



Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Vital de Jesus Ximenes

Influência do Ambiente Térmico no  
Desempenho Cognitivo de  
Trabalhadores do Sector Eléctrico





Universidade do Minho  
Escola de Engenharia

Vital de Jesus Ximenes

Influência do Ambiente Térmico no  
Desempenho Cognitivo de  
Trabalhadores do Sector Elétrico

Dissertação de Mestrado  
Mestrado em Engenharia Humana

Trabalho efetuado sob a orientação do  
Professor Doutor Nélson Bruno Martins Marques Costa

Nome: Vital De Jesus Ximenes

Endereço eletrónico: ximenesdjvital@yahoo.com Telefone: 925640644

Número do Título de Residência: 3W73161X9

Título da dissertação: Influência do Ambiente Térmico no Desempenho Cognitivo de Trabalhadores do Sector Elétrico

Orientador: Professor Doutor Nélson Bruno Marques Costa

Ano de conclusão: 2014

Designação do Mestrado: Mestrado em Engenharia Humana

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

Universidade do Minho, \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

Assinatura:

Após um ativo período de trabalho no qual surgiram momentos de coragem e dificuldade, surge agora uma enorme satisfação ao ver que cada obstáculo foi ultrapassado na concretização deste projeto. Contudo, a realização deste trabalho só foi possível devido à orientação, acompanhamento, disponibilidade, apoio, ajuda, compreensão e incentivo constante de todos aqueles que me acompanharam nesta etapa acadêmica.

Assim, torna-se indispensável agradecer a todos pelo empenho e dedicação que me demonstraram em todos estes momentos.

Ao Doutor Néelson Costa pela sua orientação, apoio, incentivo e disponibilidade constante.

Na empresa “WID – PAE Power Plant Operation and Maintenance” Hera, pela disponibilidade e acompanhamento demonstrado nas visitas à empresa e no acesso aos participantes.

Aos participantes pela sua compreensão e paciência demonstrada ao longo do estudo.

Os meus colegas do grupo e pela ajuda no acompanhamento ao longo de aprendizagem com a fraternidade.

Principalmente à minha mulher e aos filhos por serem o meu apoio, por todo carinho e incentivo nos momentos mais difíceis e de coragem.

A minha família, por toda a compreensão, e todos os meus amigos e família no geral pela preocupação e incentivo ao longo deste período de trabalho.



O ambiente térmico pode ser definido como o conjunto das variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam o organismo do trabalhador, sendo assim um fator importante que intervém, de forma direta na saúde e bem-estar do mesmo, e na realização das tarefas que lhe estão atribuídas.

O modelo de conforto térmico depende principalmente da combinação da complexa interação de temperatura do ar, temperatura do globo, humidade relativa, isolamento térmico do vestuário e nível de atividade.

O presente estudo teve como principal objectivo analisar e avaliar a influência que o ambiente térmico possa ter no desempenho cognitivo de trabalhadores que executem as suas funções em ambiente ocupacional não controlado de climas tropicais.

Foi realizado numa empresa de produção de energia eléctrica com 3 turnos de trabalho contínuo e participaram neste estudo uma amostra de 12 trabalhadores, com média de idade de 31,25 anos ( $\pm$  3,2 anos). A metodologia utilizada teve como base e elaboração de dois questionários, a medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico e a aplicação de testes de avaliação do desempenho cognitivo.

No que diz respeito aos testes de avaliação do desempenho cognitivo, o período de observação disponível foi de 12 dias. Em cada dia foram realizados dois testes, o teste cognitivo A e o teste cognitivo B. Os testes cognitivos utilizados foram o “OddOne Out” (teste A) e “Rotation” (teste B).

A estatística inferencial permitiu perceber diferenças ao nível da temperatura ambiente entre os dois momentos de aplicação dos testes ( $p < 0,05$ ). No entanto, não foi possível verificar a mesma significância estatística para as diferenças encontradas no desempenho obtido pelos trabalhadores, nos testes cognitivos realizados nas duas condições diferentes de temperatura ambiente.

### PALAVRAS-CHAVE

Ambiente térmico quente, Desempenho Cognitivo, Teste “OddOne Out”, Teste “Rotation”.



The thermal environment can be defined as the set of thermal variables of the job that influence the body of the worker, thus being an important factor that intervenes directly in their health and wellness, and the completion of the assigned tasks.

The model of thermal comfort depends mainly on the combination of complex interaction of air temperature, globe temperature, relative humidity, clothing insulation and activity level.

This study's main objective was to analyse and evaluate the influence of the thermal environment on cognitive performance of workers who perform their duties in uncontrolled tropical climates.

This study was conducted in a power plant with three shifts of continuous work. Participated in this study a sample of 12 employees, with an average age of 31.25 years ( $\pm 3.2$  years). The methodology used was based on and development of two questionnaires, the measurement of physical parameters of the thermal environment and the application of tests to assess the cognitive performance.

With respect to the evaluation of cognitive performance, the available observation period was 12 days. On each day two tests, Test A and Test B, were performed, The cognitive tests used were "Oddone Out" (A) and "Rotation" (B).

