo de 16,0°C e um valor máximo de 28,5°C. Estes resultados, encontram-se em geral concordantes com a gama de valores recomendados (22,0±2°C e 24,5±1,5°C). A humidade relativa, teve um valor médio de 52,66%, verificando-se um valor mínimo de 23,0% e um valor máximo de 70,0%. De acordo com o especificado pela ISO 7730:2005, os resultados encontram-se em geral dentro da gama de conforto, contudo nos dia 21 e 28 de março verifica-se que o seu valor médio (35,0% e 31,2%) se encontra ligeiramente abaixo do recomendado pela norma (consultar dados na Tabela IX.7 do Anexo IX).

### *CARACTERIZAÇÃO SUBJETIVA*

Dos 7 participantes deste espaço, 3 (42,86%), de um modo geral, encontram-se satisfeitos com as condições térmicas do local enquanto os restantes 4 participantes (57,14%) não se sentem satisfeitos. Quando questionados sobre a sensação térmica geral percecionada do seu local de trabalho, 3 dos participantes (42,86%) revelaram que se costumam sentir ligeiramente frios, 3 (42,86%) que se sentem nem frios nem quentes e 1 (14,29) revelou que se costuma sentir quente. Quando questionados de como se gostariam de sentir, 3 (42,86%)

revelaram sem alteração enquanto 2 (28,57%) gostariam de se sentir mais frios e os outros 2 (28,57%) revelaram que gostariam de se sentir mais quentes.

## 5.5. CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

O estudo decorreu em 6 espaços físicos diferentes onde foram recolhidos dados de 27 sujeitos. Por questões metodológicas apenas foram consideradas respostas de 25 sujeitos. Os restantes 2 sujeitos não foram considerados para análise uma vez que não executaram um número significativo de testes de avaliação do desempenho cognitivo e o respetivo *Questionário 1*. Os 25 sujeitos considerados neste estudo, dos quais 10 eram homens e 15 mulheres, tinham idades compreendidas entre os 21 e 35 anos ( $M = 28$ ;  $DP = 4$ ) (Tabela 5.10).

Tabela 5.10 – Dados da caracterização da amostra.

<b>Género</b>		<b>%</b>
Masculino		40
Feminino		60
<b>Idade</b>		<b>Anos</b>
Média		28
Desvio padrão		4
Máximo		35
Mínimo		21

Na Tabela 5.11 são apresentadas as habilitações literárias dos 25 participantes onde se verifica que cerca de metade indicaram possuir uma licenciatura ( $Mo =$  Licenciatura,  $F = 12$ ). Em relação à profissão que desempenham, cerca de metade dos participantes indicaram que são investigadores ( $Mo =$  Investigador,  $F = 13$ ), enquanto que a outra metade dos sujeitos desempenha funções como: 4 como Assistentes Comerciais; 3 como Administrativos, 1 como Técnico de Formação; 1 como Coordenador do Departamento Comercial; 1 como Coordenador do Departamento de Marketing; 1 como Coordenador de Formação; 1 como Gestor de Formação.

Foi recolhida informação sobre o tempo que cada participante exerce funções naquele local de trabalho (Figura 5.10). Dos voluntários considerados neste estudo, 10 indicaram que se encontram a trabalhar entre 1 a 5 anos no mesmo local ( $Md = 2$ ,  $I/Q = 2$ ). Os restantes participantes, 7 indicaram que se encontram há menos de um ano, outros 7 trabalham entre 5 a 10 anos e apenas 1 refere que se encontra a trabalhar no mesmo local há mais de 10 anos. É relevante destacar que 18 participantes, ou seja, 72% da amostra, se encontram a trabalhar há

mais de um ano no mesmo local de trabalho, podendo-se, por este motivo, considerar estes indivíduos como aclimatados ao ambiente térmico do seu local de trabalho (Miguel, 2010).

Tabela 5.11 – Habilitações literárias e profissões desempenhadas pelos participantes.

<b>Habilitações Literárias</b>		<b>%</b>
	9º ano	4
	12º ano	4
	Licenciatura	48
	Mestrado	32
	Doutoramento	12
<b>Profissões</b>		<b>%</b>
	Administrativo	12
	Assistente Comercial	16
	Coord. Departamento Comercial	4
	Coord. Departamento Marketing	4
	Coordenador Formação	4
	Gestor de Formação	4
	Investigador	52
	Técnico de Formação	4

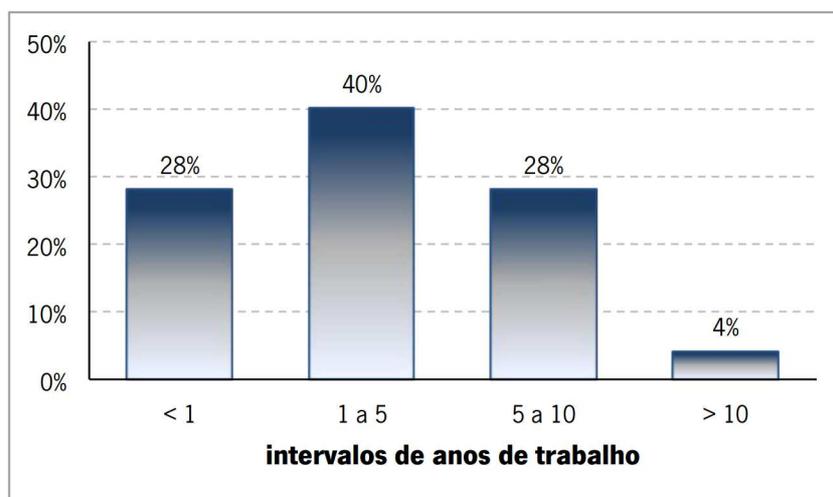


Figura 5.10 – Caracterização dos participantes face ao tempo de trabalho.

## 5.6. ANÁLISE DESCRITIVA DAS VARIÁVEIS

### 5.6.1. ANÁLISE DAS CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS

A Tabela 5.12 apresenta a análise descritiva das variáveis relacionadas com as características individuais dos sujeitos. Analisando os dados constantes da referida tabela, é possível verificar que o peso dos participantes varia entre os 48 e 110 kg ( $M = 66,3$ ;  $DP = 13,5$ ),

a estatura entre os 155 a 178 cm ( $M = 167$ ;  $DP = 7$ ). Como é demonstrado na Tabela 5.13, dos 25 sujeitos, 19 revelaram não sofrer de nenhuma doença crónica (76%) sendo que dos restantes 6 participantes (24%) 3 revelaram que sofriam Rinite alérgica, 1 de Bronquite asmática, 1 de Hiperidrose e um outro de Hipertensão Arterial. O Índice de Massa Corporal (IMC) dos participantes varia entre os 17,6 e os 37,2  $W/m^2$  ( $M = 23,6$ ;  $DP = 4,6$ ) e o Metabolismo entre os 96,4 e os 152,5 ( $M = 117,0$ ;  $DP = 13,4$ ).

Tabela 5.12 – Características individuais dos participantes.

	<b>Peso (kg)</b>	<b>Estatura (cm)</b>	<b>Índice de Massa Corporal</b>	<b>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</b>
Média	66,3	167	23,6	117,0
Desvio Padrão	13,7	7	4,6	13,4
Máximo	110	178	37,2	152,5
Mínimo	48,0	155	17,6	96,4

Tabela 5.13 – Respostas dos participantes à pergunta sobre doenças crónicas.

<b>Doença Crónica</b>	<b>%</b>
Não	76
Sim	24

O resultado da aplicação do Questionário de *Horne & Ostberg* (Figura 5.11) identificou 9 sujeitos (36%) como sendo moderadamente vespertinos, 2 como moderadamente matutinos (8%) e 14 dos sujeitos considerados indiferentes (56%).

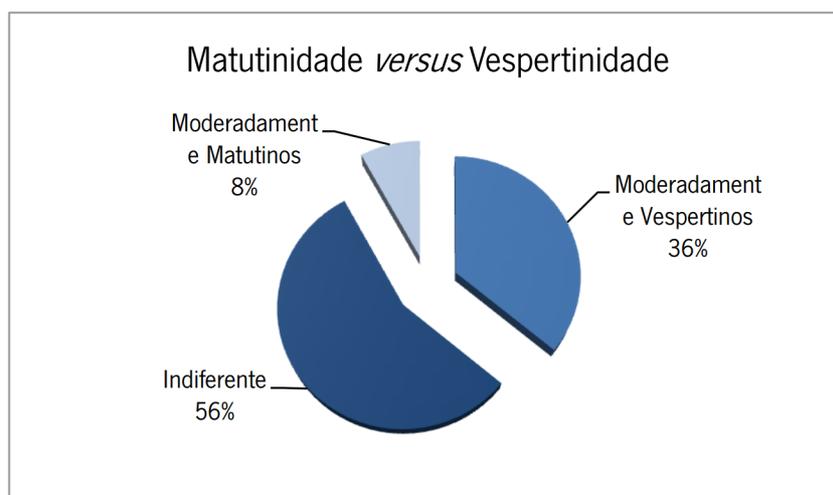


Figura 5.11 – Resultado da aplicação do questionário *Horne & Ostberg*.

## 5.6.2. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DOS PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

No decorrer deste estudo foram efetuadas medições dos parâmetros temperatura do ar, humidade relativa, temperatura de globo e velocidade do ar. Como referido no ponto 5.2.2. desta dissertação, a partir destes parâmetros foram determinadas outras variáveis em função do tempo de exposição. A Tabela 5.14 apresenta a estatística descritiva das variáveis temperatura, temperatura do globo e humidade relativa, para os 3 intervalos de exposição definidos. Decidiu-se não incluir a variável velocidade do ar nesta análise, uma vez que este parâmetro se manteve geralmente constante ao longo das medições de todas as observações e, com um valor médio praticamente nulo. A média da temperatura do ar nos 30 minutos que antecederam a realização dos testes ( $T_{a30}$ ) varia entre os 15,50°C e os 33,06°C ( $M = 23,34$ ;  $DP = 2,79$ ), entre os 15,96°C e os 30,63°C no intervalo de 2 a 4 horas ( $T_{a[2;4]}$ ) ( $M = 23,00$ ;  $DP = 2,60$ ) e, para o intervalo de 4 a 8 horas de exposição ( $T_{a[4;8]}$ ), entre os 16,00°C e 31,14°C ( $M = 23,62$ ;  $DP = 2,51$ ).

Tabela 5.14 – Estatística descritiva das variáveis de ambiente térmico.

		Intervalos de exposição		
		30min	[2;4]h	[4;8]h
<b>Temperatura do ar (°C)</b>	Média	23,34	23,00	23,62
	Desvio Padrão	2,79	2,60	2,51
	Máxima	33,06	30,63	31,24
	Mínima	15,50	15,96	16,00
<b>Temperatura do Globo (°C)</b>	Média	23,35	22,87	23,36
	Desvio Padrão	2,79	2,58	2,53
	Máxima	33,78	31,30	32,00
	Mínima	15,80	17,00	17,80
<b>Humidade (%)</b>	Média	51,63	52,83	50,85
	Desvio Padrão	9,43	8,86	8,88
	Máxima	74,55	73,21	72,56
	Mínima	23,68	28,84	25,66

Comparando os resultados da temperatura do ar para os 3 intervalos de exposição verifica-se que os seus valores são muito próximos, não havendo portanto grande variabilidade neste parâmetro ao longo do tempo de exposição. Em termos médios, os resultados obtidos encontram-se em geral dentro das gamas de conforto definidas pela ISO 7730:2005 para este tipo de locais ( $22,0 \pm 2^\circ\text{C}$  e  $24,5 \pm 1,5^\circ\text{C}$ ). Contudo, analisando os valores máximos e mínimos deste parâmetro é possível constatar que este parâmetro assume valores que saem da gama recomendada pela norma.

Os valores da temperatura de globo (Tg) são muito próximos dos determinados na variável temperatura do ar (Ta) nos 3 intervalos. No intervalo de 30 minutos, Tg30 varia entre 15,80°C e 33,78°C ( $M = 23,35$ ;  $DP = 2,79$ ), entre os 17,00°C e os 31,30°C para um tempo de exposição de 2 a 4 horas (Tg[2;4]) ( $M = 22,87$ ;  $DP = 2,58$ ), e no intervalo de 4 a 8 horas de exposição (Tg[4;8]), entre os 17,80°C e 32,00°C ( $M = 23,36$ ;  $DP = 2,53$ ).

No que diz respeito à humidade relativa, verifica-se que para um tempo de exposição de 30 minutos (HR30) ela varia entre 23,68% e 74,55% ( $M = 51,63$ ;  $DP = 9,43$ ), para intervalo de exposição de 2 a 4 horas (HR[2;4]) este parâmetro varia entre 28,84% e 73,21% ( $M = 52,83$ ;  $DP = 8,96$ ), para 4 a 8 horas de exposição (HR[4;8]), varia entre 25,66% e 72,56% ( $M = 50,85$ ;  $DP = 8,88$ ). Segundo a ISO 7730:2005, a média deste parâmetro encontra-se de acordo com os valores recomendados. Porém, analisando os seus valores máximos e mínimos verifica-se que estes estão ligeiramente desviados dos valores recomendados pela norma.

### 5.6.3. ANÁLISE DAS VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

#### *INDICADORES OBJETIVOS*

Como referido anteriormente, os índices PMV foram utilizados como indicadores objetivos de conforto térmico. Estes índices, que preveem a sensação térmica geral, foram calculados em função do tempo de exposição dos participantes. A Tabela 5.15 apresenta a análise descritiva deste índice em função dos intervalos de exposição. A média do PMV30 varia entre - 2,8 e 2,7 ( $M = - 0,2$ ;  $DP = 0,7$ ), entre - 2,7 e 1,9 para o Índice PMV[2;4] ( $M = -0,3$ ;  $DP = 0,7$ ) e para o intervalo de [4;8] horas entre - 2,5 e 2,1 ( $M = -0,2$ ;  $DP = 0,7$ ).

Tabela 5.15 – Análise descritiva da variável PMV para os vários intervalos.

<b>PMV</b>	<b>30min</b>	<b>[2;4]h</b>	<b>[4;8]h</b>
Média	-0,2	-0,3	-0,2
Desvio Padrão	0,7	0,7	0,7
Máxima	2,7	1,9	2,1
Mínima	-2,8	-2,7	-2,5

Comparando os valores destes índices em cada um dos intervalos de exposição verifica-se que são muito próximos. Em termos médios, estes índices encontram-se próximos da neutralidade térmica (PMV=0), estando portanto de acordo com as recomendações da ISO 7730:2005 (PMV entre -0,5 e 0,5). Todavia avaliando os valores extremos percebe-se que estes se encontram desviados da gama recomendada pela norma.

## INDICADORES SUBJETIVOS

Como constatado anteriormente, um ambiente térmico que cause desconforto pode afetar as atividades desenvolvidas neste tipo de espaços. Através do *Questionário 1* foi possível avaliar as sensações térmicas gerais e locais, e a preferência térmica dos participantes aquando a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo. A Figura 5.12 apresenta os resultados da sensação térmica geral manifestada pelos participantes ao longo das observações.

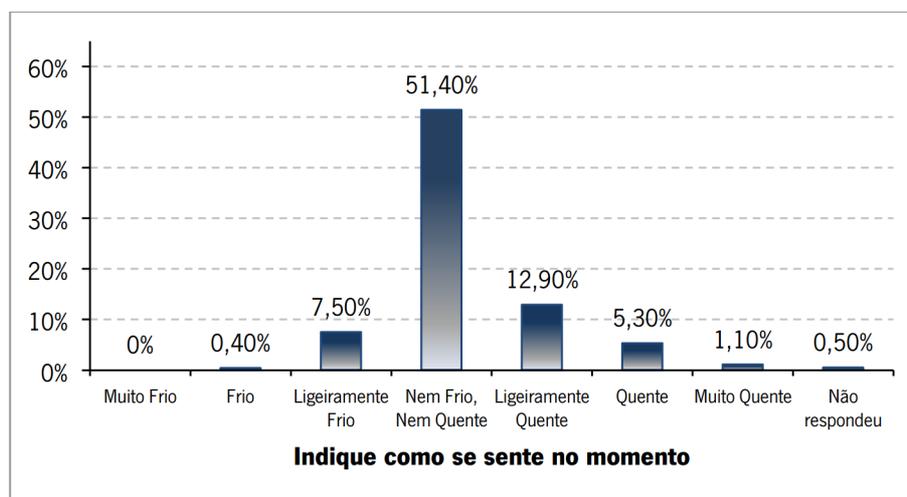


Figura 5.12 – Caracterização da sensação térmica geral.

Através da análise da Figura 5.12, verifica-se que ao longo das observações os participantes, quando questionados sobre a sua sensação térmica do momento, reportaram, em 51,40% das vezes, sentirem-se *Nem Frio Nem Quente* ( $Md = 0$ ,  $IIQ = 2$ ). Ainda através da figura é possível constatar que os participantes reportaram com mais frequência sensações quentes (*Ligeiramente Quente*, *Quente* e *Muito Quente*) do que sensações frias (*Ligeiramente Frio*, *Frio* e *Muito Frio*). É de realçar que a sensação *Muito Frio* não foi manifestada por nenhum participante, sendo que a oposta, *Muito Quente*, foi reportada 1,10% das vezes. Estes resultados podem ser justificados pelas temperaturas do ar interiores registadas e apresentadas anteriormente ( $Ta_{30}$ ). Quando questionados acerca da sua preferência térmica (Figura 5.13), 10,30% das vezes, os participantes indicaram que preferiam sentir-se *Mais Frios*, e 9,20% *Mais Quentes*. Contudo, em concordância com a Sensação Térmica Geral, em 59% das vezes os participantes deram a resposta *Sem Alteração*.

Com o objetivo de analisar a influência da  $Ta_{30}$  na preferência térmica dos participantes, estes dados foram relacionados com a temperatura do ar (Figura 5.14). De forma a facilitar a análise dos resultados, os valores da  $Ta_{30}$  foram agrupados em gamas (15-20°C;

20-25°C; 25-30°C; 30-35°C). Pela Figura 5.14, verifica-se que a gama de temperatura aparentemente mais aceite é a de 20-25°C, uma vez que a grande maioria dos indivíduos refere a preferência pela não alteração da sua sensação térmica. Com temperaturas inferiores a 20°C, os indivíduos tendem a referir a sua preferência por ambientes mais quentes. Por outro lado, a partir de 25°C, os indivíduos tendem a referir a sua preferência por ambientes mais frios.

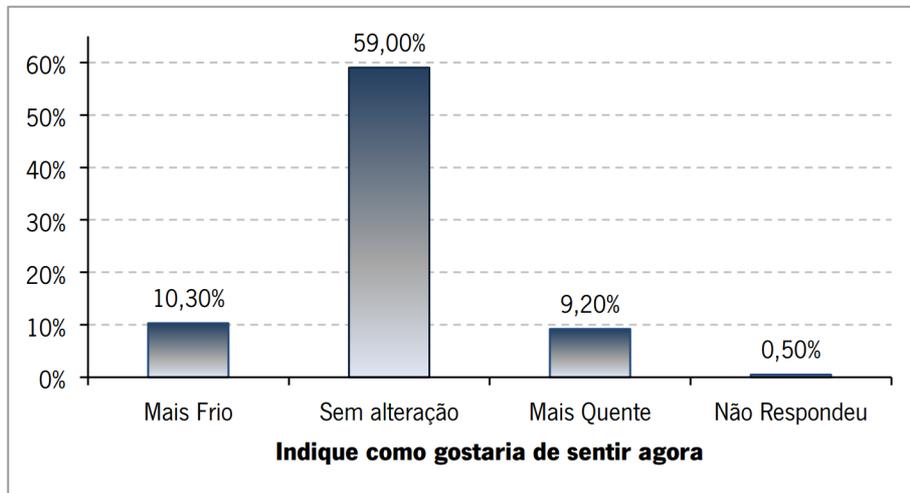


Figura 5.13 – Caracterização da preferência térmica.

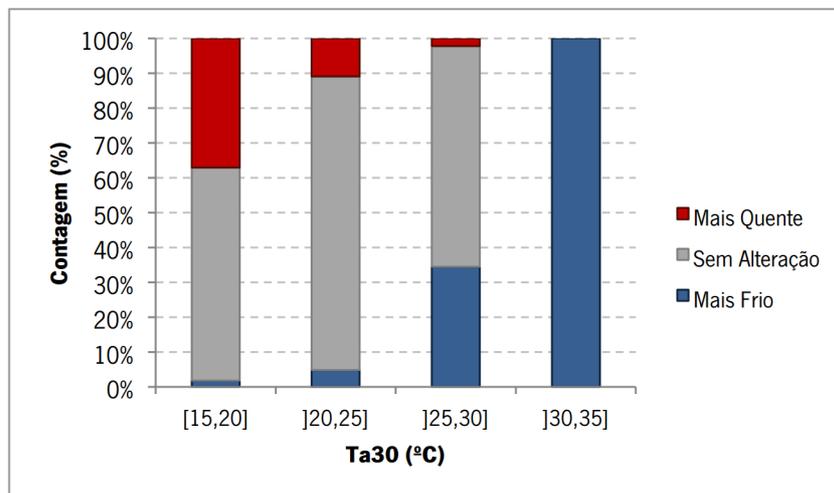


Figura 5.14 – Caracterização da preferência térmica em relação à Ta30 (°C).

Como apurado através da revisão bibliográfica, o desconforto térmico pode ser causado pelo corpo como um todo, mas também pode ser originado por um aquecimento ou arrefecimento de uma parte do corpo. De acordo com a norma ISO 7730:2005, pessoas com atividades sedentárias são mais sensíveis ao desconforto local. A Figura 5.15 apresenta as sensações térmicas locais reportadas pelos participantes. Na análise desta questão, achou-se

conveniente excluir um participante pelo facto de ele possuir uma prótese num dos membros, uma vez que esta situação poderia alterar os resultados. Analisando a Figura 5.15 percebe-se que os pés e as mãos são as partes do corpo que os participantes reportam com sensações mais frias. Por outro lado o tronco e cabeça foram reportados mais vezes com sensações mais quentes. É possível ainda verificar que existe uma ligeira diferença entre as sensações reportadas ao nível da mão esquerda e da mão direita, o que pode ser justificado pelo facto de a mão direita ser normalmente a mão mais utilizada.

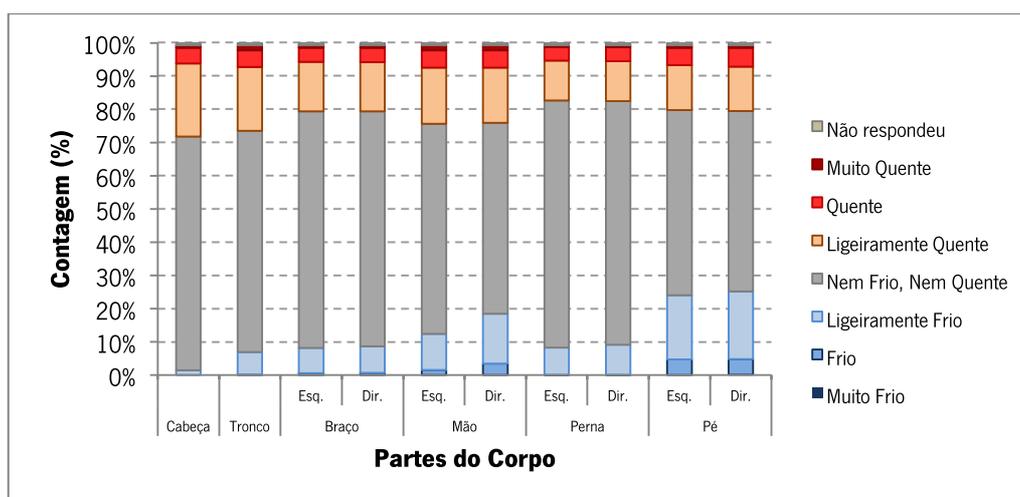


Figura 5.15 – Caracterização da sensação térmica local.

#### 5.6.4. TESTES DE DESEMPENHO COGNITIVO

No decorrer deste estudo foram realizados 891 testes de avaliação do desempenho cognitivo: 297 testes *Digit Span* (teste A), 297 testes *Odd One Out* (Teste B) e 297 testes *Feature Match* (Teste C). Os resultados destes testes de avaliação do desempenho cognitivo são avaliados em termos de *Score* e de Tempo de Reação (TR). No caso do parâmetro *Score* resultados mais elevados correspondem a um melhor desempenho. Estava prevista a realização de 900 testes, isto é, 36 testes por participante ao longo do estudo. O número total de testes previsto não foi cumprido devido a falhas de registo da ferramenta *online*, ou pela não execução dos mesmos. Devido a estas falhas não foram registados os *Scores* de 9 testes (3 de cada um dos testes) nem o Tempo de Reação de 13 testes (3 do teste A, 5 do teste B e 5 do teste C). Na Tabela 5.16 é apresentada a análise descritiva das variáveis *Score* e TR para cada teste de avaliação do desempenho cognitivo. De acordo com os dados expressos na referida tabela (Tabela 5.16) verifica-se que, relativamente ao Teste A, a média do *Score* varia entre 4 e 13 ( $M =$

7;  $DP = 1$ ). Este resultado vai de encontro ao referido por Cognition and Brain Sciences Unit (2012), que indica para este tipo de testes em média um *Score* de 7 ( $\pm 2$ ) para um adulto. O TR, neste teste, varia ao longo das observações entre 2592ms e 14300ms ( $M = 4793$ ;  $DP = 1338$ ). Relativamente ao Teste B, o *Score* varia entre -9 e 22 ( $M = 11$ ;  $DP = 4$ ) e o TR entre 2576 ms e 11813ms ( $M = 7287$ ;  $DP = 1421$ ). No que respeita ao Teste C, o seu *Score* varia entre 42 e 272 ( $M = 135$ ;  $DP = 40$ ) e o TR entre 1154 ms e 4380 ms ( $M = 2668$ ;  $DP = 442$ ).

Tabela 5.16 – Análise descritiva das variáveis *Score* e Tempo de Reação.

		<b>Score</b>	<b>TR (ms)</b>
<b>Digit Span (Teste A)</b>	Média	7	4793
	Desvio Padrão	1	1338
	Máximo	13	14300
	Mínimo	4	2592
<b>Odd One Out (Teste B)</b>	Média	11	7287
	Desvio Padrão	4	1421
	Máximo	22	11813
	Mínimo	-9	2576
<b>Feature Match (Teste C)</b>	Média	135	2668
	Desvio Padrão	40	442
	Máximo	272	4380
	Mínimo	42	1154

## 5.7. ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Com o objetivo de explorar a relação entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis das características individuais dos participantes, dos parâmetros físicos do ambiente térmico e das variáveis de conforto térmico foram realizadas correlações de *Spearman*, uma vez que algumas das variáveis são ordinais e por ser uma correlação mais robusta na falha do pressuposto da Normalidade (Maroco, 2007). Para avaliar a influência que as variáveis atrás referidas têm no desempenho cognitivo ao longo das observações e do período das observações foi realizada uma análise de variância fatorial também designada por ANOVA *two-way* (Maroco, 2007). De forma a facilitar a análise, os resultados são apresentados e discutidos por teste de avaliação do desempenho cognitivo.

Pretende-se com esta abordagem atingir os objetivos preconizados, designadamente na caracterização e quantificação do ambiente térmico em termos de conforto e desempenho cognitivo.

### 5.7.1. TESTE A

#### SCORE E TEMPO DE REAÇÃO AO LONGO DAS OBSERVAÇÕES

Um dos fatores que pode condicionar o desempenho cognitivo é a aprendizagem. Ao longo das observações, os sujeitos executaram cada teste de desempenho cognitivo cerca de 12 vezes. É natural que ocorra uma melhoria no desempenho (*Score* e Tempo de Reação) ao longo das observações. Essa melhoria poderá estar relacionada com a aprendizagem da tarefa por parte do participante, uma vez que à medida que o participante se familiariza com a tarefa e se estabelece uma rotina, vai melhorando e otimizando o seu desempenho. Desta forma, a primeira hipótese a testar é verificar se há correlação entre o *Score*/TR e as Observações. Na Tabela 5.17 são apresentadas as correlações entre o *Score* e TR e as Observações.

Tabela 5.17 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A e Observação.

Variáveis	1	2	3
1 <i>Score</i>	-	,229***	,115*
2 TR		-	-,265***
3 Observação			-

Nota: \* $p < ,05$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Analisando a Tabela 5.17, verifica-se que existe uma correlação estaticamente significativa entre *Score* e TR ( $r_s = ,229$ ;  $p < ,001$ ). Esta correlação indica que o *Score* tende a aumentar com o aumento do TR. Comparando *Score* e Observações observa-se que existem correlações estatisticamente significativas entre as variáveis ( $r_s = ,115$ ,  $p < ,05$ ). O mesmo efeito se encontra entre o TR e as Observações ( $r_s = -,265$ ,  $p < ,001$ ). Uma vez que o *Score* está diretamente correlacionado com as Observações e o TR está inversamente correlacionado, verifica-se que há uma tendência em otimizar o resultado do teste cognitivo (aumento do *Score* e diminuição do TR), ao longo das Observações. Através da Figura 5.16 é possível verificar que, em termos médios, o *Score* tende a aumentar ao longo das Observações. O mesmo se pode dizer quanto aos *Scores* máximos. Relativamente aos *Scores* mínimos eles distribuem-se aleatoriamente ao longo das Observações. Através da Figura 5.17, é possível visualizar que o TR tende a decrescer, mesmo que ligeiramente, ao longo das Observações.

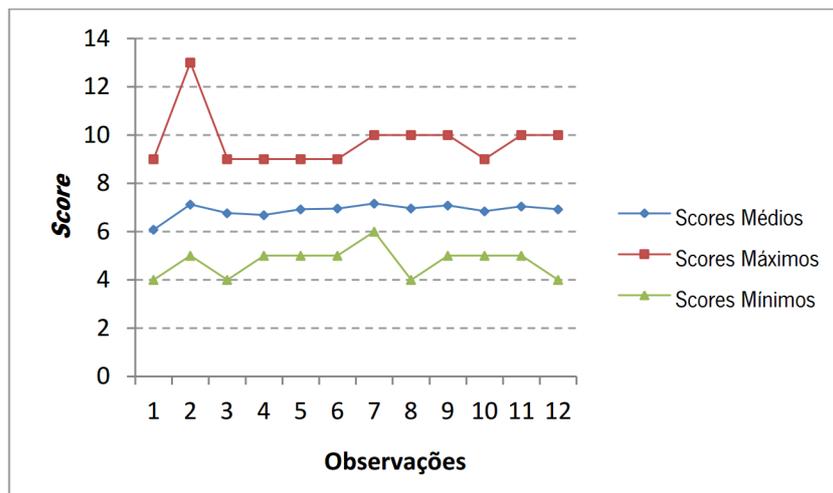


Figura 5.16 – Distribuição dos *Scores* médios, máximos e mínimos do Teste A ao longo das Observações.

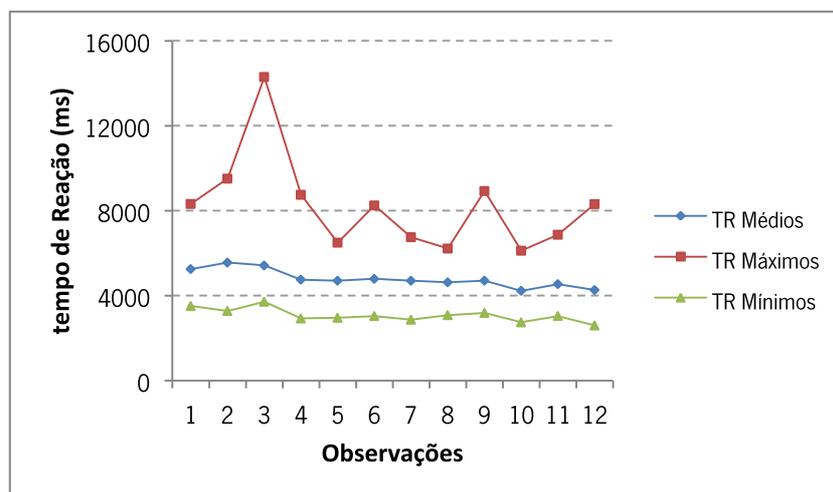


Figura 5.17 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do Teste A ao longo das Observações.

Estes resultados carecem de uma análise mais detalhada, de forma a verificar se existem diferenças no *Score/TR* ao longo das Observações. Para tal foi realizado um teste de diferenças ANOVA *two-way* (Tabela 5.18). Como se pode verificar na tabela apresentada, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas entre *Score* ao longo das Observações ( $F(11;285) = 1,10; p > ,05$ ). Apesar de o teste de correlação de *Spearman* indicar uma melhoria no *Score* ao longo das Observações, as diferenças entre as observações não são estatisticamente significativas. Como podemos observar na Tabela 5.18, tanto a média do *Score* como o desvio padrão não variam de forma significativa. É importante lembrar que segundo Cognition and Brain Sciences Unit (2012), neste tipo de teste, um participante comum atinge, em média, um *Score* de 7. Desta forma, o facto de não terem sido detetadas diferenças

significativas pode estar relacionado com a natureza do teste. Relativamente ao TR, verifica-se que as diferenças entre Observações são estatisticamente significativas ( $F(11;285) = 2,54; p < ,01$ ). Como se pode observar na Figura 5.17, o TR diminui ao longo das Observações, verificando-se também uma diminuição da variabilidade (desvio padrão) entre as três primeiras observações e as restantes.

Apesar de o teste ANOVA *two-way* ter detetado diferenças no TR ao longo das Observações, através de uma análise mais detalhada, com testes *Post-Hoc* com correção de *Bonferroni* ( $p = ,05/12 = ,0042$ ), verificou-se que as diferenças no TR entre as várias Observações não são estatisticamente significativas<sup>3</sup>. Apesar de se verificar uma melhoria no TR, ao longo das Observações, conclui-se que no Teste A essa melhoria não é estatisticamente significativa.

Tabela 5.18 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score/TR* do Teste A em função das Observações.

	Observações												F(11;285)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=23)	(n=25)	(n=24)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	
	M(DP)	M(DP)	M(DP)	M(DP)	M(DP)	M(DP)							
<b>Score</b>	6 (1)	7 (2)	7 (1)	7 (1)	7 (1)	7 (1)	7 (1)	7 (2)	7 (1)	7 (1)	7 (1)	7 (1)	1,10
<b>TR</b>	5248 (1173)	5552 (1646)	5416 (2170)	4752 (1298)	4700 (1032)	4786 (1279)	4696 (1002)	4624 (981)	4704 (1232)	4225 (930)	4539 (1157)	4262 (1192)	2,54**

Nota: \*\* $p < ,01$

### CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS

Como descrito anteriormente, um dos objetivos do presente estudo é estudar a influência das características individuais sobre o desempenho cognitivo. Deste conjunto de variáveis optou-se por considerar para análise apenas a variável Matutividade *versus* Vespertinidade. Desta forma foi avaliado o impacto desta variável sobre o desempenho cognitivo. Este fator, como constatado na revisão bibliográfica, pode influenciar o desempenho cognitivo dos participantes.

Dependendo da categoria do participante, em termos de Matutinidade e Vespertinidade, o seu desempenho nos testes cognitivos pode ser diferente ao longo dos diferentes Períodos de Observação. Assim, torna-se pertinente responder à seguinte questão: O *Score/TR* depende do período do dia (início da manhã, fim da manhã ou fim da tarde) em que é realizado o teste de desempenho cognitivo? A Tabela 5.19 apresenta os resultados da correlação de *Spearman* entre

<sup>3</sup> Devido ao elevado número de grupos, ou observações, e por não se verificar significância dos resultados, a tabela do teste *Post-Hoc* não é aqui apresentada.

*Score*/TR, o Período de Observação e a variável Matutividade *versus* Vespertividade. Pelos resultados deste teste não paramétrico, verifica-se que não existe relação, estatisticamente significativa, entre *Score* e o Período de Observação ( $r_s = ,072$ ;  $p > ,05$ ) assim como entre o TR e o Período de Observação ( $r_s = -,044$ ;  $p > ,05$ ). Estes resultados indicam que o desempenho cognitivo não depende do período do dia em que é realizado este teste. Porém, o resultado do teste de *Spearman* indica uma correlação entre *Score* e Matutividade *versus* Vespertividade ( $r_s = ,230$ ;  $p < ,001$ ), assim como entre TR e a mesma variável ( $r_s = ,232$ ;  $p < ,001$ ). Dessa forma, esta correlação parece indicar que quem tem tendência a ter um *Score* e um TR mais elevado, são os participantes identificados como Moderadamente Vespertinos.

Tabela 5.19 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A, Período de Observação e Matutividade *versus* Vespertividade.

Variáveis	1	2	3	4
<b>1</b> <i>Score</i>	-	,229***	,072	,230***
<b>2</b> TR		-	-,044	,232***
<b>3</b> Período de Observação			-	-
<b>4</b> Matutividade <i>versus</i> Vespertividade				-

Nota: \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Para analisar mais detalhadamente este efeito efetuou-se uma análise de diferenças do *Score*/TR em função das diferentes categorias de Matutividade *versus* Vespertividade (Tabela 5.20). O teste de diferenças ANOVA *two-way* encontrou diferenças estatisticamente significativas entre as três categorias de Matutividade *versus* Vespertividade identificadas nos participantes (moderadamente vespertinos, indiferentes e moderadamente matutinos), ao nível do *Score* ( $F(2,294) = 17,32$ ;  $p < ,001$ ) e TR ( $F(2,294) = 4,42$ ;  $p < ,01$ ). Numa primeira análise, o resultado obtido através da correlação de *Spearman* confirma-se também no teste de diferenças. Mas, analisando a Tabela 5.21, que apresenta os resultados do teste *Post-Hoc* com correção de *Bonferroni* ( $p = ,05/3 = ,017$ ), verifica-se que a diferença entre *Score* é estatisticamente significativa apenas entre as categorias Moderadamente Matutino e Indiferentes e Moderadamente Matutinos e Moderadamente Vespertinos. Relativamente ao TR não se verificam diferenças entre os participantes com diferentes categorias de Matutividade *versus* Vespertividade. As diferenças verificam-se ao nível de média e desvio padrão do *Score*.

Como nota final neste teste, poder-se-á concluir que há uma tendência de os participantes considerados como Indiferentes ou Moderadamente Vespertinos terem um *Score* mais elevado e, comparando com os Moderadamente Matutinos, também apresentam um maior desvio padrão nos *Scores* deste teste. Mas ainda se pode levantar outra questão. Repare-se que

o número de participantes considerados como Moderadamente Matutinos (8% da amostra) é consideravelmente inferior ao número de participantes Indiferentes (56% da amostra) e Moderadamente Vespertinos (36% da amostra). O número de participantes Moderadamente Matutinos pode não ser suficiente para detetar diferenças neste tipo de análise.

Tabela 5.20 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score/TR* do Teste A em função das categorias de Matutinidadade *versus* Vespertinidadade.

	<b>Moderadamente Matutino</b> (n=24) <i>M(DP)</i>	<b>Indiferente</b> (n=165) <i>M(DP)</i>	<b>Moderadamente Vespertino</b> (n=108) <i>M(DP)</i>	F(2;294)
<b>Score</b>	5,42 (0,83)	6,91 (1,32)	7,15 (1,37)	17,32***
<b>TR</b>	4428,10 (869,54)	4655,19 (1458,01)	5083,94 (1178,07)	4,42**

Nota: \*\* $p < ,05$  \*\*\* $p < ,001$

Tabela 5.21 – Resultados do teste *Post-Hoc* do teste de diferenças no *Score/TR* do Teste A em função das 4 gamas de Ta30.

	<b>Moderadamente Matutino</b> Vs <b>Indiferente</b>	<b>Moderadamente Matutino</b> Vs <b>Moderadamente Vespertino</b>	<b>Indiferente</b> Vs <b>Moderadamente Vespertino</b>
<b>Score</b>	***	***	$p > ,017$
<b>TR</b>	$p > ,017$	$p > ,017$	$p > ,017$

Nota: \*\*\* $p < ,001$

No teste que se segue, cruzou-se a variável Matutinidadade *versus* Vespertinidadade com o período do dia em que se realizaram os testes e efetuou-se um teste de diferenças ao nível do *Score* e TR (Tabela 5.22).

Tabela 5.22 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score/TR* do Teste A em função das categorias de Matutinidadade *versus* Vespertinidadade e do Período de Observação (1°, 2°, 3°).

	<b>Moderadamente Matutino</b>			<b>Indiferente</b>			<b>Moderadamente Vespertino</b>			F(8;288)
	<b>1º</b> (n=8) <i>M(DP)</i>	<b>2º</b> (n=8) <i>M(DP)</i>	<b>3º</b> (n=8) <i>M(DP)</i>	<b>1º</b> (n=56) <i>M(DP)</i>	<b>2º</b> (n=55) <i>M(DP)</i>	<b>3º</b> (n=54) <i>M(DP)</i>	<b>1º</b> (n=36) <i>M(DP)</i>	<b>2º</b> (n=36) <i>M(DP)</i>	<b>3º</b> (n=36) <i>M(DP)</i>	
<b>Score</b>	5,50 (0,93)	5,25 (0,71)	5,50 (0,93)	6,71 (1,28)	6,93 (1,32)	7,09 (1,38)	7,03 (1,34)	7,39 (1,64)	7,03 (1,06)	,610
<b>TR</b>	4612,22 (655,96)	4426,66 (1088,42)	4245,43 (890,24)	4637,07 (1220,73)	4588,98 (1277,12)	4741,43 (1832,28)	5176,56 (1250,72)	5167,13 (1300,60)	4908,14 (969,146)	,369

Analisando os resultados do teste de diferenças verifica-se que não existem diferenças, estatisticamente significativas, no *Score* ( $F(8;288) = ,610; p >,05$ ) e no TR ( $F(8;288) = ,369; p >,05$ ), dos vários tipos de participantes ao longo dos períodos de observação. Porém, esta tabela expõe as médias e desvios padrão das variáveis, dando a entender o concluído no teste de correlação anterior: os voluntários considerados Moderadamente Vespertinos têm um *Score* e TR maior (Figura 5.18). Tal como já foi anteriormente referido, não é possível considerar esta hipótese uma vez que, o número de participantes Moderadamente Matutinos é muito inferior ao número de participantes das restantes categorias de Matutividade *versus* Vespertinidade.