The inferential statistics allowed us to perceive differences of temperature between the two times of application of the tests ( $p < 0.05$ ). However, it was not possible to verify the same statistical significance for the differences in performance of the workers on the cognitive tests undertaken at two different ambient temperature conditions.

### KEYWORDS

Hot thermal environment, Cognitive Performance, Test "Oddone Out", Test "Rotation".



## ÍNDICE

Agradecimentos.....	iii
Resumo .....	v
Abstract .....	vii
Índice de Figuras.....	xiii
Índice de Tabelas .....	xv
Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos .....	xvii
INTRODUÇÃO.....	1
Capítulo 1. AMBIENTE TÉRMICO OCUPACIONAL .....	3
1.1 Ambiente Térmico.....	3
1.1.1 Definição .....	3
1.1.2 Parâmetros Físicos Do Ambiente Térmico .....	3
1.1.3 Equilíbrio Térmico.....	4
1.1.4 Avaliação Do Ambiente Térmico .....	6
1.2 Legislação E Normalização Aplicável.....	6
1.3 Conforto Térmico .....	7
1.3.1 DEFINIÇÃO .....	7
1.3.2 PARÂMETROS DO CONFORTO TÉRMICO .....	8
1.3.3 AMBIENTAIS .....	8
1.3.4 INDIVIDUAIS.....	9
1.3.5 ACLIMATAÇÃO.....	12
1.3.6 ADAPTAÇÃO.....	12
1.4 Métodos De Avaliação Do Conforto Térmico.....	13
Capítulo 2. IMPACTO DO AMBIENTE TÉRMICO NA CAPACIDADE COGNITIVA.....	17
2.1 Definição .....	17
2.2 Importância Ergonômica Da Avaliação Do Impacto Cognitivo .....	17
2.2.1 Ergonomia Ambiental.....	17
2.2.2 A Função Cognitiva Em Contexto Ocupacional .....	18
2.3 Função Cognitiva .....	19
2.3.1 Percepção .....	20

2.3.2	Atenção .....	21
2.3.3	Memória .....	21
2.3.4	Pensamento .....	22
2.4	Conforto Térmico e Capacidade Cognitiva.....	22
2.4.1	Efeitos dos Ambientes Quentes .....	24
2.4.2	Efeitos dos Ambientes Térmicos Moderados.....	25
2.4.3	Efeitos dos Ambientes Térmicos Frios .....	26
Capítulo 3. OBJETIVO DO ESTUDO .....		27
3.1	Problemática Do Estudo .....	27
3.2	Objetivo .....	27
Capítulo 4. METODOLOGIA.....		29
4.1	Local De Estudo E Amostra .....	29
4.2	Plano E Estrutura Do Estudo .....	29
4.3	Aplicação Dos Questionários .....	31
4.3.1	Questionário 0 .....	32
4.3.2	Questionário 1 .....	32
4.4	Aplicação Dos Testes Cognitivo .....	34
4.4.1	Teste OddOne Out .....	34
4.4.2	Teste De Rotação.....	35
4.4.3	Total Resultados Da Avaliação De Desempenho.....	36
4.4.4	Total Resultados De Tempo Limite De Avaliação.....	37
4.5	Caracterização Do Ambiente Térmico .....	37
4.6	Métodos E Instrumentos De Medição .....	38
Capítulo 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....		41
5.1	Definições.....	41
5.2	Caracterização do Espaço/Tarefa.....	41
5.3	Caracterização da amostra.....	44
5.4	Caracterização Do Conforto Térmico .....	48
5.4.1	Parâmetros Físicos .....	48
5.4.2	Parâmetro Individuais .....	49

5.4.3	Índice PPD-PMV .....	51
5.5	Caracterização Dos Testes Cognitivos.....	52
5.5.1	Teste Cognitivo .....	52
5.5.2	Teste De Memória (OddOne Out).....	52
5.5.3	Teste De Rotação.....	53
5.5.4	Comparação De Dois Valores De Teste da Manhã e da Tarde .....	54
5.6	Análise Estatística E Discussão Dos Resultados .....	55
5.6.1	Parâmetros Físicos Do Conforto Térmico: Temperatura E Humidade Relativa, Pelo Tempo Fresco e Quente. ....	55
5.6.2	Testes Cognitivos: De Memória E A Rotação. ....	56
Capítulo 6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS .....		59
Referências Bibliográficas .....		61
Anexo I – LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DE AMOSTRAGEM .....		65
Anexo II – FOLHAS DE REGISTO DOS TESTES COGNITIVO.....		66
Anexo III – QUESTIONÁRIO (0 e 1).....		69
Anexo IV – CÁLCULO E TABELA DO METABOLISMO .....		74
Anexo V – ISOLAMENTO DO VESTUÁRIO .....		78
Anexo VI – REGISTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO .....		80



FIGURA 1.1 – NORMA ISO, (ADAPTADO DE PARSON, 2003). .....	7
FIGURA 1.2 – ÍNDICE PPD EM FUNÇÃO DO ÍNDICE PMV, ADAPTADO DA (MIGUEL, 2012). .....	14
FIGURA 2.1 – EFEITOS DO AUMENTO DA TEMPERATURA (ADAPTADO DE KROEMER & GRANDJEAN, 1997). .....	24
FIGURA 4.1 – DESENHO DO ESTUDO. ....	31
FIGURA 4.2 – TESTE ODD ONE OUT (RETIRADO DE CAMBRIDGE BRAIN SCIENCES, 2014). .....	35
FIGURA 4.3 – TESTE DE ROTAÇÃO (RETIRADO DE CAMBRIDGE BRAIN SCIENCES, 2014). .....	36
FIGURA 4.4 – TOTAL DE RESULTADOS DE TESTE COGNITIVO (RETIRADO DE CAMBRIDGE BRAIN SCIENCES, 2014). ...	36
FIGURA 4.5 – RESULTADOS TOTAL DO TEMPO LIMITE DE TESTE COGNITIVO (RETIRADO DE CAMBRIDGE BRAIN SCIENCES, 2014). .....	37
FIGURA 4.6 – EQUIPAMENTO DE MEDIÇÃO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO (FOTO DO AUTOR). ....	39
FIGURA 5.1 – POWER PLANT HERA, 2014. ....	42
FIGURA 5.2 – ÁREA DE TRABALHO EM PPH, 2014. ....	42
FIGURA 5.3 – ESPAÇO NA ÁREA DO TRABALHO .....	43
FIGURA 5.4 – EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL (SAFETY HANDBOOK, 2011). .....	51



TABELA 1.1 – VALORES DE PARÂMETROS CLIMÁTICOS PARA DIFERENTES ATIVIDADES (ADAPTADO DE MIGUEL, 2012).	9
TABELA 1.2 – TAXAS METABÓLICAS, ADAPTADO DA ISO 7730:2005.	10
TABELA 1.3 – NÍVEIS DE SENSAÇÃO TÉRMICA (ADAPTADO DE MIGUEL, 2012).	13
TABELA 4.1 – NÍVEIS DE SENSAÇÃO TÉRMICA UTILIZADOS NO QUESTIONÁRIO 1 (ADAPTADO DE ISO 7730/2005).	33
TABELA 4.2 – ESCALA SUBJETIVA DO CONFORTO TÉRMICO (ADAPTADO DE PARSONS K. C., 2003).	33
TABELA 4.3 – SEQUÊNCIA E PERÍODO DE APLICAÇÃO DOS TESTES COGNITIVOS.	34
TABELA 5.1 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA (IDADE, PESO E ESTATURA)	44
TABELA 5.2 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA (METABOLISMO W, HR % E TEMPERATURA °C)	45
TABELA 5.3 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA (METABOLISMO W, HR % E TEMPERATURA °C A MANHÃ)	45
TABELA 5.4 – ESTATÍSTICA DESCRITIVA (METABOLISMO W, HR % E TEMPERATURA °C A TARDE)	46
TABELA 5.5 – ESTATÍSTICAS DESCRITIVAS DA PARTE DA MANHÃ E DA TARDE.	48
TABELA 5.6 – CARACTERÍSTICAS INDIVIDUAIS DOS PARTICIPANTES.	50
TABELA 5.7 – ÍNDICE PPD-PMV DO TEMPO FRESCO E QUENTE	51
TABELA 5.8 – KRUSKAL-WALLIS TESTE DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA	56
TABELA 5.9 – TESTE DE ESTATÍSTICA DE TEMPERATURA E HUMIDADE RELATIVA (A E B)	56



## Lista de Abreviaturas, Siglas e Acrónimos

---

°C	Graus Celsius, unidade de medida da temperatura
Adu	Superfícies corporal
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
CFC(1-8)	<i>Central Frequency Control</i> (1 a 8)
Cm	Centímetros, unidade derivada do metro, unidade de comprimento
DP	Desvio Padrão
EDTL	Eletricidade Diesel de Timor Leste
H <sub>1</sub>	Hipótese alternativa
H <sub>0</sub>	Hipótese nula
HR	Humidade Relativa
IClo	Isolamento do Vestuário
IREQ	Isolamento térmico requerido
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
K	Kelvin, unidade de medida da temperatura
Kg	Quilo, unidade do sistema Internacional do peso
kV	Kilo-Volt
m.s <sup>-1</sup>	Metro por segundo
m/s	Metro por segundo, unidade de velocidade do sistema Internacional
m <sup>2</sup>	Metro quadrado, unidade derivada do sistema Internacional para áreas
MAC(1-7)	Máquinas/geradores (1 a 7)
Máx	Máximo
m <sub>c</sub>	Massa Corporal
Met	Taxa de metabolismo
Min	Mínimo
MRC	<i>Medical Research Council</i>
MW	Mega-Watt
Obs	Observações
°F	Graus Fahrenheit, unidade de medida da temperatura
Ót	Ótimo
PMV	Voto Médio Estimado

PPD	Porcentagem de Insatisfeitos
PPH	<i>Power Plant Hera</i>
R <sup>2</sup>	Regressão quadrado
Rpm	<i>Rotation per minute</i>
S/N	<i>Serial number</i>
Sig	Significância
SNE	Sistema Nacional de Eletricidade
SPSS	<i>Statistic Package for the Social Sciences</i>
Ta	Temperatura do ar
Tg	Temperatura do Globo
UNTL	Universidade Nacional de Timor Leste
Va	Velocidade do ar
W	Watt, unidade de medida do metabolismo
W/m <sup>2</sup>	Watt por metro quadrado, taxa de metabolismo
WBGT	Índice de temperatura de bolbo húmido e de temperatura de globo.