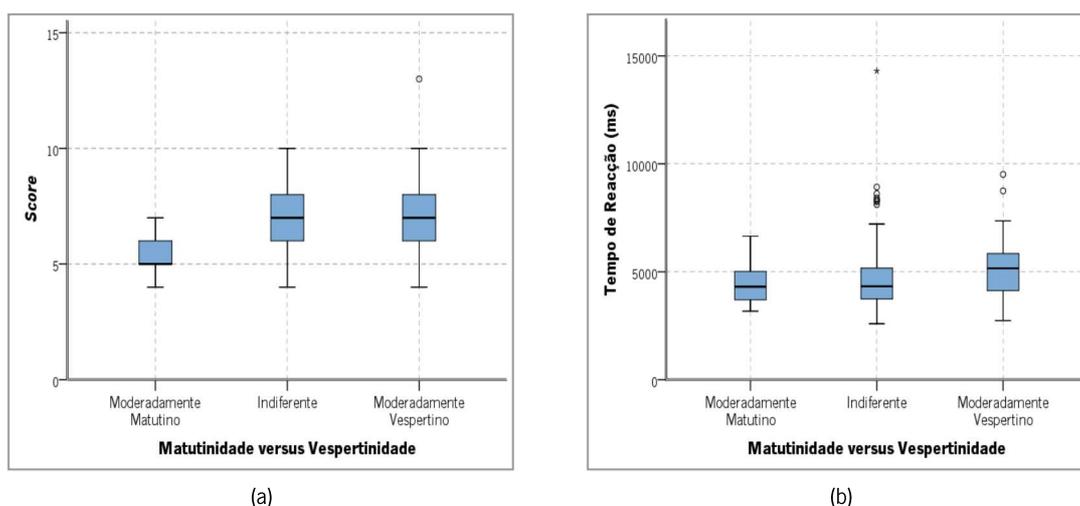


Figura 5.18 – Caixa de bigodes do *Score* (a) e TR (b) do Teste A em função de Matutividade *versus* Vespertinidade.

### PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

Com o intuito de perceber se existe relação entre as variáveis de desempenho cognitivo (*Score* e TR) e as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, nos 30 minutos que antecederam a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, foi aplicado o teste de correlação de *Spearman* (Tabela 5.23) Relativamente às variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, verifica-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre Ta30 e Tg30 ( $r_s = ,949; p <,001$ ). Verifica-se que nas medições efetuadas há um tendência para a temperatura de globo aumentar quando a temperatura ambiente aumenta. Existe uma correlação estatisticamente significativa entre HR30 e Ta30 ( $r_s = -,282; p <,001$ ) e com Tg30 ( $r_s = -,232; p <,001$ ). Estas correlações indicam que a humidade tende a diminuir com o aumento da temperatura, o que de acordo com Witterseh et al. (2004) pode causar desconforto térmico, desconforto este a nível dos olhos o que pode ser um fator de distração.

Tabela 5.23 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.

<b>Variáveis</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
<b>1 Score</b>	-	,229***	,095	,076	,057
<b>2 TR</b>		-	-,151**	-,154**	-,056
<b>3 Ta30</b>			-	,949***	-,282***
<b>4 Tg30</b>				-	-,232***
<b>5 HR30</b>					-

Nota: \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

A variável de desempenho cognitivo que parece ser mais influenciada pelos parâmetros físicos do ambiente térmico é TR. Como se verifica na Tabela 5.23, existe relação estatisticamente significativa entre TR e Ta30 ( $r_s = -,151$ ;  $p < ,01$ ) e, da mesma forma, com Tg30 ( $r_s = -,154$ ;  $p < ,01$ ) mas não com a HR30 ( $r_s = -,056$ ;  $p > ,05$ ). A correlação linear revela que o TR tende a diminuir com o aumento da temperatura. Por outro lado, o *Score* do Teste A parece não sofrer influência de Ta30 ( $r_s = ,095$ ;  $p > ,05$ ), de Tg30 ( $r_s = ,076$ ;  $p > ,05$ ) nem de HR30 ( $r_s = ,057$ ;  $p > ,05$ ).

Para uma análise mais detalhada do *Score* e do TR em função de Ta30, verificou-se se existem diferenças nessas variáveis com a variação da temperatura. Para tal gerou-se uma nova variável de Ta30 e, dividindo-a em 4 gamas de temperatura ([15,20]; ]20,25];] 25;30];] 30;35]).

A Tabela 5.24 apresenta os resultados do teste de diferenças (ANOVA *two-way*) realizado.

Tabela 5.24 – Teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score*/TR do Teste A em função das 4 gamas de T30.

	<b>Média da Temperatura dos 30 min</b>				F(3;293)
	<b>[15,20]</b>	<b>]20,25]</b>	<b>]25;30]</b>	<b>]30;35]</b>	
	(n=39) M(DP)	(n=173) M(DP)	(n=82) M(DP)	(n=3) M(DP)	
<b>Score</b>	7(2)	7(1)	7(1)	7(1)	0,788
<b>TR</b>	5114 (1396)	4808 (1424)	4621 (1107)	4432 (719)	1,283

Não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no *Score* ( $F(3;293) = 0,788$ ;  $p > ,05$ ) e no TR ( $F(3;293) = 1,283$ ;  $p > ,05$ ) em função das gamas de Ta30. No caso do *Score*, não existem alterações significativas, em termos de médias e desvios padrões nas diferentes gamas de Ta30, por outro lado, o TR tende a diminuir ligeiramente à medida que Ta30 aumenta (Figura 5.19).

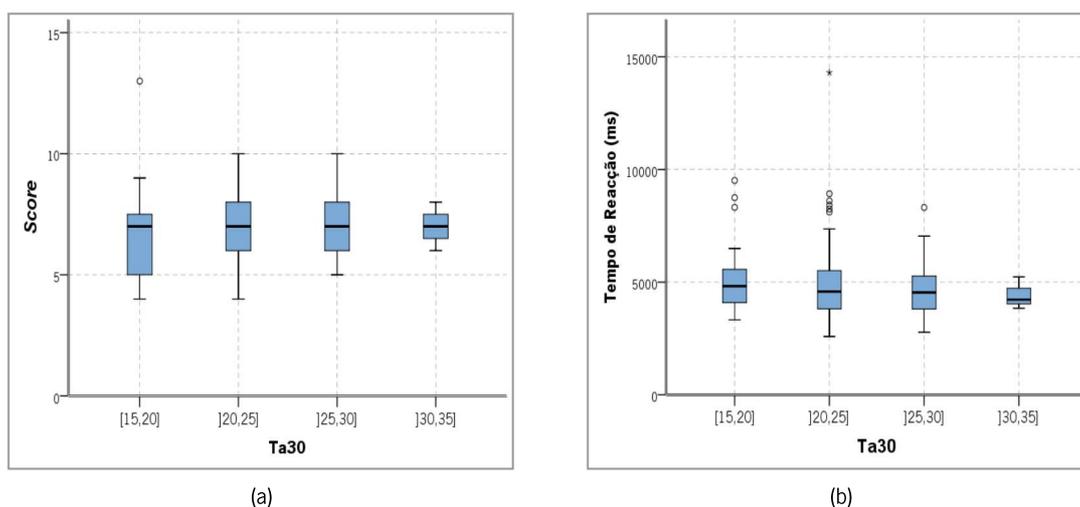


Figura 5.19 – Caixa de bigodes do *Score* (a) e TR (b) em função das 4 gamas de Ta30.

Com o objetivo de analisar a influência do tempo de exposição aos parâmetros físicos do ambiente térmico no desempenho cognitivo foi aplicado o teste de *Spearman* para verificar a existência de associação entre as variáveis de desempenho cognitivo e Ta [2;4], HR[2;4], Tg[2;4], Ta[4;8], HR[4;8] e Tg[4;8] (Tabela 5.25). Avaliando os dados da Tabela 5.25 verifica-se não existir uma relação estatisticamente significativa entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, em todos os intervalos de exposição considerados. Verifica-se, no entanto, que há uma tendência, mesmo não sendo significativa, para a diminuição do tempo de reação dos participantes com o aumento da humidade relativa, em tempos de exposição de 2 a 4 horas.

Tabela 5.25 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8] horas.

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1 Score</b>	-	,229***	-,022	-,048	-,125	-,125	-,042	,149
<b>2 TR</b>		-	-,050	-,043	-,169	-,169	-,118	-,003
<b>3 Ta[2;4]</b>			-	,923***	-,381***	-	-	-
<b>4 Tg[2;4]</b>				-	-,262**	-	-	-
<b>5 HR[2;4]</b>					-	-	-	-
<b>6 Ta[4;8]</b>						-	,960***	-,335**
<b>7 Tg[4;8]</b>							-	-,309**
<b>8 HR[4;8]</b>								-

Nota: \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

### VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Como visto anteriormente, um ambiente térmico que cause desconforto pode afetar o desempenho cognitivo. A fim de verificar a associação entre as variáveis de desempenho

cognitivo e as variáveis de conforto térmico (indicadores objetivos e indicadores subjetivos) foram efetuadas correlações de *Spearman* (Tabela 5.26).

Tabela 5.26 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A e as variáveis de conforto térmico.

<b>Variáveis</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1 Score</b>	-	,229***	,085	-,121	-,003	-,005
<b>2 TR</b>		-	-,009	,104	,092	,061
<b>3 PMV30</b>			-	-	-	,469***
<b>4 PMV[2;4]</b>				-	-	,321**
<b>5 PMV[4;8]</b>					-	,493***
<b>6 Sensação Térmica Geral</b>						-

Nota: \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Avaliando os dados da tabela anterior verifica-se não existir relação estatisticamente significativa entre as variáveis de conforto térmico e as variáveis do desempenho cognitivo. Contudo, verifica-se existir uma correlação estatisticamente significativa entre PMV30, PMV[2;4], PMV[4;8] e a Sensação Térmica Geral ( $r_s = ,469$ ;  $p < ,001$ ).

Uma vez que o desconforto local pode afetar o desconforto geral (ISO 7730:2005), foram verificadas as potenciais relações entre as sensações térmicas locais e as variáveis de desempenho cognitivo (Tabela 5.27).

Tabela 5.27 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste A e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral (STG).

	<b>Cabeça</b>	<b>Tronco</b>	<b>Braço</b>		<b>Mão</b>		<b>Perna</b>		<b>Pé</b>	
			<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>
<b>Score</b>	,063	,009	,015	,011	-,044	-,030	-,040	-,057	-,023	-,032
<b>TR</b>	,161**	,096	,041	0,58	-,034	-,074	,020	-,006	-,116*	-,120*
<b>STG</b>	,668***	,788***	,741***	,759***	,647***	,636***	,692***	,701***	,624***	,523***

Nota: \* $p < ,05$  \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Como expectável, existe uma correlação estatisticamente significativa entre a Sensação Térmica Geral e as Sensações Térmicas locais. Verifica-se, também, que a variável de desempenho cognitivo, mais afetada pelo desconforto local é TR. Avaliando os dados da tabela anterior, destaca-se a existência de uma relação positiva estatisticamente significativa entre o TR e a sensação térmica reportada ao nível da cabeça ( $r_s = ,161$ ;  $p < ,01$ ). Desta forma, há uma tendência a aumentar o TR quando é reportada uma sensação térmica mais quente na zona da cabeça. O mesmo não acontece com os pés, uma vez que há uma correlação, estatisticamente significativa entre TR e a sensação térmica reportada ao nível do pé esquerdo ( $r_s = -,116$ ;  $p < ,05$ )

e para o pé direito ( $r_s = -,120$ ;  $p <,05$ ). Quando são reportadas sensações térmicas mais frias nos pés, o TR tende a ser maior.

### *SÍNTESE*

Após o conjunto de análises realizadas para o teste que avalia a memória de trabalho, verificou-se que o *Score* tende a aumentar e o Tempo de Reação a diminuir, apesar de não existirem diferenças significativas, ao longo das Observações. Esta tendência parece indicar uma otimização do desempenho cognitivo relativamente à memória de trabalho, o que poderá ser justificado pelo fator de aprendizagem. Percebeu-se ainda que o desempenho (*Score* e TR) neste teste não depende do período (no início do dia de trabalho, a meio do dia de trabalho e no fim do dia de trabalho) em que o teste é realizado.

Em termos de características individuais verificou-se que os participantes identificados como Moderadamente Vespertinos tendem a ter um *Score* e um Tempo de Reação mais elevados neste teste.

Relativamente à influência dos parâmetros do ambiente térmico no desempenho cognitivo, constatou-se que o Tempo de Reação tende a diminuir quando a temperatura do ar nos 30 minutos que antecedem a realização do teste aumenta. Verificou-se ainda que apesar do *Score* e do Tempo de Reação não estarem relacionados com os indicadores objetivos e subjetivos de conforto térmico, o Tempo de Reação tende a aumentar quando são reportadas sensações térmicas mais quentes ao nível da cabeça e a aumentar com sensações térmicas mais frias ao nível dos pés.

Parsons (2003) afirma que quando um ambiente moderado se torna suficientemente quente ou frio podendo causar desconforto, o estado de excitação pode aumentar, aumentando desta forma o desempenho. Considerando que um *Score* mais elevado e um Tempo de Reação menor traduzem um melhor desempenho cognitivo, os resultados obtidos neste teste podem indicar que um aumento na temperatura do ar, e sensações térmicas confortáveis ao nível da cabeça e dos pés podem refletir-se num melhor desempenho no teste da memória de trabalho.

Finalmente observou-se uma relação estatisticamente significativa entre os índices PMV e a Sensação Térmica Geral, que por sua vez apresentava uma relação com as Sensações Térmicas Locais Reportadas.

## 5.7.2. TESTE B

### SCORE E TEMPO DE REAÇÃO AO LONGO DAS OBSERVAÇÕES

Tal como para o teste anterior também para o Teste B, foi testada a hipótese da existência de relação entre *Score*/TR e Observações (Tabela 5.28).

Tabela 5.28 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste B e Observação.

Variáveis	1	2	3
<b>1</b> <i>Score</i>	-	,204***	,116*
<b>2</b> TR		-	,044
<b>3</b> Observação			-

Nota: \* $p < ,05$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Analisando a Tabela 5.28, verifica-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre *Score* e TR ( $r_s = ,204$ ;  $p < ,001$ ). Esta correlação indica que o *Score* tende a aumentar com o aumento do TR. Comparando *Score* e Observações observa-se que se verifica uma correlação estatisticamente significativa entre *Score* e Observações ( $r_s = ,116$ ,  $p < ,05$ ). Como o *Score* está diretamente correlacionado com as Observações verifica-se que este parâmetro, em média, tende a aumentar ao longo das observações (Figura 5.20).

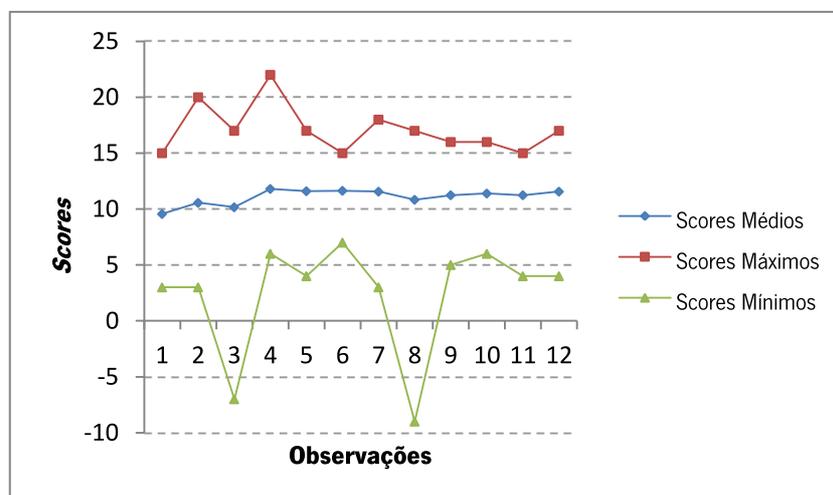


Figura 5.20 – Distribuição dos *Scores* médios, máximos e mínimos do teste B ao longo das Observações.

Todavia o mesmo não se verifica entre TR e Observações, isto é não se verifica uma correlação estatisticamente significativa entre as variáveis ( $r_s = ,044$ ;  $p > ,05$ ). Através da Figura 5.21 é possível constatar que o TR em termos médios, máximos e mínimos distribui-se aleatoriamente ao longo das Observações, não conseguindo portanto verificar-se uma tendência deste parâmetro ao longo das Observações.

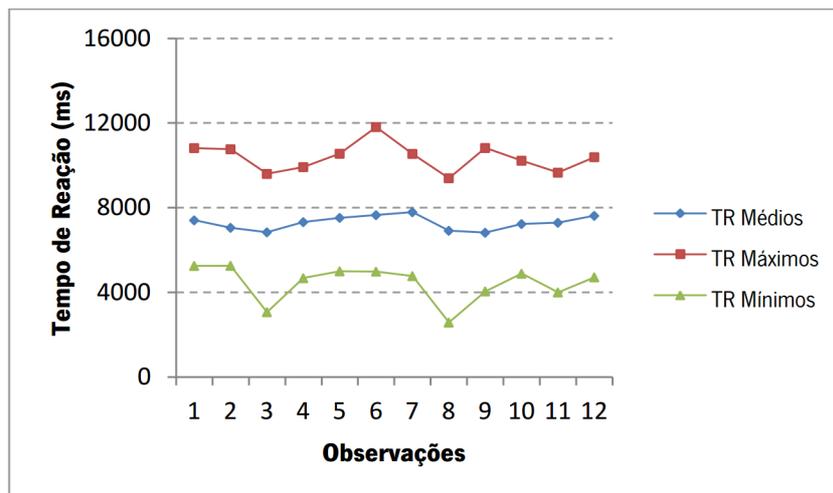


Figura 5.21 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do teste B ao longo das Observações.

Com o propósito de verificar a existência de diferenças no *Score*/TR ao longo das Observações, tal como para o teste anterior, foi realizado um teste de diferenças ANOVA *two-way* (Tabela 5.29).

Tabela 5.29 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score*/TR do Teste B em função das Observações.

	Observações												F(11;283)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	(n=24)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=24)	(n=25)	(n=24)	(n=25)	(n=23)	(n=25)	(n=25)	
	M(DP)												
<b>Score</b>	10(3)	11(4)	10(5)	12(3)	12(3)	12(2)	12(3)	11(5)	11(3)	11(3)	11(3)	12(3)	1,04
<b>TR</b>	7405 (1293)	7053 (1315)	6839 (1408)	7320 (1153)	7521 (1355)	7651 (1594)	7788 (1717)	6912 (1641)	6819 (1451)	7231 (1272)	7290 (1314)	7619 (1329)	1,33

Como se pode atestar pela tabela apresentada, não foram encontradas diferenças, estatisticamente significativas, no *Score* ao longo das Observações ( $F(11;283) = 1,04; p > ,05$ ). O mesmo acontece com TR ao longo das Observações ( $F(11;283) = 1,33; p > ,05$ ). Apesar de o teste de correlação *Spearman* indicar uma melhoria no *Score* ao longo das Observações, as diferenças entre Observações não são estatisticamente significativas. Tal como no teste anterior verifica-se que tanto a média do *Score* como o seu desvio padrão não variam de forma significativa ao longo das Observações.

### CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS

Assim como para o Teste A, também se tentou perceber se o *Score*/TR do Teste B depende do período do dia em que é realizado o teste e da Matutuidade *versus* Vespertinidade

dos participantes. Para tal recorreu-se ao teste de *Spearman* como pode observar-se na Tabela 5.30.

Tabela 5.30 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste B, Período de Observação e Matutividade *versus* Vespertinidade.