Nos países situados em zona tropicais e subtropicais, considerados desenvolvidos, o ambiente térmico tem um papel fundamental na saúde e bem-estar do trabalhador.

De acordo com (Miguel, 2012), o ambiente térmico representa, no quadro do melhoramento de trabalho, bem como da qualidade da vida um papel fundamental no desempenho do trabalho.

O problema colocado pelos ambientes térmicos é o da homeotermia (manutenção da temperatura interna do corpo), a qual garante um funcionamento ótimo das principais funções do organismo e em particular do sistema nervoso central. A homeotermia é assegurada quando o fluxo de calor produzido pelo corpo é igual ao fluxo de calor cedido ao ambiente (Miguel, 2012).

De acordo com o trabalho pioneiro de Fanger (1970), existem diferenças individuais na experimentação de ambientes térmicos e, nenhum ambiente térmico pode satisfazer a todos. A necessidade de controlo individual de ambientes térmicos é agora amplamente reconhecida. Acordou-se que o controle individual de ambientes térmicos locais, é uma necessidade do ponto de vista de conforto e satisfação (Fonte et al., 1996).

Além do conforto, a produtividade e a saúde são motivos adicionais para que exista controlo térmico individual. A relação com a temperatura ambiente e a produtividade no trabalho de escritório está bem comprovada (Seppanen et al., 2006) e, o controle individual de temperatura ambiente é visto como uma das questões centrais na melhoria das condições de trabalho e na produtividade (Raw et al 1990; Lorsch e Abdou 1994; Wyon 1996; Wyon 2000; Leaman e Bordass 2000; Clements-Croome 2000).

Humphreys e Nicol (1998) notam que a mesma temperatura ambiente possa ser aceitável ou inaceitável, dependendo do facto de ser escolhida ou imposta. As pessoas são mais tolerantes se tiverem o controlo do seu ambiente térmico (Humphreys e Nicol 1998; Leaman e Bordass 2000; Brager et al 2004).

No relatório do Observatório de Risco, EASHW (Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, 2005), declarou-se o desconforto térmico como um risco, referindo ainda que o impacto do conforto térmico no stresse e no bem-estar dos trabalhadores não tem sido adequadamente avaliado. Para além disso, foram estabelecidas relações entre o ambiente térmico e a produtividade e a incidência de acidentes e doenças profissionais. Ambientes térmicos quentes podem conduzir à fadiga e à sonolência, à redução da performance física e ao aumento da probabilidade de erros. Por outro lado, ambientes térmicos frios podem induzir a agitação, o que por sua vez reduz a atenção e a

concentração, especialmente em tarefas mentais (Kroemer & Grandjean, 1997). Os estudos que têm sido desenvolvidos com o objetivo de explicitar a relação entre ambiente térmico e desempenho cognitivo, tem vindo a revelar alguns resultados contraditórios (Gaoua, 2010).

O estudo presente é baseado na observação e caracterização de alguns cenários ocupacionais, quantificando o seu ambiente térmico, e caracterizando os trabalhadores expostos, de forma a interpretar os valores obtidos em termos de conforto térmico e de desempenho cognitivo.

A presente dissertação foi dividida 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 com a 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 e a questão do conforto térmico no desempenho cognitivo.

A segunda parte desta dissertação, visa a descrição do trabalho desenvolvimento apresentando-se as respetivas conclusões. Os primeiros três capítulos apresentam 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 trabalho futuro.

### 1.1 AMBIENTE TÉRMICO

#### 1.1.1 Definição

No estudo do ambiente térmico pode ser relevante avaliar o conjunto das variáveis térmicas que influenciam as trocas de calor entre o ser humano e o meio onde se insere. O ambiente térmico pode ser definido como o conjunto das variáveis térmicas do posto de trabalho que influenciam o organismo do trabalhador, sendo assim um fator importante que intervém, de forma direta ou indireta na saúde e bem-estar do mesmo, e na realização das tarefas que lhe estão atribuídas.

Segundo Miguel (2012), nos ambientes térmicos neutros, a igualdade dos fluxos de calor pode realizar-se de forma agradável e não gravosa para o Homem.

Segundo os critérios da ASHRAE (2004), o ambiente térmico pode ser designado como as características do ambiente que afetam a perda de calor de uma pessoa.

#### 1.1.2 Parâmetros Físicos Do Ambiente Térmico

Segundo Miguel (2012), existem quatro níveis do conforto ou stress térmico, num posto do trabalho, que influenciam a resposta dos seres humanos a ambientes térmicos: a temperatura do ar; a humidade do ar; a velocidade do ar e o calor radiante.

As características do ambiente são consideradas da seguinte forma:

- **Temperatura do ar:** A temperatura do ar é a temperatura em torno do ocupante (ASHARE, 2004). Esta intervém nas trocas de calor através de convecção (Miguel, 2012) e é expressa em graus centígrados (°C) ou Fahrenheit (°F). Assim sendo, e segundo Parsons (2003), é 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. Esta variável é medida com termómetros, normalmente, os líquidos termométricos que estes contêm são o mercúrio ou o álcool, devido ao seu baixo custo, pese embora a sua fragilidade e elevado tempo de resposta (Miguel, 2012);
- **Humidade do ar:** A humidade relativa mede a quantidade de vapor de água que existe no ar em relação ao máximo que o ar poderia conter à mesma temperatura. Assim sendo, é 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, 2012). Esta pode ser medida diretamente com um higrómetro ou pode ser determinada através de um psicrómetro. Um psicrómetro é constituído por dois termómetros: o termómetro seco e o termómetro húmido. Assim, é medida a temperatura do ar (bolbo seco) e a temperatura húmida (bolbo húmido) e quanto mais afastadas estão estas temperaturas, mais seco está o ar. As tabelas psicrométricas apresentam os valores da humidade relativa do ar a partir dos valores do bolbo seco e do bolbo húmido;

- **Velocidade do ar:** A velocidade do ar é a taxa de circulação de ar num ponto, sem ter em conta a direção (ASHARE, 2004). Por outro lado, deve ser considerado como sendo a velocidade média do ar durante um período de exposição e deve integrar todas as direções (Parsons, 2003). Esta expressa-se em  $(m.s^{-1})$  e é uma variável que apresenta dificuldades na medição e determinação devido às constantes e rápidas flutuações em intensidade e direção. O anemómetro é o instrumento utilizado para medir a velocidade do ar. Existem vários tipos de anemómetros no mercado, possibilitando medições unidirecionais ou omnidirecionais;
- **Calor radiante:** Esta temperatura é definida segundo ASHARE (2004) como a temperatura de superfície uniforme de um invólucro imaginário preto em que um ocupante trocaria a mesma quantidade de calor radiante, como no espaço real não uniforme. Segundo a norma ISO 7726 (1998), a radiação de um ambiente é um dos fatores de desconforto térmico. Por este motivo, é crucial conhecimento da temperatura radiante média, expressa em (K) ou ( $^{\circ}C$ ), que depende da temperatura de globo, da temperatura ambiente e da velocidade do ar. O termómetro de globo é constituído por uma esfera de cobre, oca e pintada externamente de negro mate a fim de absorver a radiação infravermelha (normalmente usa-se uma esfera de 15 cm de diâmetro com um coeficiente de emissividade de 0.95).

### 1.1.3 Equilíbrio Térmico

A temperatura do corpo humano revela-se como um importante indicador da condição em que o indivíduo se encontra podendo esta ser de conforto ou desconforto. Vários fatores podem influenciar

a temperatura do corpo humano, não só os fluidos e sólidos que circundam o seu corpo mas também as trocas de calor que nele ocorrem (Parsons, 2003).

A manutenção da temperatura interna do corpo, ou seja, a homeotermia ou o equilíbrio térmico, garante um funcionamento ótimo das funções essenciais do organismo e em específico do sistema nervoso central. Esta é assegurada quando o fluxo de calor produzido pelo corpo é igual ao fluxo de calor cedido ao ambiente (Miguel, 2012). Assim sendo, quando o corpo perde calor, a temperatura desce e quando ganha calor, a temperatura aumenta (Parsons, 2003). Em condições normais de saúde e conforto, a temperatura do corpo mantém-se aproximadamente constante (cerca de 37 °C), graças a um equilíbrio entre a produção interna de calor, devida ao metabolismo, e a perda de calor para o meio ambiente (Miguel, 2012).

O equilíbrio térmico é influenciado pela atividade física e isolamento do vestuário, bem como pelos parâmetros ambientais, ou seja, está sobre influência dos designados parâmetros base do ambiente térmico. Desta forma, a sensação térmica humana está essencialmente relacionada com o equilíbrio térmico do corpo humano como um todo (Fanger, 1986). Esta regulação da temperatura do corpo humano, termorregulação, é, muitas vezes, um problema no que toca a questões relacionadas com o ambiente térmico, uma vez que esta depende do sexo, idade, índice de massa corporal, taxa de gordura corporal, área de superfície do corpo, mecanismo de transpiração, diferenças hormonais, entre limites estreitos, através do controlo fisiológico do fluxo de sangue. Desde a produção de calor (nos músculos e tecidos internos) até à superfície de arrefecimento do corpo (Miguel, 2012). São estes mecanismos em interação com mecanismos comportamentais que permitem assegurar o equilíbrio térmico humano (Parsons, 2003). No entanto, quando os mecanismos fisiológicos não conseguem controlar eficazmente estas perdas ou ganhos excessivos de calor podem ocorrer situações de stresse térmico (Miguel, 2012). Na verdade o equilíbrio térmico é dinâmico, uma vez que, à medida que as condições externas se alteram, o organismo responde de forma a regular a temperatura interna do corpo (Parsons, 2003).