Variáveis		1	2	3	4
1	<b>Score</b>	-	,204***	-,038	,064
2	<b>TR</b>		-	-,002	-,126*
3	<b>Período de Observação</b>			-	-
4	<b>Matutividade/Vespertinidade</b>				-

Nota: \* $p < ,05$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Pelos resultados das correlações de *Spearman*, verifica-se que não existe relação, estatisticamente significativa, entre *Score* e o Período de Observação ( $r_s = ,038$ ;  $p > ,05$ ) assim como entre o TR e o Período de Observação ( $r_s = -,002$ ;  $p > ,05$ ). Estes resultados indicam que o desempenho cognitivo não depende do período do dia em que é realizado o teste. Através dos resultados entre *Score* e a variável Matutividade *versus* Vespertinidade verifica-se não existir uma correlação estatisticamente significativa ( $r_s = ,064$ ;  $p > ,05$ ), contudo o mesmo não se verifica com TR (Figura 5.22), uma vez que esta variável está inversamente relacionada com a variável Matutividade *versus* Vespertinidade ( $r_s = -,126$ ;  $p < ,05$ ).

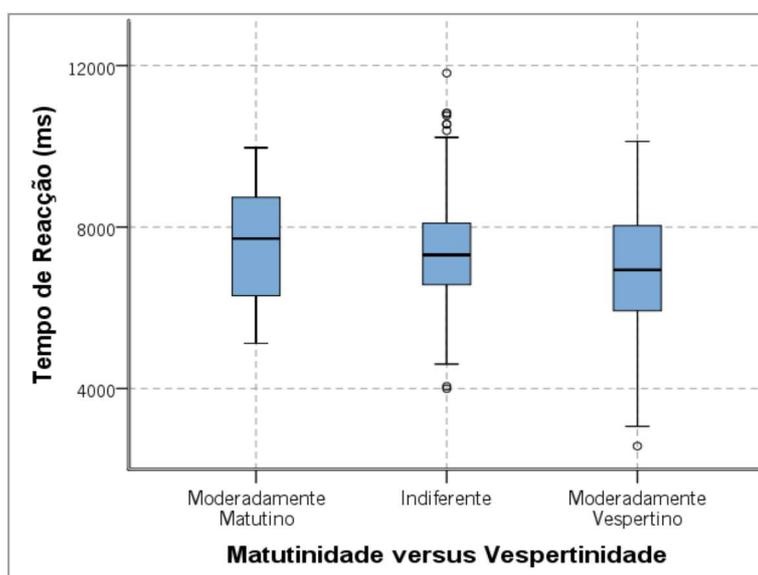


Figura 5.22 – Caixa de bigodes do TR do Teste B em função de Matutividade *versus* Vespertinidade

Para avaliar as diferenças no *Score*/TR em função das diferentes categorias de Matutividade *versus* Vespertinidade efetuou-se um teste de diferenças ANOVA *two-way*. Os

resultados para o *Score* são apresentados na Tabela 5.31 e os resultados do teste de diferenças para TR são apresentados na Tabela 5.32.

Tabela 5.31 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score* do Teste B em função das categorias de Matutunidade *versus* Vespertinidade.

	<b>Moderadamente Matutino</b> (n=24) <i>M(DP)</i>	<b>Indiferente</b> (n=165) <i>M(DP)</i>	<b>Moderadamente Vespertino</b> (n=108) <i>M(DP)</i>	F(2;294)
<b>Score</b>	10,54 (3,16)	11,17 (3,12)	11,10 (4,20)	,328

Tabela 5.32 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no TR do Teste B em função das categorias de Matutunidade *versus* Vespertinidade.

	<b>Moderadamente Matutino</b> (n=23) <i>M(DP)</i>	<b>Indiferente</b> (n=164) <i>M(DP)</i>	<b>Moderadamente Vespertino</b> (n=108) <i>M(DP)</i>	F(2;292)
<b>TR</b>	7605,41 (1498,24)	7409,48 (1355,19)	7034,07 (1476,91)	2,935

Em termos de *Score*, não são encontradas diferenças, estatisticamente significativas, entre participantes com diferentes categorias de Matutunidade *versus* Vespertinidade ( $F(2;294) = ,328; p >,05$ ). O mesmo ocorre ao nível do TR. Como se pode verificar na Tabela 5.32, não existem diferenças, estatisticamente significativas, entre participantes com diferentes categorias de Matutunidade *versus* Vespertinidade ao nível de TR ( $F(2;292) = 2,935; p >,05$ ).

No teste que se segue, cruzou-se a variável Matutunidade *versus* Vespertinidade com o período do dia em que se realizaram os testes e efetuou-se um teste de diferenças ao nível do *Score* (Tabela 5.33) e TR (Tabela 5.34). O objetivo deste teste é verificar se existem diferenças, ao nível de *Score* e TR, nos participantes com diferentes categorias de Matutunidade *versus* Vespertinidade, nos diferentes Períodos de Observações efetuados ao longo do dia. A hipótese apresentada não se confirmou, não foram encontradas diferenças ao nível do *Score* ( $F(8;288) = 1,21; p >,05$ ) e TR ( $F(8;286) = ,620; p >,05$ ), as médias e os desvios padrão destas variáveis são muito idênticas entre os diferentes grupos.

Tabela 5.33 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score* do Teste B em função das categorias de Matutuidade *versus* Vespertuidade e do Período de Observação (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup>).

	Moderadamente			Indiferente			Moderadamente			F(8;288)
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	
	(n=8)	(n=8)	(n=8)	(n=56)	(n=54)	(n=55)	(n=36)	(n=36)	(n=36)	
	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	
<b>Score</b>	11,63 (3,11)	10,50 (3,89)	9,50 (2,33)	11,55 (2,86)	10,50 (3,28)	11,44 (3,17)	11,00 (4,86)	11,64 (2,72)	10,67 (4,72)	1,21

Tabela 5.34 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no TR do Teste B em função das categorias de Matutuidade *versus* Vespertuidade e do Período de Observação (1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup>).

	Moderadamente Matutino			Indiferente			Moderadamente Vespertino			F(8;286)
	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	1 <sup>o</sup>	2 <sup>o</sup>	3 <sup>o</sup>	
	(n=7)	(n=8)	(n=8)	(n=56)	(n=54)	(n=54)	(n=36)	(n=36)	(n=36)	
	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	<i>M(DP)</i>	
<b>TR</b>	7691,88 (1279,37)	7615,12 (1967,49)	7520,04 (1328,51)	7502,18 (1514,31)	7402,85 (1218,18)	7319,99 (1329,48)	6783,64 (1382,18)	7346,03 (1510,07)	6972,54 (1519,61)	,620

### PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

A Tabela 5.35 apresenta os resultados do teste de correlações de *Spearman* entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, nos 30 minutos que antecederam a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo.

Tabela 5.35 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste B e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.

Variáveis	1	2	3	4	5
<b>1 Score</b>	-	,204***	-,024	-,018	-,046
<b>2 TR</b>		-	-,043	-,019	,005
<b>3 Ta30</b>			-	,944***	-,338***
<b>4 Tg30</b>				-	-,296***
<b>5 HR30</b>					-

Nota: \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

A análise dos dados da tabela anterior permite que concluir que não existem correlações estatisticamente significativas entre as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico e as variáveis *Score* e TR. Relativamente às variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, verifica-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre Ta30 e Tg30 ( $r_s = ,944$ ;  $p < ,001$ ). Verifica-se assim que nas medições efetuadas há um tendência para a temperatura de

globo aumentar em função do aumento da temperatura ambiente. Existe também uma correlação estatisticamente significativa entre HR30 e Ta30 ( $r_s = -,338$ ;  $p <,001$ ) e entre HR30 e Tg30 ( $r_s = -,296$ ;  $p <,001$ ). Estas correlações indicam que a humidade tende a diminuir com o aumento da temperatura.

Da mesma forma que para o Teste A, também foi verificada a influência do tempo de exposição aos parâmetros físicos do ambiente térmico no desempenho cognitivo através do teste de *Spearman* (Tabela 5.36).

Tabela 5.36 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste B e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8] horas.

Variáveis	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>1</b> <i>Score</i>	-	,204***	,098	,074	,050	,087	,088	-,195
<b>2</b> TR		-	-,073	-,025	,145	,025	-,011	-,043
<b>3</b> Ta[2;4]			-	,927***	-,088	-	-	-
<b>4</b> Tg[2;4]				-	,005	-	-	-
<b>5</b> HR[2;4]					-	-	-	-
<b>6</b> Ta[4;8]						-	,962***	-,376***
<b>7</b> Tg[4;8]							-	-,322**
<b>8</b> HR [4;8]								-

Nota: \*\* $p <,01$  \*\*\* $p <,001$  (teste bilateral)

Através dos dados da tabela anterior verifica-se não existir relação estatisticamente significativa entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis dos parâmetros físicos de ambiente térmico.

#### VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Também para o Teste B, foi verificada a relação entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis de conforto térmico (indicadores objetivos e indicadores subjetivos) através das correlações de *Spearman* (Tabela 5.37).

Avaliando os dados da Tabela 5.37 verifica-se que não existe uma correlação, estatisticamente significativa, entre o *Score* do Teste B e a Sensação Térmica Geral ( $r_s = -,097$ ;  $p >,05$ ). É ainda de referir que a Sensação Térmica Geral apresenta uma relação estatisticamente significativa com PMV30 ( $r_s = ,306$ ;  $p <,001$ ), com PMV[2;4] ( $r_s = ,367$ ;  $p <,001$ ) e com PMV [4;8] ( $r_s = ,278$ ;  $p <,05$ ).

Tabela 5.37 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste B e as variáveis de conforto térmico.

	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>1 Score</b>	-	,204***	-,032	,033	,156	-,097
<b>2 TR</b>		-	,056	,117	,103	-,056
<b>3 PMV30</b>			-	-	-	,306***
<b>4 PMV[2;4]</b>				-	-	,367***
<b>5 PMV[4;8]</b>					-	,278*
<b>6 Sensação Térmica Geral</b>						-

Nota: \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Uma vez que o desconforto local pode afetar o desconforto geral (ISO 7730:2005), foram verificadas as potenciais relações entre as sensações térmicas locais e as variáveis de desempenho cognitivo (Tabela 5.38).

Tabela 5.38 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR para o Teste B e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral.

	<b>Cabeça</b>	<b>Tronco</b>	<b>Braço</b>		<b>Mão</b>		<b>Perna</b>		<b>Pé</b>	
			<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>	<b>Esq.</b>	<b>Dir.</b>
<b>Score</b>	-,088	-,077	-,055	,077	-,048	,002	-,042	-,040	-,031	-,056
<b>TR</b>	,006	,018	,068	,047	-,110	-,110	,086	,099	-,067	-,087
<b>STG</b>	,618***	,696***	,731***	,772***	,616***	,608***	,636***	,628***	,473***	,476***

Nota: \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Tal como no teste anterior, verifica-se existe uma correlação estatisticamente significativa entre a Sensação Térmica Geral e as sensações térmica locais. Em termos de variáveis de desempenho cognitivo, verifica-se que não existe correlação, estatisticamente significativa, entre o *Score*/TR e as sensações térmicas locais reportadas.

## SÍNTESE

Através das análises efetuadas para o teste que avalia o raciocínio, verificou-se que o *Score* tende a aumentar, apesar de não se verificarem diferenças significativas, ao longo das Observações. Relativamente ao Tempo de Reação não se verificou estar relacionado com as Observações. Percebeu-se ainda que o desempenho (*Score* e TR) neste teste não depende do período (no início do dia de trabalho, a meio do dia de trabalho e no fim do dia de trabalho) em que o teste é realizado.

Em termos de características individuais, verificou-se que o *Score* não se encontra relacionado com a Matutividade *versus* Vespertinidade e que, apesar de o Tempo de Reação estar relacionado, não se verificam diferenças ao longo das Observações.

Relativamente à influência dos parâmetros físicos do ambiente térmico no desempenho cognitivo, não se verificou relação entre as variáveis.

Tal como se observou no Teste que avalia a memória de trabalho, também se constatou que a Sensação Térmica Geral se encontra relacionada com as Sensações Térmicas Locais, e igualmente com os índices PMV.

### 5.7.3. TESTE C

#### *SCORE E TEMPO DE REAÇÃO AO LONGO DAS OBSERVAÇÕES*

Seguindo o exemplo das análises efetuadas para os testes anteriores, para o Teste C também foi testada a hipótese da existência de relação entre *Score*/TR e Observações. Na Tabela 5.39 são apresentadas os resultados das correlações entre *Score* e TR e as Observações.

Tabela 5.39 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste C e Observação.

<b>Variáveis</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>
<b>1 Score</b>	-	-,543***	,114*
<b>2 TR</b>		-	-,201**
<b>3 Observação</b>			-

Nota: \* $p < ,05$  \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Analisando os dados da tabela anterior, verifica-se que *Score* e TR estão inversamente relacionados ( $r_s = -,543$ ;  $p < ,05$ ). Esta correlação indica que o *Score* tende a diminuir com o aumento do TR. Comparando *Score* e Observações observa-se uma correlação estatisticamente significativa entre estas variáveis ( $r_s = ,114$ ,  $p < ,01$ ), desta forma, o *Score* tende a aumentar ao longo das observações. Através da Figura 5.23 é possível observar esta tendência do aumento do *Score*, em termos médios, máximos e mínimos, ao longo das observações. Relativamente a TR, verifica-se que esta variável está inversamente correlacionada com as Observações ( $r_s = -,201$ ,  $p < ,05$ ), o que significa que TR diminui ao longo das Observações o que pode traduzir um melhor desempenho cognitivo. Esta tendência pode ser observada através da Figura 5.24, em que se observa um decréscimo do TR ao longo das Observações.

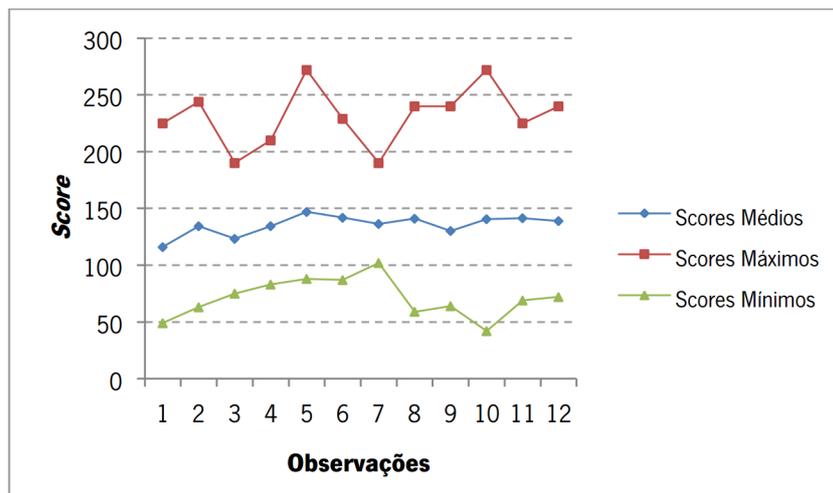


Figura 5.23 – Distribuição dos *Scores* médios, máximos e mínimos do teste C ao longo das Observações.

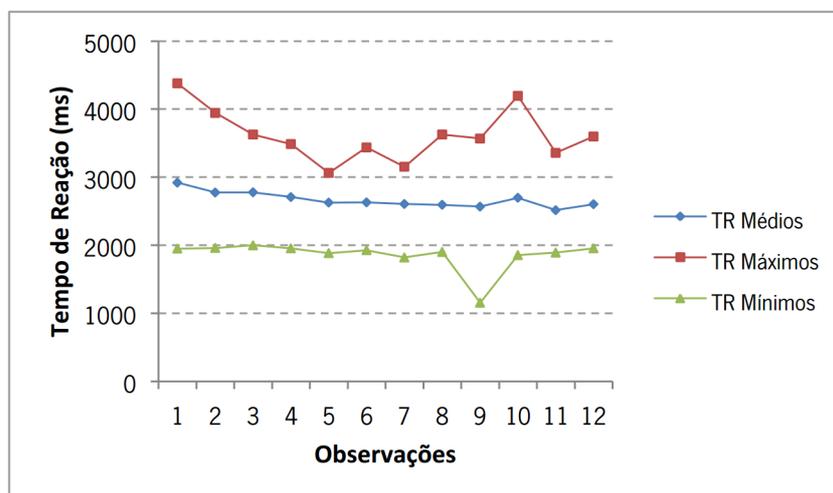


Figura 5.24 – Distribuição dos TR médios, máximos e mínimos do teste C ao longo das Observações.

Através da análise das correlações entre as variáveis, constata-se que há uma tendência de otimização do resultado ao longo das Observações (aumento do *Score* e diminuição do Tempo de Reação). De forma a verificar se existem diferenças no *Score/TR* ao longo das Observações foi realizado um teste de diferenças ANOVA *two-way* (Tabela 5.40).

Como se pode verificar pela Tabela 5.40, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas no *Score* ao longo das Observações ( $F(11;283) = 1,23; p >,05$ ). Apesar de o teste de correlação *Spearman* indicar uma melhoria no *Score* ao longo das Observações, as diferenças entre as Observações não são estatisticamente significativas. Relativamente ao TR, também se verifica que as diferenças entre observações não são estatisticamente significativas ( $F(11;283) = 1,62; p >,05$ ). Analisando mais

pormenorizadamente a Tabela 5.40, apenas se verifica uma alteração relevante, ou mais significativa, ao nível do desvio padrão, nas observações 9 e 10. Essas alterações correspondem a uma diminuição do TR mínimo e a um aumento do valor máximo, elevando um pouco o desvio padrão da variável.

Tabela 5.40 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* entre *Score*/TR do Teste C entre Observações.

	Observações												F(11;283)
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
	(n=24)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=24)	(n=22)	(n=24)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	(n=25)	
	M(DP)												
<b>Score</b>	116 (39)	134 (46)	123 (29)	134 (37)	147 (40)	142 (38)	136 (23)	141 (42)	130 (42)	141 (53)	141 (36)	139 (40)	1,209
<b>TR</b>	2919 (524)	2775 (454)	2778 (367)	2708 (368)	2627 (314)	2630 (411)	2606 (355)	2594 (449)	2567 (545)	2697 (553)	2515 (386)	2602 (432)	1,622

### CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS

À semelhança dos testes apresentados anteriormente, tentou perceber-se se o período do dia em que é realizado o teste cognitivo afeta o desempenho, em termos de *Score* e TR, dependendo da categoria de Matutividade *versus* Vespertinidade dos participantes. Para tal, recorreu-se ao teste de *Spearman* como pode observar-se na Tabela 5.41.

Tabela 5.41 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do teste C, Período de Observação e Matutinidade *versus* Vespertinidade.

Variáveis	1	2	3	4
<b>1 Score</b>	-	-,543***	-,136**	,034
<b>2 TR</b>		-	,069	-,095
<b>3 Período de Observação</b>			-	-
<b>4 Matutinidade <i>versus</i> Vespertinidade</b>				-

Nota: \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Pelos resultados das correlações de *Spearman*, verifica-se uma correlação entre *Score* e o Período de Observação ( $r_s = -,136$ ;  $p < 0,01$ ). Como se pode ver na Figura 5.25 o *Score* tende a diminuir ao longo Período de Observações. Dessa forma, apesar de o *Score* máximo do teste ter sido verificado no período do fim do dia de trabalho, 75% dos *Scores* do teste desse período são inferiores aos do período do início do dia de trabalho.

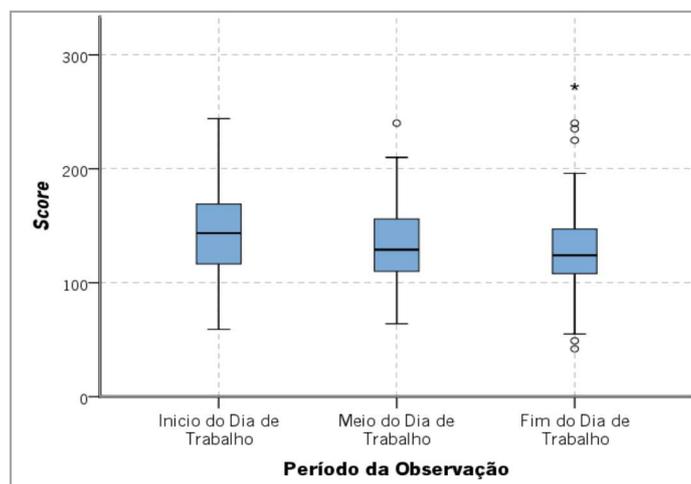


Figura 5.25 – Caixa de bigodes do *Score* do Teste C em função do Período de Observação.

Com objetivo de verificar a diferença no *Score* e TR em função da categoria Matutividade versus Vespertinidade, foi levado a cabo um teste de diferenças ANOVA *two-way*. Na Tabela 5.42 são expostos os resultados das diferenças entre categorias de Matutividade versus Vespertinidade ao nível do *Score* sendo que na Tabela 5.43 são apresentadas as diferenças ao nível do TR. Analisando os dados das duas tabelas, verifica-se não existirem diferenças estatisticamente significativas, tanto no *Score* ( $F(2;294) = ,469; p >,05$ ) como no TR ( $F(2;292) = 1,33; p >,05$ ).