O equilíbrio térmico, como já havia sido referido, é conseguido de formas distintas sendo que, por este motivo os ambientes térmicos podem classificar-se em três tipos: frios, quentes ou neutros (Miguel, 2012). Os ambientes térmicos frios são os ambientes térmicos para os quais o organismo acionará meios de luta como diminuição da temperatura e do fluxo sanguíneo cutâneo e aumento do metabolismo. Todos os parâmetros ambientais considerados anteriormente podem contribuir para que esta situação ocorra com exceção da humidade do ar (Miguel, 2012). Os ambientes quentes representam o inverso dos frios no que se refere ao balanço térmico, obtido na base das trocas

convectivas e radiantes, sendo este positivo. Desencadeamento reações como aumento da temperatura e do débito sanguíneo cutâneo e sudação (Miguel, 2012). Por fim, um ambiente térmico neutro caracteriza-se por uma produção de calor metabólico equilibrada pelos desperdícios de calor sensível, pelas de calor respiratório e pela perspiração insensível, ou seja, o balanço térmico é igual a zero (Miguel, 2012).

#### **1.1.4 Avaliação Do Ambiente Térmico**

A avaliação do ambiente térmico, tal como todos os fatores que possam por em causa a saúde e o conforto dos trabalhadores, existe a necessidade de quantificação. Para tal, tanto a nível internacional como nacional foram criadas normas e leis direcionadas para esta avaliação.

## **1.2 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO APLICÁVEL**

A avaliação do ambiente térmico humano, segundo (Parsons, 2003), deve ser realizada tendo em conta vários aspetos, entre os quais, quantificar o ambiente (parâmetros de básicos), analisar quais os seus efeitos (fisiológicos e psicológicos) e interpretar os valores obtidos, em termos de conforto, a saúde e o desempenho dos indivíduos expostos.

Com a finalidade de quantificar o ambiente, ou seja, medir os parâmetros básicos do mesmo é necessário medir, a temperatura do ar, a temperatura radiante, a humidade relativa e a velocidade do ar. É ainda necessário quantificar o metabolismo e o vestuário que podem ser obtidos através da ISO 7730:2005, com recurso a valores tabelados.

A exposição dos indivíduos a diferentes ambientes térmicos resulta, da mesma forma, em diferentes efeitos fisiológicos e psicológicos. Assim sendo, existem efeitos específicos em ambientes térmicos quentes e em ambientes frios, não esquecendo os moderados. Desta forma, é necessário avaliar segundo métodos distintos ambientes quentes, moderados e frios.

A ISO (*International Organization for Standardization*) desenvolveu várias normas com índices específicos para diferentes ambientes térmicos tal como podemos ver na Figura 1.1.

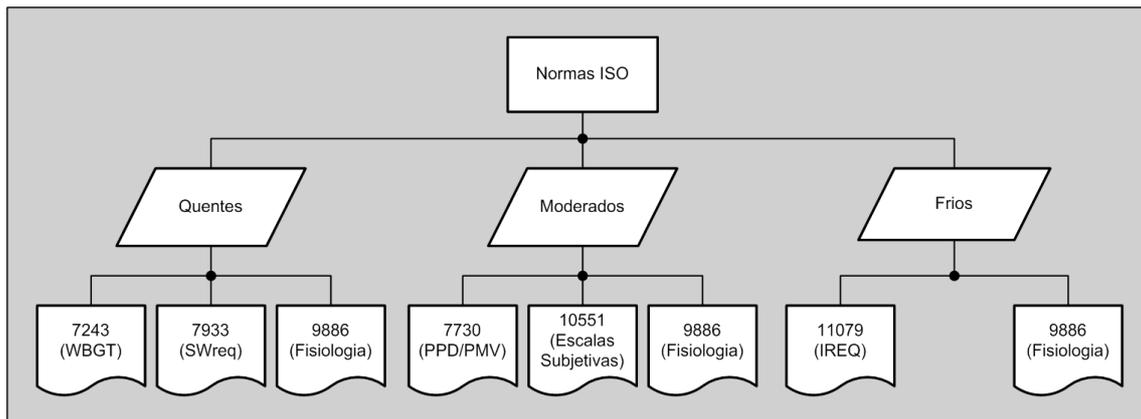


Figura 1.1 – Norma ISO, (adaptado de Parson, 2003).

Ainda dentro das normas específicas de cada tipo de ambiente existe a norma ISO 13732:2006 que nos especifica métodos para a avaliação da resposta humana ao contacto com superfícies quentes, moderadas ou frios, respetivamente, ISO 13732-1, ISO 13732-2, ISO 13732-3.

Para além dessas normas específicas existem também as designadas normas de apoio sendo que, como o próprio nome indica, auxiliam a aplicação dos diversos índices. A norma ISO 7726:1998 explica as técnicas de medição dos parâmetros básicos do ambiente térmico, especificando que estes devem ser medidos à altura da cabeça, abdómen e tornozelos. Por outro lado, a norma ISO 11399:1995 refere-se aos princípios e aplicações relevantes de normas internacionais. Por fim, as normas ISO 8996:2004 e a ISO 99200:2007 auxiliam, respetivamente, na determinação da taxa metabólica e na estimativa de isolamento térmico e resistência do vapor de água de um conjunto de roupas.

## 1.3 CONFORTO TÉRMICO

### 1.3.1 Definição

O conforto térmico é um fenómeno complexo e, portanto, é difícil de satisfazer todos os que se encontram no mesmo local, isto acontece devido às grandes diferenças entre as pessoas, tanto fisiológicas como psicológicas (Schellen, Loomans, Wit, Olesen & Lichtenbelt, 2012). Compreender aquilo que as pessoas sentem em relação ao frio é, ainda, bastante complexo e alvo de vários estudos.

Segundo a ASHARE (2004) o conforto térmico é a condição da mente que expressa satisfação com o ambiente térmico. Por sua vez, este pode ainda ser designado como um ambiente neutro para o qual os parâmetros fisiológicos que determinam a sensação de calor têm um valor ótimo ou dentro dos

limites de conforto, sendo estes, segundo Fanger (1973) citado por Miguel (2012), o débito de sudação e temperatura média cutânea. No entanto, Miguel (2012) acrescenta ser necessário não haver arrepios e secura nas mucosas bucofaringeas e ter a pele relativamente seca. Ainda para o mesmo autor é fundamental haver ausência de desconforto térmico no local. Por outro lado, a sensação térmica e conforto térmico são fenómenos bipolares, isto é, variam de desconfortavelmente quente ou morno para conforto ou sensação neutras, sendo algo em torno destes dois fenómenos (Parsons, 1993).

A Agência Europeia para a Segurança e Saúde no Trabalho, num relatório do Observatório de Risco (2005), identifica o desconforto térmico como um risco emergente, referindo ainda que o impacto do conforto térmico no stresse e no bem-estar dos trabalhadores não tem sido adequadamente avaliado, ou seja, é necessário dar mais importância a este risco. Para além disso estabelece relações entre o ambiente térmico e a produtividade e a incidência de acidentes e doenças profissionais.

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

### **1.3.2 Parâmetros Do Conforto Térmico**

Sendo o desconforto térmico um risco emergente nos dias hoje torna-se de extrema importância quantificá-lo. Os parâmetros básicos caracterizadores do ambiente térmico podem dividir-se em ambientais (temperatura do ar, temperatura média radiante, humidade relativa e velocidade do ar) e individuais (taxa metabólica e vestuário). Para além destas, existem outros fatores que podem ser considerados no momento de avaliar o conforto térmico, tais como, o processo de aclimatização e adaptação ou até mesmo o sexo e a idade.

### **1.3.3 Ambientais**

A norma ISO 7730:2005 foi criada especificamente para determinar e interpretar o conforto térmico, no entanto, é possível verificar que a mesma não recomenda valores concretos de temperatura do ar, velocidade do ar e humidade relativa para ambientes industriais.

As recomendações da temperatura do ar para que o tipo de atividade que o trabalhador está a desenvolver. Assim sendo, para trabalho ligeiro de pé e trabalho muito pesado as temperaturas devem situar-se entre os (18 °C) e os (15 °C), respetivamente.

Movimentações do ar superiores a (0,5 m/s) são desagradáveis mesmo quando o ar é quente, o desconforto causado por estas movimentações depende da direção do ar e das partes do corpo expostas (Franger (1972), citado por Kroemer & Grandjean, 1997).

Por sua vez, a ISO 7730:2005, indica-nos que a humidade relativa do ar se deve situar entre os 30 e os 70%. No entanto, segundo (Kroemer & Grandjean, 1997) a humidade relativa deve situar-se entre os 40 e 50% para garantir conforto a ocupantes de espaços interiores.

A radiação ambiente é considerada ótima quando a diferença entre a temperatura ambiente e a temperatura das paredes não excede 2 °C (Miguel, 2012). Segundo a ISO 7730/2005 a elevada assimetria da temperatura radiante é causa comum de desconforto local.

Em suma, Miguel (2012) apresenta-nos valores concretos de temperaturas do ar, velocidade do ar e humidade relativa para diferentes tipos de atividade como nos mostra a Tabela 1.1.

Tabela 1.1 – Valores de Parâmetros Climáticos para Diferentes Atividades (adaptado de Miguel, 2012).