Tabela 5.42 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score* do Teste C em função das categorias de Matutividade versus Vespertinidade.

	<b>Moderadamente Matutino</b> (n=22) <i>M(DP)</i>	<b>Indiferente</b> (n=168) <i>M(DP)</i>	<b>Moderadamente Vespertino</b> (n=107) <i>M(DP)</i>	F(2;294)
<b>Score</b>	133,82 (30,29)	133,27 (36,94)	138,61 (44,99)	,469

Tabela 5.43 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no de TR do Teste C em função das categorias de Matutividade versus Vespertinidade.

	<b>Moderadamente Matutino</b> (n=23) <i>M(DP)</i>	<b>Indiferente</b> (n=164) <i>M(DP)</i>	<b>Moderadamente Vespertino</b> (n=108) <i>M(DP)</i>	F(2;292)
<b>TR</b>	2684,69 (248,21)	2701,08 (422,24)	2612,12 (497,83)	1,33

Com o objetivo de verificar se existem diferenças, ao nível de *Score* e TR, nos participantes com diferentes categorias de Matutividade *versus* Vespertinidade, nos diferentes Períodos de Observação foi executado um teste de diferenças ANOVA *two-way* (Tabela 5.44).

Tabela 5.44 – Resultados do teste de diferenças ANOVA *two-way* no *Score*/TR do Teste C em função das categorias de Matutividade *versus* Vespertinidade e Período de Observação (1º, 2º e 3º).

	Moderadamente Matutino			Indiferente			Moderadamente Vespertino			F(8;288)
	1º	2º	3º	1º	2º	3º	1º	2º	3º	
	(n=8) M(DP)	(n=8) M(DP)	(n=6) M(DP)	(n=56) M(DP)	(n=56) M(DP)	(n=56) M(DP)	(n=36) M(DP)	(n=36) M(DP)	(n=35) M(DP)	
<b>Score</b>	146,00 (19,35)	127,63 (30,85)	125,83 (40,28)	142,32 (40,64)	128,50 (32,61)	128,98 (36,20)	142,44 (42,99)	137,36 (42,412)	137,83 (59,40)	0,239
<b>TR</b>	2620,08 (222,40)	2714,00 (233,80)	2731,39 (319,89)	2689,38 (387,15)	2698,28 (423,58)	2715,57 (460,09)	2534,49 (446,28)	2610,66 (454,39)	2695,81 (585,92)	0,266

A hipótese levantada não se confirmou, uma vez que não foram encontradas diferenças ao nível do *Score* ( $F(8;288) = 0,239; p >,05$ ) e de TR ( $F(8;288) = ,266; p >,05$ ).

#### PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

Tal como para os testes anteriores, aqui também se pretendeu verificar se os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos que antecederam a realização dos testes se encontram relacionados com as variáveis de desempenho cognitivo. A fim de verificar a existência e correlações foi aplicado o teste de *Spearman* entre as variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, nos 30 minutos que antecederam a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo (Tabela 5.45).

Tabela 5.45 – Matriz dos coeficientes de Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste C e os parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de 30 minutos.

Variáveis	1	2	3	4	5
<b>1 Score</b>	-	-,543***	,074	,100	,065
<b>2 TR</b>		-	-,163**	-,214***	-,010
<b>3 Ta30</b>			-	,947***	-,264***
<b>4 Tg30</b>				-	-,220***
<b>5 HR30</b>					-

Nota: \*\* $p <,01$  \*\*\* $p <,001$  (teste bilateral)

Relativamente às variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, verifica-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre Ta30 e Tg30 ( $r_s = ,947; p <,001$ ). Verifica-se assim que nas medições efetuadas há um tendência para a temperatura de globo

aumentar em função do aumento da temperatura ambiente. Existe também uma correlação estatisticamente significativa entre HR30 e Ta30 ( $r_s = -,264$ ;  $p <,001$ ) e entre HR30 e Tg30 ( $r_s = -,220$ ;  $p <,001$ ). Estas correlações indicam que a humidade tende a diminuir com o aumento da temperatura.

A análise dos dados da tabela anterior permite ainda concluir que não existem correlações estatisticamente significativas entre *Score* e Ta30 ( $r_s = ,074$   $p >,05$ ), não se verificando o mesmo no que diz respeito a TR e Ta30, uma vez que estas variáveis se encontram inversamente correlacionadas ( $r_s = -,163$ ;  $p <,01$ ). Esta correlação indica que TR diminui à medida que a temperatura aumenta. Verifica-se ainda que entre a variável *Score* e a variável Tg30 não existe uma correlação estatisticamente significativa ( $r_s = ,100$ ;  $p >,05$ ), sendo que TR e Tg30 se encontram inversamente correlacionados ( $r_s = -,214$ ;  $p <,001$ ), indicando desta forma que TR aumenta à medida que Tg30 diminui.

Para uma análise mais detalhada do *Score* e do TR em função de Ta30, verificou-se se existem diferenças nessas variáveis nas gamas de Ta30 anteriormente definidas, ([15,20]; [20,25]; [25,30]; [30,35]). A Tabela 5.46 apresenta os resultados do teste de diferenças (ANOVA *two-way*) realizado.

Tabela 5.46 – Teste de diferenças ANOVA *two-way no Score* e TR do Teste C em função das 4 gamas de Ta30.

	Ta30				F(3;291)
	[15,20] (n=32) M(DP)	[20,25] (n=190) M(DP)	[25;30] (n=71) M(DP)	[30;35] (n=2) M(DP)	
<b>Score</b>	137,66 (34,13)	131,09 (39,40)	144,52 (41,10)	156,50 (17,68)	2,27
<b>TR</b>	2708,76 (344,65)	2716,97 (433,78)	2534,07 (473,81)	2146,35 (271,14)	4,10**

Nota: \*\* $p <,01$

Foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em TR em função das gamas de Ta30 ( $F(3;291) = 4,10$ ;  $p <,01$ ). Contudo, procedendo ao teste *Post-Hoc* com correção de *Bonferroni* ( $p = ,05/4 = ,0125$ ) verifica-se que as diferenças no TR nas gamas de Ta30 não são estatisticamente significativas (Tabela 5.47). Em relação ao *Score*, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas em função das gamas de Ta30 ( $F(3;291) = 2,27$ ;  $p >,05$ ).

Para verificar a influência do tempo de exposição aos parâmetros físicos do ambiente térmico no desempenho cognitivo aplicou-se o teste de *Spearman* (Tabela 5.48).

Tabela 5.47 – Resultados do teste *Post-Hoc* do teste de diferenças no *Score*/TR do Teste C nas 4 gamas de Ta30.

	<b>[15,20]</b> Vs <b>[20,25]</b>	<b>[15,20]</b> Vs <b>[25,30]</b>	<b>[15,20]</b> Vs <b>[30,35]</b>	<b>[20,25]</b> Vs <b>[30,35]</b>
<b>TR</b>	$p > ,0125$	$p > ,0125$	$p > ,0125$	$p > ,0125$

Tabela 5.48 – Matriz dos coeficientes de correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste C e os parâmetros físicos do ambiente térmico para os intervalos [2;4] horas e [4;8].

<b>Variáveis</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>1 Score</b>	-	-	,246*	,264**	-,090	,090	,115	,152
<b>2 TR</b>		-	-,236*	-,253*	,145	-,086	-,129	-,078
<b>3 Ta[2;4]</b>			-	,936***	-,149	-	-	-
<b>4 Tg[2;4]</b>				-	-,176	-	-	-
<b>5 HR[2;4]</b>					-	-	-	-
<b>6 Ta[4;8]</b>						-	,946***	-,052
<b>7 Tg[4;8]</b>							-	,029
<b>8 HR[4;8]</b>								-

Nota: \* $p < ,05$  \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Tendo em consideração a variável *Score*, constata-se que esta se encontra relacionada com Ta[2;4] ( $r_s = ,246$ ;  $p < ,05$ ) e com Tg[2;4] ( $r_s = ,264$ ;  $p < ,01$ ). Quanto a TR, esta variável encontra-se inversamente relacionada com Ta[2;4] ( $r_s = -,236$ ;  $p < ,05$ ) e com Tg[2;4] ( $r_s = -,253$ ;  $p < ,05$ ), o que indica que esta variável diminui quando Ta[2;4] e Tg[2;4] aumentam. Relativamente às variáveis de desempenho cognitivo e as variáveis dos parâmetros físicos do ambiente térmico, para o intervalo de exposição de [4;8] horas, não se verificam existir relações estatisticamente significativas entre elas, o que leva a crer que *Score* e TR poderão ser mais influenciados pela valores médios dos parâmetros físicos do ambiente térmico no intervalo de [2;4] horas do que pelos valores médios do intervalo de [4;8] horas.

#### VARIÁVEIS DE CONFORTO TÉRMICO

Com o propósito de verificar se as variáveis de desempenho cognitivo são afetadas pelas variáveis de conforto térmico (indicadores objetivos e indicadores subjetivos) foi realizado o teste de *Spearman* (Tabela 5.49).

Tabela 5.49 – Resultados da Correlação de *Spearman* entre as variáveis de conforto térmico e as variáveis do desempenho cognitivo do Teste C.

Variáveis		1	2	3	4	5	6
1	Score	-	-,543***	,122*	,259**	,146	,017
2	TR		-	-,171**	-,187	-,183	,005
3	PMV30			-	-	-	,393***
4	PMV[2;4]				-	-	,344***
5	PMV [4;8]					-	,304**
6	Sensação Térmica Geral						-

Nota: \* $p < ,05$  \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Avaliando os dados da Tabela 5.49 verifica-se que existe uma correlação, estatisticamente significativa, entre o *Score* do Teste C e PMV30 ( $r_s = ,122$ ;  $p < ,05$ ), e entre *Score* e PMV[2;4] ( $r_s = ,259$ ;  $p < ,01$ ), não acontecendo o mesmo entre *Score* e PMV [4;8] ( $r_s = ,146$ ;  $p > ,05$ ). No que a TR diz respeito, verifica-se que esta variável está inversamente relacionada com PMV30 ( $r_s = -,171$ ;  $p < ,01$ ) mas não apresentando relação estatisticamente significativa com PMV[2;4] ( $r_s = -,187$ ;  $p > ,05$ ) e com PMV [4;8] ( $r_s = -,183$ ;  $p > ,05$ ). É ainda de realçar que se verifica uma correlação entre os Indicadores de conforto objetivos e o Indicador de conforto térmico subjetivo, ou seja PMV30, PMV[2;4] e PMV [4;8] apresentam uma correlação estatisticamente significativa com a Sensação Térmica Geral.

A Tabela 5.50 apresenta os resultados das relações entre as sensações térmicas locais e as variáveis de desempenho cognitivo.

Tabela 5.50 – Matriz dos coeficientes da Correlação de *Spearman* entre *Score*/TR do Teste C e as sensações térmicas locais e Sensação Térmica Geral.

	Cabeça	Tronco	Braço		Mão		Perna		Pé	
			Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.	Esq.	Dir.
<b>Score</b>	-,014	,025	,033	,039	,072	,094	,048	,049	,128*	,142*
<b>TR</b>	-,118*	-,077	-,057	-,066	-,155**	-,191**	-,022	-,020	-,062	-,082
<b>STG</b>	,658***	,811***	,774***	,763***	,660***	,652***	,741***	,739***	,551***	,570***

Nota: \* $p < ,05$  \*\* $p < ,01$  \*\*\* $p < ,001$  (teste bilateral)

Tal como nos testes anteriores, verifica-se que existe uma correlação estatisticamente significativa entre a Sensação Térmica Geral e as sensações térmica locais.

Em termos de variáveis de desempenho cognitivo, verifica-se que existe uma correlação, estatisticamente significativa, entre *Score* e a sensação reportada ao nível do pé direito ( $r_s = ,128$ ;  $p < ,05$ ) e do pé esquerdo ( $r_s = ,142$ ;  $p < ,05$ ). Quanto a TR, esta variável está inversamente correlacionada com a sensação térmica reportada ao nível da cabeça ( $r_s = -,118$ ;  $p < ,05$ ) e com as sensações térmicas reportadas ao nível da mão direita ( $r_s = -,191$ ;  $p < ,01$ ) e da mão esquerda

( $r_s = -,155$ ;  $p <,01$ ). Estas correlações poderão indicar que, quando são reportadas sensações mais frias ao nível da cabeça e das mãos, o TR tem tendência a ser mais elevado.

### *SÍNTESE*

Para o teste que avalia a concentração, verificou-se que o *Score* tende a aumentar, apesar de não se verificarem diferenças significativas ao longo das Observações, sendo que o Tempo de Reação tende a diminuir. Percebeu-se ainda que o *Score* neste teste depende do período em que o teste é realizado, observando-se uma diminuição do mesmo ao longo do dia de trabalho.

Em termos de características individuais, verificou-se que nem o *Score* nem o Tempo de Reação parecem ser influenciados pela variável Matutuidade *versus* Vespertinidade, na medida em que não se verificam diferenças ao longo das Observações.

Relativamente à influência dos parâmetros físicos do ambiente térmico no desempenho cognitivo, constatou-se que o Tempo de Reação tende a diminuir à medida que a temperatura do ar e de globo, nos 30 minutos que antecedem a realização do teste, aumenta. Verificou-se que o *Score* se encontra relacionado com a temperatura do ar e a temperatura de globo num intervalo de 2 a 4 horas que antecede a realização do teste, tendendo a aumentar quando estes parâmetros aumentam. O Tempo de Reação tende a diminuir quando a temperatura do ar e a temperatura de globo, num intervalo de 2 a 4 horas que antecede a realização do teste, tendem a aumentar. O *Score* e Tempo de Reação parecem ser mais influenciados pelos valores médios dos parâmetros físicos do ambiente térmico num intervalo de exposição de 2 a 4 horas do que pelos valores médios num intervalo de 4 a 8 horas.

Relativamente aos indicadores de conforto térmico, verificou-se que o *Score* deste teste é afetado pelos índices PMV nos intervalos de 30 minutos e de 2 a 4 horas de exposição que antecedem a realização dos testes, levando a crer que tende a aumentar quando os valores destes índices também aumentam. No que ao Tempo de Reação diz respeito, verificou-se que tende a diminuir quando índices PMV, no intervalo de exposição de 30 minutos que antecedem a realização dos testes, aumentam. É de realçar que se verificou uma correlação entre os Indicadores de conforto objetivo e a Sensação Térmica Geral, observando-se também que a Sensação Térmica Geral está relacionada com as Sensações Térmica Locais. Constatou-se ainda que o *Score* tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais quentes ao nível dos pés, sendo que o Tempo de Reação tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais frias ao nível da cabeça e das mãos.



### **CONCLUSÕES E DESENVOLVIMENTOS FUTUROS**

Neste último capítulo são apresentadas as principais conclusões que esta dissertação permitiu formular, tendo em consideração os objetivos definidos. Consideram-se ainda as limitações do trabalho realizado bem como as potencialidades que surgiram no decorrer do estudo, a partir das quais são efetuadas algumas propostas a desenvolver em trabalhos futuros no âmbito da área de investigação da presente dissertação.

O presente trabalho, que teve como base o estudo da influência da exposição ocupacional a ambientes térmicos moderados no desempenho cognitivo, pretendeu avaliar os parâmetros de ambientes térmicos moderados e interpretar os resultados obtidos em termos de conforto e de desempenho de processos cognitivos como a memória de trabalho, a concentração e o raciocínio. Assim, os objetivos preconizados foram alcançados, o que permitiu tirar algumas conclusões, que são enumeradas de seguida.

A análise dos parâmetros físicos do ambiente térmico dos seis locais em estudo revelou que os valores avaliados se encontram na generalidade de acordo com os valores das gamas de conforto recomendadas pela norma ISO 7730:2005. Todavia cerca de metade dos participantes revelaram-se insatisfeitos com o ambiente térmico do seu local de trabalho.

Em relação aos parâmetros do ambiente térmico dos períodos que antecederam a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, verificou-se que estes se encontram dentro dos valores considerados como confortáveis pela ISO 7730:2005.

A análise objetiva das sensações térmicas dos participantes nos períodos que antecederam a realização dos testes, através dos índices PMV, levou a constatar que as sensações previstas pelo índice estão de acordo com a gama recomendada pela ISO 7730:2005 (-0,5 a 0,5). Quando questionados sobre as suas sensações térmicas aquando a realização dos testes de avaliação do desempenho cognitivo, 51,40% dos participantes reportaram sensações térmicas neutras, o que leva a crer que em cerca de metade desses momentos, os participantes se sentiam confortáveis, o que vai de encontro à preferência térmica manifestada pelos participantes.

Em geral verificou-se que a gama de temperatura aparentemente mais aceite como confortável pelos participantes é entre 20 e 25°C. Com temperaturas inferiores a 20°C, os indivíduos tendem a referir a sua preferência por ambientes mais quentes. Por outro lado, a partir de 25°C, os indivíduos tendem a referir a sua preferência por ambientes mais frios. Relativamente às sensações térmicas locais reportadas pelos participantes, observou-se ainda a existência de diferenças nas sensações reportadas ao nível da mão direita e da mão esquerda, sendo que para a parte inferior do corpo (pés) há uma maior tendência para reportar sensações frias enquanto que ao nível da cabeça foram reportadas sensações térmicas mais quentes.

No que concerne ao teste que avaliou a memória de trabalho verificou-se uma otimização do desempenho ao longo das observações, observando-se ainda que o desempenho do teste não depende do período do dia que é realizado. Quando analisado o efeito dos parâmetros físicos do ambiente térmico nos resultados deste teste, conclui-se que o Tempo de Reação dos participantes tendeu a diminuir quando se verificou um aumento da temperatura ar durante os 30 minutos que antecederam a realização do teste. Quando comparado com os indicadores objetivos e subjetivos de conforto térmico, o desempenho cognitivo deste teste parece não relacionado com os referidos indicadores. Porém verificou-se que o Tempo de Reação tende a aumentar quando são reportadas sensações térmicas mais quentes ao nível da cabeça e a aumentar com sensações térmicas mais frias ao nível dos pés.

Relativamente ao teste que avalia o raciocínio constatou-se que o *Score* tende a aumentar ao longo das observações e que o desempenho do teste não depende o período do dia em que o teste é realizado. Verificando o efeito dos parâmetros físicos do ambiente térmico nos resultados deste teste, observou-se que nem o *Score* nem o Tempo de Reação parecem influenciados por estes parâmetros.

No que diz respeito aos resultados do teste que avalia a concentração, verificou-se uma melhoria do desempenho dos participantes ao longo das Observações, concluindo-se ainda que o *Score*, tende a diminuir ao longo do período de trabalho dos participantes. De um modo geral, os resultados deste teste sugeriram ainda que o desempenho tende a melhorar quando se verificam temperaturas mais quentes e quando são previstas sensações térmicas mais quentes. Constatou-se ainda que para este teste o *Score* tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais quentes ao nível dos pés, sendo que o Tempo de Reação tende a ser mais elevado quando são reportadas sensações mais frias para ao nível da cabeça e das mãos.

Tendo em consideração as limitações próprias do estudo realizado, bem como algumas questões levantadas pelos resultados obtidos, termina-se o presente trabalho com a apresentação de algumas sugestões para futuros trabalhos no âmbito da área de investigação desta dissertação.

A partir de algumas análises realizadas neste trabalho não foi possível obter conclusões consistentes devido ao tamanho da amostra, sendo portanto útil o alargamento da mesma.

O período da realização do estudo não contemplou condições de ambiente térmico mais frias, neste sentido, seria ainda interessante alargar o período de observações, de forma a aumentar a variabilidade das condições de ambiente térmico.

Dada a quantidade de dados recolhidos seria desejável a realização de outro tipo de análises, incluindo o estudo de variáveis que foram recolhidas mas não foram consideradas nas análises aqui apresentadas. Em trabalhos futuros poderão ser incluídos outros indicadores do desempenho cognitivo, como o número de respostas corretas, o número de respostas erradas e o número de tentativas de resposta.

Apesar do presente estudo ter permitido um melhor conhecimento da relação entre as variáveis consideradas, devido à natureza do estudo, verificou-se a dificuldade em se isolar exclusivamente a influência do ambiente térmico no desempenho cognitivo. Como tal seria recomendável um controlo mais preciso relativamente a outras variáveis concorrentes. Dessa forma, seria útil, a inclusão no questionário relacionado com o conforto térmico dos participantes (*Questionário 1*), algumas questões que permitissem designadamente aferir o nível de cansaço físico ou mental dos participantes, a carga de trabalho, indisposições momentâneas, entre outras.

Para além da análise do ambiente térmico, seria interessante incluir no estudo a análise de outros agentes físicos do ambiente, nomeadamente o ruído e a iluminação.

Seria interessante o alargamento do estudo a diferentes contextos ocupacionais, cujas características do ambiente térmico, bem como o tipo de tarefas desempenhadas pelos participantes, apresentassem particularidades não observadas nos contextos ocupacionais considerados neste trabalho. A título de exemplo poderia ser equacionada a aplicação deste estudo em contexto industrial, onde a realização de tarefas de natureza repetitiva e a manipulação de equipamentos exige por parte dos trabalhadores elevados níveis de concentração e vigilância. Neste sentido, seria útil perceber de que forma o ambiente térmico

poderia influenciar o desempenho cognitivo do trabalhador, o que seria uma mais-valia na prevenção de potenciais acidentes de trabalho.

Este estudo poderia ainda ser aplicado em contextos ocupacionais em que se verificassem condições extremas de ambiente térmico, designadamente em ambientes extremamente quentes ou extremamente frios.

Por fim, seria interessante alterar o tipo de estudo. Neste caso foi realizado um trabalho de campo, que dada a sua natureza, não permite um controlo rigoroso das variáveis em estudo. Neste sentido a realização de um trabalho em laboratório, com condições controladas, poderia constituir uma mais-valia para o conhecimento da influência do ambiente térmico no desempenho cognitivo, uma vez que seria possível comparar com os resultados deste trabalho.

# BIBLIOGRAFIA

---

- ANSI/ASHRAE Standard 55-2004. (2004). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Ashrae Standard. Atlanta.
- Annunziata, M. A., Muzzatti, B., Giovannini, L., & Lucchini, G. (2011). Cognitive functioning self-assessment scale (CFSS): preliminary psychometric data. *Psychology, Health & Medicine*, 1-6.
- Antunes, H. K. M., Santos, R. F., Cassilhas, R., Santos, R. V. T., Bueno, O. F. A., & Mello, M. T. (2006). Exercício físico e função cognitiva: uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*, 12(2), 108-114.
- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). Human memory: A proposed system and its control processes. *The psychology of learning and motivation*. London: Academic Press.
- Auliciems, A. (1981). Towards a Psycho-Physiological Model of Thermal Perception. *International Journal of Biometeorology*, 25(2), 109-122.
- Baddeley, A. (2003). *Working Memory: Looking Back and Looking Forward*. York.
- Baddeley, A., & Hitch, G. (1974). *Working memory*. *The psychology of learning and motivation*. London: Academic Press.
- Bedford, T., & others. (1936). *The Warmth Factor in Comfort at Work. A Physiological Study of Heating and Ventilation*. Industrial Health Research Board Report. Medical Research Council, (76). London: HMSO.
- Blatter, K., & Cajochen, C. (2007). Circadian rhythms in cognitive performance : Methodological constraints , protocols , theoretical underpinnings. *Physiology & Behavior*, 90, 196-208.
- Charles, K. E. (2003). *Fanger ' s Thermal Comfort and Draught Models Fanger' s Thermal Comfort and Draught Models IRC Research Report RR-162*. October.
- Corgnati, S. P., Filippi, M., & Viazzo, S. (2007). Perception of the thermal environment in high school and university classrooms : Subjective preferences and thermal comfort. *Building and Environment*, 42, 951-959.
- EASHW- European Agency for Safety and Health at Work. (2005). *Facts*, n. 60. Expert forecast on emerging physical risks related. E. Facts. Bilbao.
- Enander, A., & Hygge, S. (1990). Thermal stress and human performance. *Scandinavian Journal of Work, Environment & Health*, 16 Suppl 1(suppl 1), 44-50.

- Eysenck, M. W. (1993). *Principles of Cognitive Psychology*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Ford, M. T, Cerasoli, C. P., Higgins, J. A, & Decesare, A. L. (2011). Relationships between psychological , physical , and behavioural health and work performance : A review and meta- analysis. *Work & Stress*, 25 (3), 185-204.
- Fortin, M. F. (2009). *Fundamentos e etapas do processo de investigação*. (Lusodidacta, Ed.). Loures.
- Freitas, L. C. (2008). *Segurança e Saúde do Trabalho*. 1ª Edição. Lisboa: Edições Sílabo.
- Gaoua, N. (2010). Cognitive function in hot environments : a question of methodology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 60-70.
- Gaoua, Nadia, Racinais, S., Grantham, J., & El Massioui, F. (2011). Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. Research and Education Centre, ASPETAR, Qatar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar, Laboratoire de Psychologie et de Neurosciences Groupe IME, Paris, France, and Laboratoire Cognition Humaine et Artificielle, UFR de Psychologie, Univerver, 27(1), 1-9.
- Grad, F. P. (2002). The preamble of the constitution of the World Health Organization. *Bulletin of the World Health Organization*, 80(12), 981. SciELO Public Health.
- Hancock, P. A, & Vasmatazidis, I. (2003). Effects of heat stress on cognitive performance: the current state of knowledge. *International journal of hyperthermia: the official journal of European Society for Hyperthermic Oncology, North American Hyperthermia Group*, 19(3), 355-72.
- Hancock, P. A., & Vasmatazidis, I. (1998). Human occupational and performance limits under stress : the thermal environment as a prototypical example. *Ergonomics*, 41(8), 1169-1191.
- Hashiguchi, N., Feng, Y., & Tochihara, Y. (2010). Gender differences in thermal comfort and mental performance at different vertical air temperatures. *European Journal of Applied Physiology*, 109, 41-48.
- Humphreys, M. A. (2012). Quantifying occupant comfort: are combined indices of the indoor environment practicable? *Group*, (January), 37-41.
- Hwang, R.L., Lin, T.P., & Kuo, N.J. (2006). Field experiments on thermal comfort in campus classrooms in Taiwan. *Energy and Buildings*, 38(1), 53-62.
- Hwang, R., Cheng, M., Lin, T., & Ho, M. (2009). Thermal perceptions, general adaptation methods and occupant' s idea about the trade-off between thermal comfort and energy saving in hot – humid regions. *Building and Environment*, 44, 1128-1134.
- ISO 7726:1998. (1998). *Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities*. International Organization for Standard.

- ISO 7730:2005. (2005). 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.
- ISO 10551, 2001. (2001). Ergonomics of the thermal environment - Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales. International Organization for Standard.
- Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (1997). *Fitting The Task to The Human*. 5ª Edição. London: Taylor & Francis.
- Lahlou, S. (1999). Observing Cognitive Work in Offices. *Context*, 150-163.
- Lan, L., Wargocki, P., & Lian, Z. (2012). Optimal thermal environment improves performance of office work. *Indoor Environment*, (January), 12-17.
- MRC Cognition and Brain Sciences Unit. (2012). Cambridge Brain Sciences.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística Com Utilização do SPSS*. 3ª Edição. Lisboa. Edições Sílabo.
- Miguel, A. S. S. R. (2010). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*. 11ª Edição. Porto Editora.
- Mäkinen, T. M., Palinkas, L. A., Reeves, D. L., Pääkkönen, T., Rintamäki, H., Leppäluoto, J., & Hassi, J. (2006). Effect of repeated exposures to cold on cognitive performance in humans. *Physiology & Behavior*, 87(1), 166-76.
- Nunes, F. R., Menzies, R. M., Tamblyn, E., Boehm, & Letz, R. (1993). The effect of varying level of outdoor air supply on neurobehavioural performance function during a study of sick building syndrome (SBS). *Proceedings of Indoor Air 93* (Vol. 1, pp. 53-58). Helsinki: Technical University Press.
- Oseland, N. A. (1995). Predicted and reported thermal sensation in climate chambers, offices and homes. *Energy and Buildings*, 23, 105-115.
- Palinkas, L. A., Makinen, T. M., Rintamäki, H., Leppäluoto, J., & Hassi, J. (2005). Influence of seasonally adjusted exposure to cold and darkness on cognitive performance in circumpolar residents. *Scandinavian Journal of Psychology*, 46, 239-246.
- Parsons, K. (2003). *Human Thermal Environments* 2ª Edição. Taylor & Francis.
- Parsons, K. C. (2000). Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. *Applied ergonomics*, 31(6), 581-94.
- Pilcher, J. J., Busch, C., & Volpe, J. A. (2002). Effects of hot and cold temperature exposure on performance : a meta-analytic review. *Ergonomics*, 45(10), 682-698.

- Rammsayer, T. H., Bahner, E., & Netter, P. (1995). Effects of Cold on Human Information Processing: Application of a Reaction Time Paradigm. *Integrative physiological and behavioral science : the official journal of the Pavlovian Society*, 30(1), 34-45.
- Schmidt, C., Collette, F., Cajochen, C., & Peigneux, P. (2007). A time to think : Circadian rhythms in human cognition. *Psychology*, 24(7), 755-789.
- Tham, K. W., & Willem, H. C. (2010). Room air temperature affects occupants' physiology, perceptions and mental alertness. *Building and Environment*, 45(1), 40-44. Elsevier Ltd.
- Witterseh, T., Wyon, D. P., & Clausen, G. (2004). The effects of moderate heat stress and open-plan noise distraction on SBS symptoms and on the performance of office work. *Indoor Air*, 14, 30-40.
- Wyon, D. P. (2001). Thermal Effects On Performance. In J. D. Spengler, J. M. Samet, & J. F. McCarthy (Eds.), *Indoor Air Quality Handbook*. McGRAW-HILL.
- de Dear, R. J., & Brager, G. S. (1998). Thermal adaptation in the built environment : a literature review. *Buildings*, 17.

# ANEXO I

---

## ***E-MAILS***

No decorrer deste estudo, foram trocados cerca de 1348 *e-mails* com os participantes. Em média, foram enviados cerca de 50 *e-mails* por cada participante. No dia anterior a cada observação, foi enviado um *e-mail* a lembrar cada participante dos testes planeados para o dia seguinte (Figura I.1). No dia da observação, cada participante recebeu um outro *e-mail*, antes de cada período (início da manhã, fim da manhã e fim de tarde), a lembrar a hora em que este deveria executar o teste de avaliação do desempenho cognitivo e preencher o questionário de desempenho cognitivo, as respetivas credenciais de acesso ao *site* e um *link* para o questionário do *Google Docs* (Figura I.2).

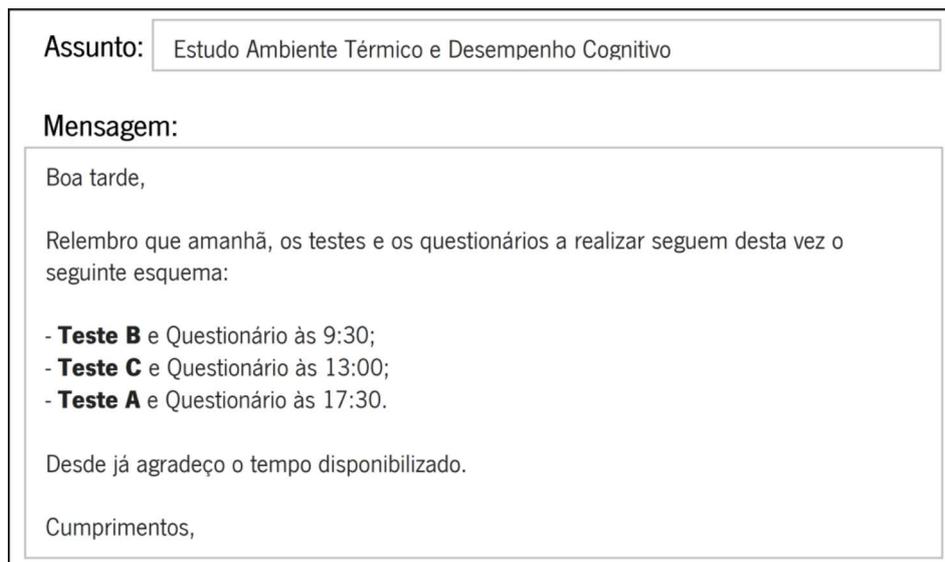


Figura I.1 - *E-mail* enviado a cada participante, antes de cada observação.

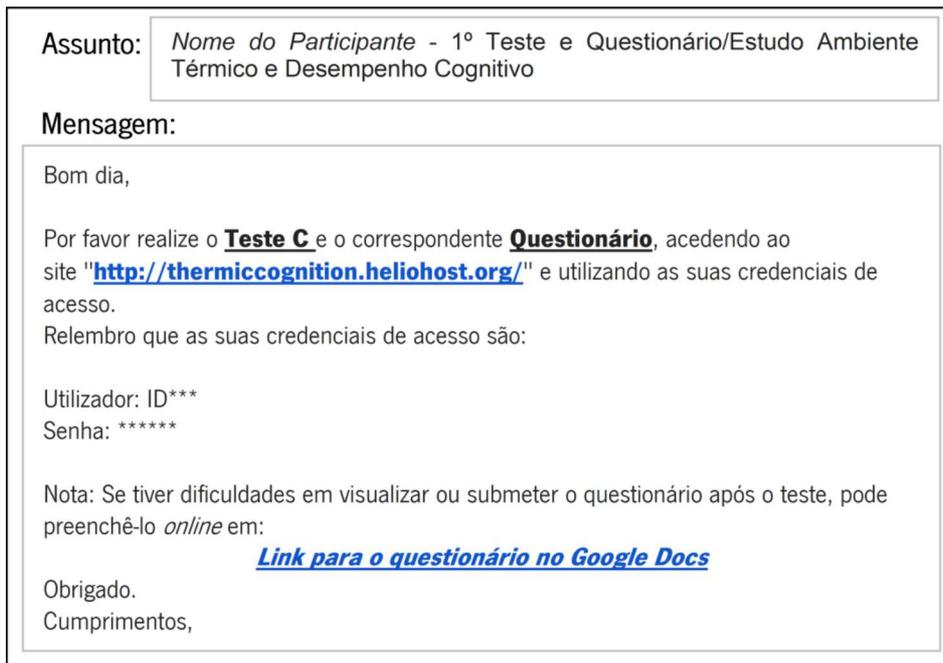


Figura I.2 – *E-mail* enviado a cada participante antes da execução do teste de desempenho cognitivo e preenchimento do questionário de desconforto térmico.

Através do *site*, foram recebidos 1218 *e-mails*, 3 por cada vez que um utilizador acedeu à página para executar o teste de desempenho cognitivo e preencheu o questionário de conforto térmico. Desta forma, o administrador recebia um *e-mail* quando utilizador acedia à página *online*, um outro com os resultados do teste (Figura I.3) e, por fim, o *e-mail* a informar que o questionário tinha sido alterado. O segundo *e-mail*, recebido aquando a execução do teste de avaliação do desempenho cognitivo, é apresentado na Figura I.3. Nele destaca-se a informação sobre o utilizador, a data e o teste de avaliação do desempenho cognitivo. Contém também a pontuação e toda a informação adicional do teste (tentativas, respostas erradas, total atingido sem penalização, tempo total da tarefa, resposta dada a cada resposta do teste e o tempo de reação do participante).

**Assunto:** ID\*\*\* executou o teste featurematchtask

**Mensagem:**

voluntario: ID\*\*\*  
 data: 2012-11-04 01:01:20  
 teste: featurematchtask  
 single\_score: 53  
 single\_score\_raw:

Attempted 17  
 Errors 2  
 Max 8  
 Score 53  
 CorrectScore 64

raw\_data:  
 Task duration = 95803  
 53 - overall score

Attempted 17  
 Errors 2  
 Max 8  
 Score 53  
 CorrectScore 64

CorrectAnswer	_probeText	FeedbackText.text	String(ScoreVar)	String(RT)
0	0	CORRECT	1	1537
0	0	CORRECT	2	1000
1	0	CORRECT	4	1106
0	0	CORRECT	6	1508
0	0	INCORRECT!	3	1953
1	0	CORRECT	6	1652
1	0	CORRECT	9	1207
1	0	CORRECT	13	1289
0	0	CORRECT	17	2010
0	0	CORRECT	27	2379
1	0	CORRECT	46	2415
0	0	CORRECT	53	3611
1	0	CORRECT	61	3097

Figura I.3 – E-mail recebido pelo administrador do site com o resultado do teste cognitivo executado por um participante.



# ANEXO II

---

## FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO

**Título do Estudo:** Efeito do desconforto térmico no desempenho cognitivo

**Enquadramento:** Estudo efetuado no âmbito de um trabalho de investigação para uma dissertação de Mestrado em Engenharia Humana.

**Explicação do Estudo:** O referido estudo tem como objetivo a avaliação da influência do ambiente térmico no desempenho cognitivo. A colheita de dados será efetuada através da aplicação de questionários e de testes de avaliação do desempenho cognitivo.

**Confidencialidade e Anonimato:** Todas as informações obtidas permanecerão confidenciais.

Agradece-se desde de já a colaboração.

Maria Elisa Machado Araújo, aluna do Mestrado em Engenharia Humana na Universidade do Minho

Número de telefone: 939091315

Endereço eletrónico: [maria.elisa.araujo22@gmail.com](mailto:maria.elisa.araujo22@gmail.com)

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

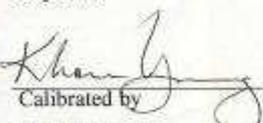
Eu, abaixo assinado, concordo em participar no referido estudo como sujeito. Declaro que fui devidamente informado e esclarecido sobre as fases do estudo, sobre as técnicas utilizadas para a colheita de dados e sobre o momento e a duração das tarefas a realizar. Foi-me garantida a confidencialidade e o anonimato. Declaro ainda que autorizo o uso das informações obtidas, na divulgação do estudo através de trabalhos científicos.

Assinatura: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_



# ANEXO III

## CERTIFICADO DO TERMOANEMÓMETRO

 <b>CERTIFICATE OF CALIBRATION AND TESTING</b>			
TSI Model <u>8330-M-GB</u>		Serial No. <u>02110301</u>	
Description <u>VELOCICHECK PORTABLE AIR VELOCITY METER</u>			
Calibration Standard <u>WIND TUNNEL CALIBRATION SYSTEM, SERIAL NO. 108</u>			
CALIBRATION VERIFICATION RESULTS			
Calibration Standard	Instrument Output	Difference	Error Compared to Tolerance
0.000 m/s	0.000 m/s		Tolerance Limit-      0      Tolerance Limit+
0.152 m/s	0.152 m/s	0.3%	***
0.305 m/s	0.304 m/s	-0.3%	***
0.510 m/s	0.509 m/s	-0.3%	***
1.016 m/s	0.994 m/s	-2.2%	***
2.041 m/s	2.012 m/s	-1.4%	***
3.546 m/s	3.535 m/s	-0.3%	***
6.098 m/s	6.095 m/s	-0.0%	***
9.721 m/s	9.693 m/s	-0.3%	***
13.782 m/s	13.669 m/s	-0.8%	***
19.393 m/s	19.490 m/s	0.5%	***
0 °C	0 °C	0 °C	PASS
60 °C	60 °C	0 °C	PASS
			Tolerance Limits: Velocity: ±5% of reading or .025 m/s whichever is greater Temperature: ± 1 °C
Velocity Calibration Conditions:		Ambient Temp: 22.5°C	Barometric Pressure: 736.7 mmHg
Velocity Corrected to Std Conditions of:		Ambient Temp: 21.1°C	Barometric Pressure: 760.0 mmHg
<p><i>TSI does hereby certify that all materials, components, and workmanship used in the manufacture of this equipment are in strict accordance with the applicable specifications agreed upon by TSI and the customer and with all published specifications. All performance and acceptance tests required under this contract were successfully conducted according to required specifications. Furthermore, all test and calibration data supplied by TSI has been obtained using standards whose accuracies are traceable to the National Institute of Standards and Technology (NIST) or has been verified with respect to instrumentation whose accuracy is traceable to NIST, or is derived from accepted values of physical constants. Our Quality Management System complies with ISO 9001 requirements and calibration procedures for this instrument adhere to ISO 10012. The accuracy of the velocity calibration facilities is at least a ratio of 1:1 with respect to the accuracy specifications of the instrument being calibrated. The accuracy of the humidity calibration facilities is at least a ratio of 2:1 with respect to the accuracy specifications of the instrument being calibrated. The accuracy of the pressure calibration facilities is at least a ratio of 2.5:1 with respect to the accuracy specifications of the instrument being calibrated. The accuracy of the temperature calibration facilities is at least a ratio of 10:1 with respect to the accuracy specifications of the instrument being calibrated.</i></p>			
Applicable Test Report	Report Number	Date Last Verified	Date Due
DC voltage	8100026003	09-30-02	09-30-03
Barometric Pressure	B001329	05-10-02	05-10-03
Temperature (0°C)	77377	07-08-02	07-08-03
Temperature (19-35°C)	77370	07-08-02	07-08-03
Temperature (60°C)	77375	07-08-02	07-08-03
Pressure	P03022001-01A	03-02-01	03-02-03
Pressure	P04152002-02A	04-15-02	04-15-03
Velocity	836/264927	03-16-01	03-16-04
Dewpoint	261199-99	12-12-01	12-12-02
 Calibrated by		<input checked="" type="checkbox"/> Final Function Check	Nov 14, 2002 Calibration Date
<b>TSI Incorporated</b> Environmental Measurements and Controls Division		Mailing Address: P.O. Box 64394 St. Paul, MN 55164 USA Shipping Address: 500 Cardigan Road Shoreview, MN 55126 USA Phone: (800) 777-8356 or (651) 490-2711 Fax: (651) 490-2874	



# ANEXO IV

## PONTOS DE AMOSTRAGEM DOS LOCAIS



Figura IV.1 - Planta do Local 1. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.

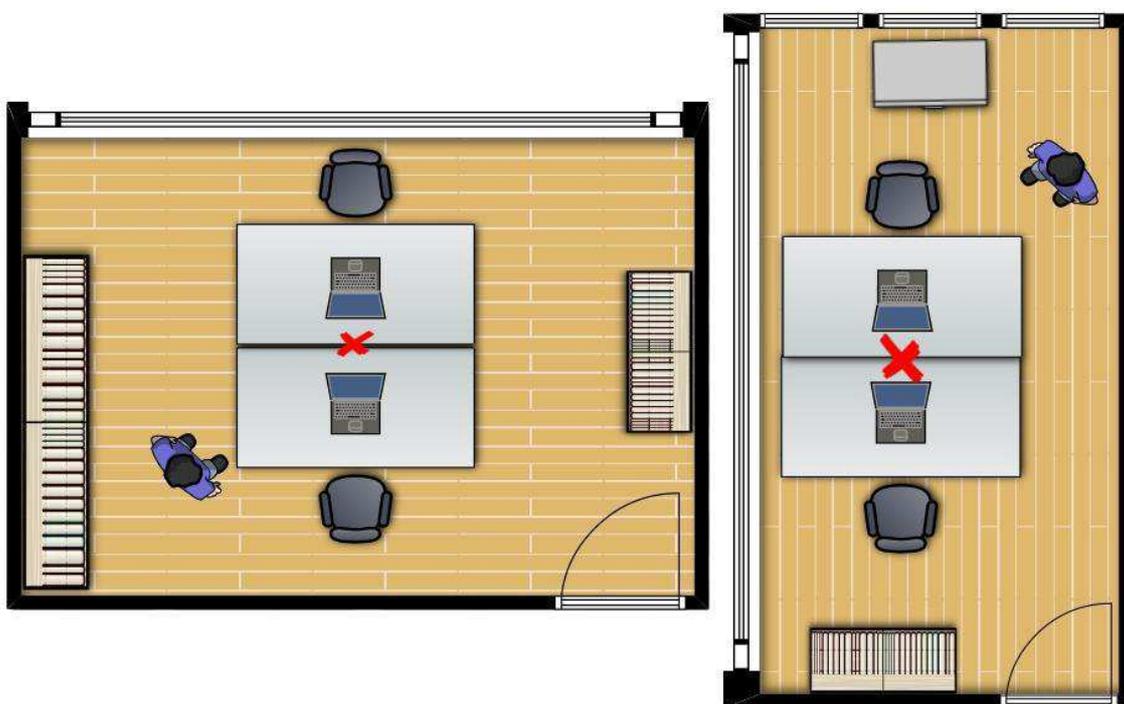


Figura IV.2 - Planta da sala A e sala B do Local 2. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.

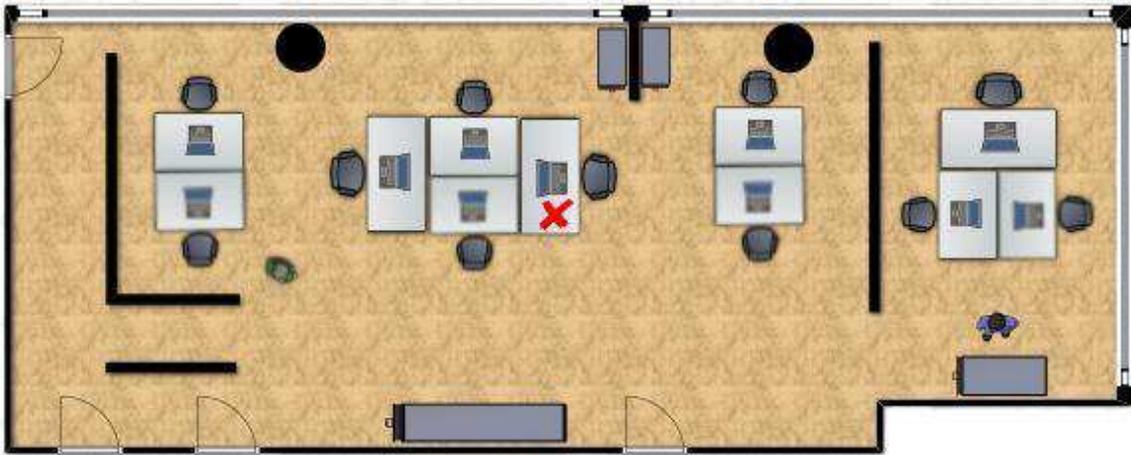


Figura IV.3 - Planta do Local 3. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.



Figura IV.4 - Planta do Local 4. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.

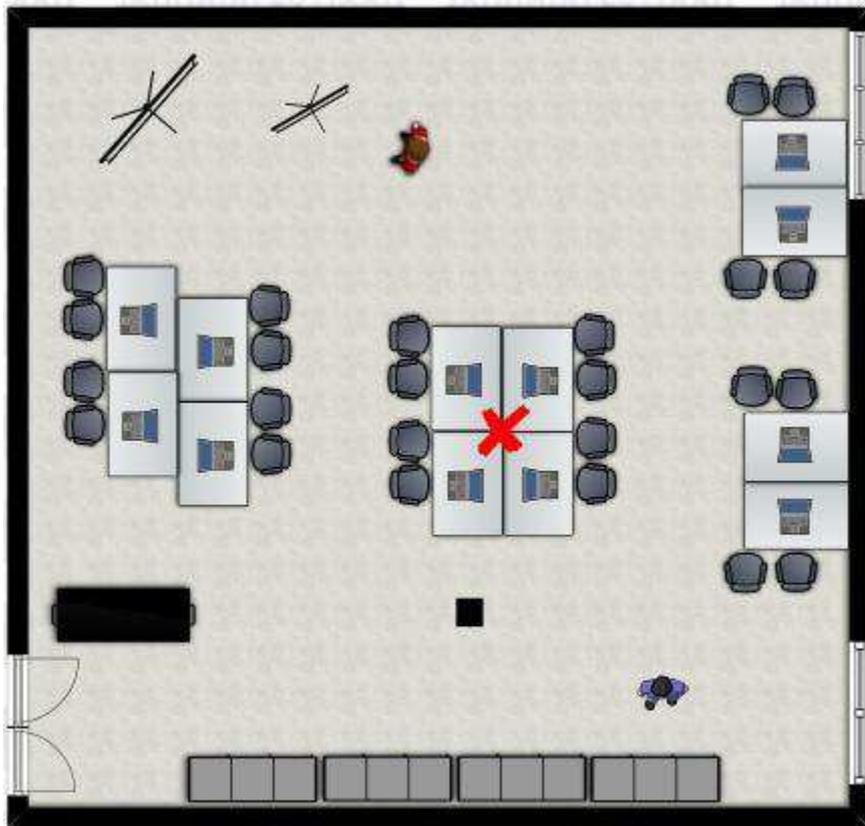


Figura IV.5 - Planta do Local 5. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.

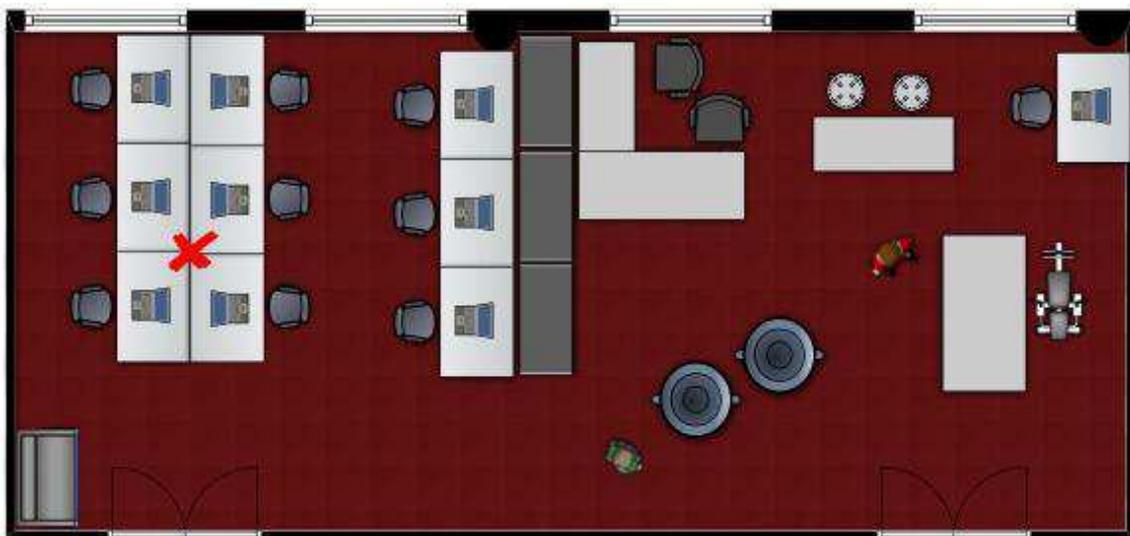


Figura IV.6 - Planta do Local 6. O X que se encontra a vermelho marca o ponto de amostragem.



## ***QUESTIONÁRIO 0***



Universidade do Minho | Mestrado em Engenharia Humana

### **QUESTIONÁRIO**

O presente questionário insere-se no âmbito de um trabalho de investigação para uma dissertação de Mestrado em Engenharia Humana. Este visa recolher informações que serão úteis na avaliação do efeito do desconforto térmico no desempenho cognitivo. Em cada questão, deve assinalar apenas uma opção, a não ser que lhe sejam dadas outras indicações.

Nesse sentido, solicitamos a sua colaboração através do preenchimento deste questionário. Salientamos que todas as informações que nos fornecer permanecerão confidenciais e serão usadas apenas para a realização deste estudo.

Agradecemos a sua colaboração.

## 1. INFORMAÇÃO PESSOAL

Nome: \_\_\_\_\_

Idade: \_\_\_\_ anos

Peso: \_\_\_\_\_ kg

Estatura: \_\_\_\_\_ cm

Sexo: Masculino ( ) Feminino( )

Tem algum problema de saúde crónico? Sim ( ) Não ( )

Se sim, qual? \_\_\_\_\_

Formação Académica: \_\_\_\_\_

Profissão: \_\_\_\_\_

Mail: \_\_\_\_\_

## 2. CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE TRABALHO

### 2.1 - Há quanto tempo desempenha funções neste local de trabalho?

- <1 ano ( )

- 1 a 5 anos ( )

- 5 a 10 anos ( )

- >10 anos ( )

### 2.2 - Qual é o seu horário habitual de trabalho?

	Horário
<b>Entrada</b>	_____ h
<b>Pausa</b>	das _____ às _____ h
<b>Almoço</b>	das _____ às _____ h
<b>Pausa</b>	das _____ às _____ h
<b>Saída</b>	_____ h

### 2.3 – Que tipo de tarefas desempenha?

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### 2.3 - Qual o tipo de assento que normalmente utiliza no seu local de trabalho?

- Cadeira de metal ( )

- Cadeira de madeira ( )

- Cadeira standard de escritório ( )

- Cadeira de executivo ( )

- Outro tipo de assento ( )

**2.4 – Das seguintes opções selecione aquelas que normalmente costuma trazer vestidas no seu local de trabalho nesta altura do ano:**

Peça	X
Calção	
Calças	
Saia	
Vestido	
T-shirt	
Camisa/Blusa	
Camisola leve	
Camisola grossa	
Casaco leve	
Casaco forrado/flanela	
Quispo/Polar	
Meias	
Meia-calça	
Sandálias/Chinelos	
Sapatos	
Botas	

### 3.CONFORTO TÉRMICO

**3.1- Indique como geralmente se sente no seu local de trabalho:**

Muito Quente	<input type="checkbox"/>
Quente	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente Quente	<input type="checkbox"/>
Nem Frio, nem Quente	<input type="checkbox"/>
Ligeiramente Frio	<input type="checkbox"/>
Frio	<input type="checkbox"/>
Muito Frio	<input type="checkbox"/>

**3.2 - Indique como gostaria de se sentir no seu local de trabalho:**

Mais quente	Sem Alteração	Mais Frio
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

**3.3 – Está geralmente satisfeito com o ambiente térmico do seu local de trabalho:**

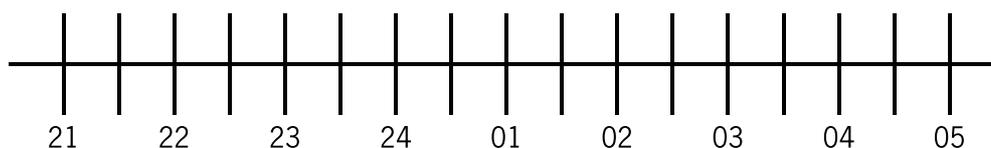
- Sim ( )

- Não ( )

#### 4. MATUTINIDADE/VESPERTINIDADE – Teste de Horne e Oestberg

Por favor responda a todas as questões respeitando a sua ordem numérica. Cada questão deve ser respondida independentemente das outras; não volte atrás nem altere as respostas anteriores. Para cada questão coloque apenas uma resposta (uma cruz no local correspondente); algumas questões têm escalas, neste caso, coloque a cruz no ponto apropriado da escala.

##### 4.1 - Considerando apenas o seu bem-estar pessoal e tendo liberdade total para planejar a sua noite, a que horas se deitaria?



##### 4.2 – Até que ponto precisa de despertador para acordar a uma determinada hora de manhã?

- Não preciso ( )
- Preciso poucas vezes ( )
- Preciso muitas vezes ( )
- Preciso sempre ( )

##### 4.3 – Quando está em boas condições mentais, físicas e ambientais (ex.: temperatura do quarto agradável) com que facilidade se levanta de manhã?

- Nada fácil ( )
- Pouco fácil ( )
- Fácil ( )
- Muito fácil ( )

##### 4.4 – Na primeira meia hora depois de ter acordado de manhã, em que medida se sente desperto?

- Nada desperto ( )
- Pouco desperto ( )
- Desperto ( )
- Muito desperto ( )

##### 4.5 – Depois de acordar, como é o seu apetite durante a primeira meia hora?

- Muito mau apetite ( )
- Mau apetite ( )
- Bom apetite ( )
- Muito bom apetite ( )

**4.6 – Depois de ter acordado de manhã, em que medida se sente cansado na primeira meia hora?**

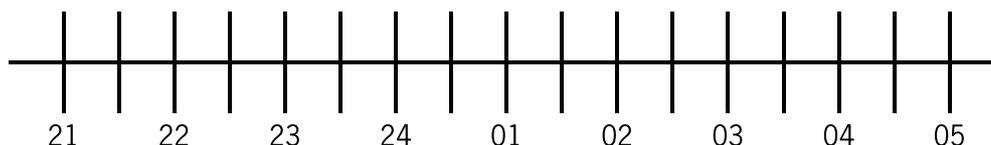
Muito cansado ( )

Cansado ( )

Fresco ( )

Muito fresco ( )

**4.7 – Habitualmente, a que horas da noite se sente cansado e com vontade de dormir?**



**4.8 – Quer estar no máximo da sua forma para fazer um teste que dura duas horas e sabe que é mentalmente cansativo. Considerando o seu bem-estar pessoal e com liberdade total para planear o seu dia, qual destes horários escolheria para fazer esse teste?**

- Das 08:00 às 12:00 ( )

- Das 12:00 às 16:00 ( )

- Das 16:00 às 20:00 ( )

- Das 20:00 às 24:00 ( )

**4.9 – Depois de um dia normal, qual seria o seu nível de cansaço se tivesse que se deitar às 23:00 horas?**

- Nada cansado ( )

- Cansado ( )

- Muito cansado ( )

- Extremamente cansado ( )

**4.10 – Por alguma razão, foi dormir várias horas mais tarde do que é habitual. Se no dia seguinte não tiver hora certa para acordar, o que acontece?**

- Acordo à hora habitual, sem sono ( )

- Acordo à hora habitual, com sono ( )

- Acordo à hora habitual, mas adormeço novamente ( )

- Acordo mais tarde do que é habitual ( )

**4.11 – Se tiver de ficar acordado das 04:00 às 06:00 horas da manhã para realizar uma tarefa e não tiver nenhum compromisso no dia seguinte, o que faz?**

- Durmo só depois de realizar a tarefa ( )

- Faço uma sesta antes da tarefa e durmo depois ( )

- Durmo bastante, antes de realizar a tarefa, e faço uma sesta depois ( )

- Só durmo antes de realizar a tarefa ( )



# **ANEXO VI**

---

## ***QUESTIONÁRIO 1***

## 1. INFORMAÇÃO PESSOAL

Nome: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_h\_\_      Data: \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

## 2. CONFORTO TÉRMICO

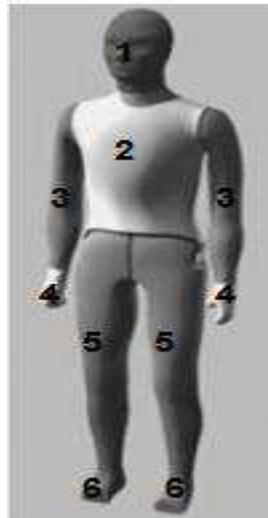
2.1 - Indique na seguinte escala como se sente no momento:

Muito Quente	
Quente	
Ligeiramente Quente	
Nem Frio, nem Quente	
Ligeiramente Frio	
Frio	
Muito Frio	

2.2 – Indique como gostaria de se sentir agora:

Mais quente	Sem Alteração	Mais Frio

2.3 – De acordo com o diagrama, indique na seguinte escala como se sente no momento:



	Cabeça 1	Tronco 2	Braços 3	Mãos 4	Pernas 5	Pés 6
			D E	D E	D E	D E
Muito Quente						
Quente						
Ligeiramente Quente						
Nem Frio, nem Quente						
Ligeiramente Frio						
Frio						
Muito Frio						

### 3. TESTE COGNITIVO

3.1- Após realizar o teste registre, nos quadrados em baixo, o teste executado\* e o score obtido.

Teste

Score

\*Se tiver dúvidas sobre qual o teste a executar, consulte o plano dos testes que se encontra na tabela abaixo.

#### PLANO DE TESTES

	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia	5º Dia	6º Dia
<b>Início da manhã</b>	teste A	teste C	teste B	teste A	teste C	teste B
<b>Fim da manhã</b>	teste B	teste A	teste C	teste B	teste A	teste C
<b>Fim da tarde</b>	teste C	teste B	teste A	teste C	teste B	teste A



# ANEXO VII

## CÁLCULOS DO METABOLISMO

Segundo a norma ISO 7730:2005, o metabolismo corporal é determinado da seguinte forma:

$$\text{Metabolismo} = (\text{Basal} + \text{Postura} + \text{Trabalho} + \text{Movimento}) \times \text{Superfície Corporal}.$$

Na Tabela VII.1 são apresentados os valores dos fatores utilizados no cálculo da primeira parcela da equação do Metabolismo, consoante o género. Estes valores foram multiplicados pelos dados pessoais dos participantes recolhidos no *Questionário O* presentes na Tabela VII.2.

Tabela VII.1 – Fatores utilizados para a determinação do metabolismo.

<b>Fator</b>	<b>Homem</b>	<b>Mulher</b>
<b>Tarefa (actividade sedentária) (W/m²)</b>	70	70
<b>Metabolismo Basal</b>	44	41
<b>Postura (sentado)</b>	10	10
<b>Tipo de Trabalho (ligeiro)</b>	15	15
<b>Movimento</b>	0	0
<b>Total</b>	69	66

Tabela VII.2 – Valores individuais e taxa de metabolismo de cada participante.

<b>Participante</b>	<b>Idade</b>	<b>Peso</b>	<b>Altura</b>	<b>Superfície Corporal</b>	<b>Metabolismo (W/m<sup>2</sup>)</b>	<b>Metabolismo (W)</b>
101	27	51	161	1,52	66	100,3
102	35	68	174	1,81	66	119,5
103	21	64	168	1,72	69	118,7
201	33	62,7	156	1,62	66	106,9
202	30	82	163	1,87	66	123,4
203	32	92	169	2,02	66	133,3
301	32	55	159	1,55	66	102,3
302	29	50	155	1,46	66	96,4
303	28	56	160	1,57	66	103,6
304	27	62	173	1,74	66	114,8
305	28	63	160	1,65	66	108,9
306	31	60	169	1,68	66	110,9
307	26	48	159	1,47	66	97,0
308	24	65	163	1,70	66	112,2
401	32	57	164	1,61	66	106,3
402	25	68	168	1,77	66	116,8
403	23	72	178	1,89	69	130,4
404	21	48,5	166	1,52	66	100,3
501	27	110	172	2,21	69	152,5
502	24	64	178	1,80	69	124,2
601	34	64	168	1,72	66	113,5
602	31	73	168	1,82	69	125,6
603	29	64	175	1,77	69	122,1
604	27	70	170	1,81	69	124,9
605	29	72	174	1,86	69	128,3
606	24	68	168	1,77	69	122,1
607	22	72	176	1,87	69	129,0

# ANEXO VIII

## VESTUÁRIO

<i>Artigo de Vestuário</i>	<i>clo</i>	<i>Artigo de Vestuário</i>	<i>clo</i>
<b>Roupa Interior</b>		<b>Vestidos/saias</b>	
Cuecas	0,03	Saias de verão (leves)	0,15
Boxers	0,10	Saias de inverno (pesadas)	0,25
Camisola cavilhada	0,04	Vestido leve de manga curta	0,20
T-shirt	0,09	Vestido de Inverno de manga comprida	0,40
Camisola interior de manga	0,12		
Cuecas e sutiã	0,03		
<b>Camisas/blusas</b>		<b>Fibra-Pele</b>	
Manga curta	0,15	Sobretudo	0,90
Leve, manga comprida	0,20	Calças compridas	0,35
Normal, manga comprida	0,25	Casaco	0,40
Camisa de flanela, manga comprida	0,30	Colete	0,20
Blusa leve, manga comprida	0,15		
<b>Calças</b>		<b>Roupa de ambientes exteriores</b>	
Calção	0,06	Casaco	0,60
Leves	0,20	Casaco comprido	0,55
Normais	0,25	Parca	0,70
Flanela	0,28	Macacão Fibra-Pele	0,55
<b>Camisolas</b>		<b>Diversos</b>	
Colete	0,12	Meias	0,02
Malha fina	0,20	Meias pelo tornozelo grossas	0,05
Normal	0,28	Meias cano alto grossas	0,10
Malha grossa	0,35	Meias calças de fibra	0,03
		Sapato sola fina	0,02
		Sapato sola grossa	0,04
		Botas	0,10
		Luvas	0,05
<b>Casaco</b>			
Verão	0,25		
Casaco meia estação	0,35		
Normal	0,30		



# ANEXO IX

## TABELAS DOS REGISTOS DOS PARÂMETROS CLIMÁTICOS

Tabela IX.1 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 1.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
26-Mar	23,3	24,5	19,0	0,99	22,7	24,5	20,0	2,36	38,8	66,0	33,5	5,55	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Abr	23,2	24,5	20,5	0,80	23,2	24,5	22,0	1,26	47,0	56,0	43,0	2,51	0,00	0,01	0,00	0,01
16-Abr	17,6	19,5	15,5	1,46	17,8	19,5	16,0	1,76	41,9	66,0	35,5	4,76	0,00	0,01	0,00	0,01
23-Abr	20,4	22,0	17,0	1,14	19,5	21,0	17,5	1,80	55,9	73,0	50,0	4,07	0,00	0,00	0,00	0,00
24-Abr	21,0	22,0	16,5	1,14	20,2	21,0	18,5	1,44	51,1	67,5	47,0	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Mai	19,6	20,5	16,5	0,87	19,2	20,0	17,5	1,44	58,6	71,0	56,0	3,04	0,00	0,00	0,00	0,00
7-Mai	20,9	22,0	18,5	1,10	20,5	21,5	19,0	1,32	61,8	64,5	59,0	1,61	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Mai	24,5	27,0	19,5	1,27	24,2	26,0	22,0	2,02	50,3	70,5	42,5	3,94	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Jun	25,4	28,5	21,0	1,29	23,7	29,0	18,0	5,51	47,0	63,0	41,5	2,42	0,00	0,00	0,00	0,00
11-Jun	24,3	26,5	20,5	1,18	24,5	26,5	22,5	2,00	54,1	68,5	47,0	5,19	0,00	0,01	0,00	0,01
18-Jun	24,7	26,5	19,5	1,32	24,7	26,0	23,0	1,53	52,5	70,5	47,5	4,56	0,00	0,00	0,00	0,00
25-Jun	29,7	34,0	24,5	2,09	30,3	34,5	27,0	3,82	48,1	61,0	41,0	4,04	0,01	0,02	0,00	0,01
2-Jul	25,9	28,0	23,0	0,96	26,5	29,0	24,5	2,29	44,3	56,5	39,0	3,64	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.2 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico na sala A do Local 2.

DATA	Ta (°C)				HR (%)				Tg (°C)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
27-Mar	23,8	25,5	18,5	1,40	45,5	59,5	38,5	4,86	23,5	26,5	20,5	3,00	0,01	0,02	0,00	0,01
5-Abr	21,8	23,5	7,5	2,36	51,3	80,5	46,0	4,80	21,8	23,5	19,5	2,08	0,00	0,00	0,00	0,00
11-Abr	19,5	20,5	14,5	1,08	59,9	66,0	57,5	1,57	19,3	20,0	19,0	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
17-Abr	18,8	20,5	13,0	1,43	59,0	65,0	56,0	1,75	19,7	21,0	17,5	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00
20-Abr	21,2	22,5	14,0	1,67	60,0	70,0	57,0	2,55	20,5	22,0	18,5	1,80	0,00	0,00	0,00	0,00
8-Mai	21,6	23,0	15,0	1,16	67,9	78,5	65,0	2,00	22,0	22,5	21,5	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00
25-Mai	23,3	24,5	19,5	1,19	61,9	69,5	54,0	5,32	22,7	23,0	22,0	0,58	0,00	0,00	0,00	0,00
29-Mai	24,2	25,5	19,5	1,56	60,2	74,0	54,0	3,36	23,8	25,5	21,0	2,47	0,00	0,00	0,00	0,00
5-Jun	25,3	26,0	24,0	0,50	62,6	65,5	59,5	1,40	24,7	25,0	24,5	0,29	0,00	0,00	0,00	0,00
8-Jun	24,0	25,5	21,5	0,96	61,3	67,5	52,5	4,12	24,2	25,5	22,0	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00
12-Jun	22,4	24,0	18,5	1,36	65,3	69,5	61,5	1,73	23,0	24,0	21,5	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00
26-Jun	26,4	27,0	25,0	0,54	49,8	65,5	43,5	5,63	26,5	26,5	26,5	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.3 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico na sala B do Local 2.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
27-Mar	25,2	27,5	21,0	1,93	24,7	27,5	21,0	3,33	46,8	56,5	39,5	4,40	0,00	0,00	0,00	0,00
5-Abr	22,0	23,5	17,0	1,49	21,0	23,5	17,5	3,12	52,3	60,0	48,0	2,30	0,00	0,00	0,00	0,00
11-Abr	20,0	20,5	18,0	0,48	19,5	19,5	19,5	0,00	60,2	62,5	58,0	1,51	0,00	0,00	0,00	0,00
17-Abr	19,2	20,0	16,0	1,17	18,8	20,5	16,5	2,08	59,1	62,5	57,0	1,41	0,00	0,00	0,00	0,00
20-Abr	19,9	21,5	17,0	1,13	19,8	21,5	18,5	1,53	61,4	66,0	58,5	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00
8-Mai	19,9	21,0	17,5	0,80	19,7	20,5	18,5	1,04	72,7	75,0	71,5	0,87	0,00	0,00	0,00	0,00
25-Mai	24,0	25,5	22,0	1,07	22,8	24,0	22,0	1,04	62,3	69,0	52,5	5,56	0,00	0,00	0,00	0,00
29-Mai	23,0	25,0	20,0	1,53	23,2	25,5	20,5	2,52	62,4	67,0	59,0	2,91	0,00	0,00	0,00	0,00
5-Jun	25,5	26,0	24,5	0,40	24,3	25,5	23,0	1,26	63,3	66,5	61,0	1,45	0,00	0,00	0,00	0,00
8-Jun	24,0	25,5	21,5	1,00	24,2	25,5	22,5	1,53	63,2	68,5	55,0	4,64	0,00	0,00	0,00	0,00
12-Jun	22,6	24,5	20,5	1,09	22,5	24,5	20,5	2,00	66,6	69,0	64,0	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00
26-Jun	28,2	29,5	26,5	0,92	28,2	28,5	27,5	0,58	48,2	61,0	40,5	5,58	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.4 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 3.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
23-Mar	23,3	24,5	19,5	0,84	22,0	23,0	20,0	1,73	36,5	41,0	32,5	1,37	0,00	0,00	0,00	0,00
30-Mar	25,9	27,5	21,5	1,28	24,3	27,0	21,0	3,06	28,8	37,5	23,5	2,16	0,00	0,00	0,00	0,00
13-Abr	20,4	22,0	16,5	1,25	19,3	21,0	18,0	1,53	49,9	55,5	48,0	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00
19-Abr	21,6	23,0	15,5	1,42	19,3	21,0	17,0	2,08	51,1	64,0	47,0	3,32	0,00	0,00	0,00	0,00
26-Abr	22,3	23,0	19,0	0,70	19,0	21,0	15,0	3,46	47,6	53,0	45,0	1,32	0,00	0,00	0,00	0,00
27-Abr	20,9	22,0	14,5	1,25	20,8	22,0	19,0	1,61	53,3	68,0	49,5	3,12	0,00	0,00	0,00	0,00
9-Mai	23,0	24,5	18,0	1,50	21,7	24,0	18,0	3,21	66,4	76,0	63,0	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00
10-Mai	24,9	26,0	20,5	1,27	23,3	25,0	20,0	2,89	61,2	67,5	59,5	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
11-Mai	24,5	25,5	22,0	0,97	24,0	25,0	22,0	1,73	60,3	66,5	57,5	2,78	0,00	0,00	0,00	0,00
13-Jun	24,3	25,0	20,0	1,00	23,0	25,0	20,0	2,65	52,5	59,0	50,5	1,39	0,00	0,00	0,00	0,00
14-Jun	22,8	23,5	21,0	0,66	22,3	23,0	21,0	1,15	58,8	60,5	55,0	1,34	0,00	0,00	0,00	0,00
15-Jun	22,6	23,0	21,0	0,43	22,2	23,0	21,0	1,04	62,8	66,0	60,5	1,58	0,00	0,00	0,00	0,00
27-Jun	26,6	28,5	24,0	0,99	26,7	29,0	25,0	2,08	38,3	51,5	33,5	3,61	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Jun	25,9	27,0	25,0	0,60	25,0	25,0	25,0	0,00	44,8	54,5	37,5	6,37	0,00	0,00	0,00	0,00
29-Jun	25,8	27,5	24,5	0,91	23,7	26,0	20,0	3,21	47,8	53,5	36,0	5,97	0,00	0,00	0,00	0,00
5-Jul	24,9	25,5	23,5	0,52	24,3	25,0	23,0	1,15	51,5	55,5	47,0	2,05	0,00	0,00	0,00	0,00
6-Jul	24,5	25,5	23,0	0,52	23,7	24,0	23,0	0,58	48,7	55,5	43,0	3,94	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.5 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 4.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
19-Mar	18,3	24,0	16,0	2,91	22,3	24,0	21,0	1,53	37,5	51,0	25,5	6,32	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Mar	24,3	26,0	18,5	1,75	24,2	26,0	22,0	2,02	40,5	51,0	39,0	1,89	0,03	0,10	0,00	0,06
30-Mar	25,5	26,5	23,0	1,13	25,2	26,5	23,0	1,89	39,0	44,0	37,0	1,76	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Abr	25,7	27,0	23,0	1,09	25,3	27,0	24,0	1,53	45,0	51,5	42,5	2,55	0,00	0,00	0,00	0,00
6-Abr	21,8	24,0	15,0	3,17	23,3	24,0	22,5	0,76	40,6	57,0	36,0	6,16	0,00	0,00	0,00	0,00
12-Abr	24,2	26,5	17,0	2,32	24,0	26,0	20,5	3,04	46,9	69,5	38,5	6,11	0,07	0,20	0,00	0,12
16-Abr	24,2	26,0	19,0	1,54	24,8	26,0	24,0	1,04	38,8	46,5	36,5	1,71	0,00	0,00	0,00	0,00
19-Abr	21,2	23,0	18,0	1,78	21,2	23,0	18,5	2,36	57,8	66,5	51,5	5,22	0,00	0,00	0,00	0,00
23-Abr	21,7	23,0	19,0	0,99	22,0	23,0	21,0	1,00	55,3	70,0	52,0	2,39	0,00	0,00	0,00	0,00
26-Abr	20,9	23,0	18,5	1,01	21,7	23,5	20,0	1,76	51,9	65,5	48,0	2,52	0,00	0,00	0,00	0,00
27-Abr	22,5	24,5	19,0	1,60	24,0	24,5	23,5	0,50	45,7	52,5	42,0	3,34	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Mai	22,7	24,5	16,5	1,60	22,5	24,0	21,0	1,50	55,2	78,5	51,0	3,54	0,00	0,00	0,00	0,00
16-Mai	29,4	31,5	26,0	1,59	29,8	31,5	28,0	1,76	41,4	47,5	35,5	3,43	0,00	0,00	0,00	0,00
24-Mai	29,5	31,0	24,0	1,26	30,2	31,0	29,0	1,04	44,9	60,0	40,0	3,78	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Mai	27,4	28,5	22,5	1,14	27,3	28,5	26,0	1,26	44,8	59,0	41,5	2,97	0,00	0,00	0,00	0,00
31-Mai	31,3	33,5	27,5	1,64	32,0	33,5	30,0	1,80	39,7	50,5	31,5	6,24	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Jun	28,9	30,0	26,0	0,80	28,8	30,0	28,0	1,04	42,2	54,0	36,0	2,65	0,00	0,00	0,00	0,00
6-Jun	27,6	28,5	24,0	0,74	27,3	28,0	26,5	0,76	54,9	66,5	49,0	4,05	0,00	0,00	0,00	0,00
11-Jun	26,1	26,5	22,0	0,76	26,3	26,5	26,0	0,29	48,5	68,0	43,5	4,43	0,00	0,00	0,00	0,00
14-Jun	27,1	28,5	22,0	1,03	27,2	28,0	26,0	1,04	48,7	61,5	47,0	1,83	0,00	0,00	0,00	0,00
21-Jun	26,5	27,5	22,0	1,11	26,7	27,5	25,5	1,04	49,0	66,0	38,0	6,52	0,00	0,00	0,00	0,00
22-Jun	26,8	28,5	24,5	1,17	27,0	28,5	25,5	1,50	39,1	45,0	35,0	2,77	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Jun	28,6	29,0	25,5	0,37	28,3	28,5	28,0	0,29	48,1	60,5	44,5	1,77	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Jul	26,3	28,0	23,5	0,99	26,0	27,0	25,0	1,00	50,6	61,0	48,0	1,86	0,01	0,04	0,00	0,02
5-Jul	25,4	26,0	25,0	0,26	25,0	25,0	25,0	0,00	50,8	56,5	48,5	1,64	0,00	0,00	0,00	0,00
6-Jul	25,1	25,5	24,5	0,33	25,0	25,0	25,0	0,00	51,0	54,5	49,0	1,26	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.6 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 5.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
22-Mar	19,9	21,5	18,0	1,14	19,8	21,5	18,5	1,53	42,8	47,0	40,5	1,95	0,00	0,00	0,00	0,00
29-Mar	23,4	25,0	21,0	0,94	23,3	25,0	21,5	1,76	34,0	36,5	31,5	1,06	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Abr	21,5	23,0	19,5	0,87	21,2	22,5	20,0	1,26	55,0	65,5	51,5	2,33	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Abr	21,4	22,5	19,0	0,83	21,7	22,5	21,0	0,76	52,2	59,0	49,5	1,84	0,00	0,00	0,00	0,00
13-Abr	19,8	21,0	18,5	0,47	19,3	20,0	18,5	0,76	51,6	57,0	46,0	1,89	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Mai	21,3	22,5	15,5	1,41	22,0	22,5	21,5	0,50	56,3	69,5	54,0	2,51	0,00	0,00	0,00	0,00
31-Mai	26,1	28,5	22,5	1,38	26,5	28,5	25,0	1,80	51,9	60,0	47,5	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00
20-Jun	23,9	25,0	21,5	0,62	23,8	24,5	23,0	0,76	57,7	63,5	55,0	1,68	0,00	0,00	0,00	0,00
21-Jun	24,4	26,0	23,0	0,82	24,3	26,0	23,0	1,53	57,1	64,5	51,0	3,57	0,00	0,00	0,00	0,00
25-Jun	26,8	29,5	25,0	1,10	26,8	28,5	25,5	1,53	56,3	63,0	52,0	3,22	0,00	0,00	0,00	0,00
29-Jun	25,8	27,0	24,5	0,91	25,3	26,5	24,5	1,04	50,3	56,5	44,5	4,10	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Jul	25,4	26,5	24,0	0,90	25,4	26,5	24,0	1,11	58,9	63,5	55,0	2,95	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabela IX.7 – Resumo dos parâmetros físicos do ambiente térmico do Local 6.o ambiente térmico do Local 6.

DATA	Ta (°C)				Tg (°C)				HR (%)				Va (m/s)			
	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP	M	Máx	Min	DP
21-Mar	21,9	23,0	16,0	1,19	21,5	22,5	20,0	1,32	35,0	55,0	32,0	2,79	0,00	0,00	0,00	0,00
28-Mar	24,0	25,0	21,5	0,95	23,8	25,0	22,0	1,61	31,2	37,5	23,0	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Abr	22,7	23,5	19,0	0,72	22,5	23,0	21,5	0,87	39,4	50,5	34,0	2,92	0,00	0,00	0,00	0,00
10-Abr	20,8	21,5	17,5	0,77	20,8	21,5	19,5	1,15	51,3	60,5	46,5	3,53	0,00	0,00	0,00	0,00
18-Abr	20,8	21,5	16,0	0,72	21,0	21,5	20,5	0,50	52,4	66,0	51,0	2,07	0,00	0,00	0,00	0,00
24-Abr	21,2	22,0	19,5	0,74	21,5	22,5	20,0	1,32	49,2	55,0	46,0	2,11	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Mai	20,8	22,0	17,0	1,11	20,5	21,5	19,0	1,32	54,3	59,5	52,5	1,00	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Mai	20,6	22,0	18,5	1,20	20,5	21,5	19,0	1,32	57,5	62,5	55,0	2,58	0,00	0,00	0,00	0,00
15-Mai	24,1	25,5	22,5	0,83	24,2	26,0	22,5	1,76	53,6	64,5	47,5	3,98	0,00	0,00	0,00	0,00
16-Mai	25,0	27,5	22,5	1,12	25,3	26,5	24,0	1,26	43,0	50,0	41,0	1,21	0,00	0,00	0,00	0,00
30-Mai	23,4	25,5	20,5	1,51	22,7	25,0	20,0	2,52	59,4	67,5	54,5	4,36	0,00	0,00	0,00	0,00
1-Jun	26,9	27,5	25,5	0,65	26,3	27,5	25,5	1,04	56,1	60,0	45,5	4,09	0,00	0,00	0,00	0,00
6-Jun	24,4	25,5	22,5	0,80	24,7	25,5	23,5	1,04	63,6	70,0	57,5	3,87	0,00	0,00	0,00	0,00
13-Jun	23,6	25,0	21,0	1,06	23,3	24,5	21,5	1,32	49,4	60,0	45,5	2,83	0,00	0,00	0,00	0,00
15-Jun	23,0	24,5	21,5	0,73	23,0	24,0	22,5	0,87	63,6	66,5	61,5	1,19	0,00	0,00	0,00	0,00
20-Jun	22,6	23,5	21,0	0,53	22,3	23,0	21,0	0,96	58,7	64,5	55,5	2,25	0,00	0,00	0,00	0,00
22-Jun	23,0	24,5	21,0	1,00	22,7	24,0	21,5	1,26	46,8	64,0	43,0	3,18	0,00	0,00	0,00	0,00
27-Jun	27,8	28,5	27,5	0,25	27,5	28,0	27,0	0,50	65,4	69,5	63,0	1,63	0,00	0,00	0,00	0,00
2-Jul	24,7	26,0	23,5	0,80	24,7	26,0	23,5	1,26	48,9	56,0	45,5	2,35	0,00	0,00	0,00	0,00
3-Jul	24,5	25,5	22,5	0,85	24,3	25,5	22,5	1,61	58,2	61,5	56,0	1,46	0,00	0,00	0,00	0,00
4-Jul	24,5	25,0	23,5	0,54	25,2	26,0	24,5	0,76	59,5	64,0	55,0	2,81	0,00	0,00	0,00	0,00
16-Jul	24,7	26,0	23,0	0,97	24,7	26,0	23,5	1,26	46,5	61,5	43,0	2,61	0,00	0,00	0,00	0,00
19-Jul	26,8	28,0	25,5	0,75	26,8	28,0	25,5	1,26	50,0	58,0	45,5	3,47	0,19	0,26	0,10	0,08