TIPO DE ATIVIDADE	TEMPERATURA AMBIENTE (°C)			HUMIDADE RELATIVA (%)			VELOCIDADE DO AR (m.s <sup>-1</sup> )
	Mín.	Ót.	Máx.	Mín.	Ót.	Máx.	Máx.
Administrativa	18	21	24	40	50	70	0,1
Trabalho manual ligeiro, sentado	18	20	24	40	50	70	0,1
Trabalho ligeiro de pé	17	18	22	40	50	70	0,2
Trabalho pesado	15	17	21	30	50	70	0,4
Trabalho muito pesado	14	16	20	30	50	70	0,5
Trabalho ao calor radiante	12	15	18	20	50	70	1,0 – 1,5

### 1.3.4 Individuais

Estimar a produção de calor metabólico no organismo é fundamental para a avaliação de ambientes térmicos humanos. O metabolismo pode ser definido como o conjunto de processos bioquímicos que ocorrem no organismo quando este cria tecido vivo a partir de substâncias nutritivas

básicas e as transforma em energia (Rodrigues, 1978). Segundo Miguel (2012), quando o organismo está em repouso físico e intelectual produz uma quantidade mínima de calor, o metabolismo basal. Este deverá ser determinado a uma temperatura do ar de 20 °C, em jejum e após alguns instantes do despertar matinal (Miguel, 2012). O metabolismo ou taxa metabólica expressa-se em W/m<sup>2</sup> mas aparece muitas vezes expressa em Met, sendo que segundo a norma ISO 7730/2005, 1Met corresponde a 58,15 W/m<sup>2</sup>. Este pode ser determinado por calorimetria ou por calorimetria indireta (Parsons, 2003). No entanto, foram desenvolvidos estudos laboratoriais, segundo a norma ISO 7730, que tabelaram os valores de metabolismo em termos de tarefa desenvolvida, podendo estes ser facilmente utilizados. A nível industrial podem ser realizadas tarefas bastante distintas, assim sendo, podemos verificar os valores de metabolismo na Tabela 1.2.

Tabela 1.2 – Taxas Metabólicas, adaptado da ISO 7730:2005.

ATIVIDADE	TAXA METABÓLICA	
	(W/m <sup>2</sup> )	(Met.)
Encostado	46	0,8
Sentado (relaxado)	58	1,0
Atividade sedentária (escritório, habitação, escola, laboratório)	70	1,2
Atividade de pé ligeira (compras, laboratório, indústria ligeira)	93	1,6
Atividade de pé média (vendedor, trabalho doméstico, trabalho com uma máquina)	116	2,0
<b>CAMINHADO EM TERRENO PLANO</b>		
2 Km/h	110	1,9
3 Km/h	140	2,4
4 Km/h	165	2,8
5 Km/h	200	3,4

Ainda segundo a mesma norma o metabolismo pode ser determinado a partir de equação 1.1.

$$\textit{Metabolismo} = (\textit{Basal} + \textit{Postura} + \textit{Trabalho} + \textit{Movimento}) \times \textit{Superfície Corporal} \quad (\textit{Equação 1.1})$$

O vestuário constituiu um importante parâmetro na quantificação e interpretação do ambiente térmico sendo que este proporciona uma resistência térmica entre o corpo humano e o seu ambiente. O papel da roupa é manter o corpo num estado térmico aceitável, em diversos ambiente (Parsons, 1993). No entanto, o comportamento térmico de roupas numa pessoa (ativa) é complexo e dinâmico, não sendo totalmente compreendido e sendo difícil de quantificar (Parsons, 1993). O isolamento de vestuário é uma propriedade própria do vestuário e representa a resistência à transferência de calor entre a superfície da pele e da roupa. Este isolamento pode ser estimado a partir dos dados apresentados para combinações típicas de peças de vestuário (os valores são para isolamento térmico estático). Estes dados apresentados na ISO 7730:2005 foram obtidos após vários estudos de laboratório, geralmente em condições de repouso. Como tal, ainda não está claro como o isolamento das roupas pode diferir em condições de utilização dinâmica. O isolamento do vestuário é medido em unidades de “clo” (Gagge, Burton & Bazett, 1941 citado por Charles, 2003) que, efetivamente corresponde a  $0.155 \text{ K.m}^2.\text{W}^{-1}$ . A determinação deste isolamento tanto pode ser feito pelo conjunto de peças de vestuário utilizadas pelos trabalhadores no momento das medições, inventariado através de uma check-list ou por estimativa tendo em conta a estação do ano, o clima e o tipo de vestuário que se utiliza no local alvo de estudo (Charles, 2003).

Muitos estudos têm vindo a ser desenvolvidos no âmbito de se perceber se as características individuais como o sexo a idade têm ou não influência na temperatura corporal dos indivíduos. Fanger (1973), citado por Parsons (1993) concluiu que a temperatura neutra de um grande grupo de pessoas que não era dependente da idade, sexo, ciclo menstrual, a raça, a obesidade, a hora do dia, ou aclimação fisiológica. No entanto, este autor focou mais os estudos no género e na aclimação fisiológica. Estudos anteriores em que o género foi comparado, geralmente, suportam o pressuposto de Fanger que os homens e as mulheres têm em grande parte temperaturas neutras semelhantes. Em contradição Charles (2003) afirma que a sensação térmica dos indivíduos do sexo feminino vai mudar mais rapidamente do que a de homens, conseqüentemente, as mulheres tornam-se relativamente mais insatisfeitas com o seu ambiente térmico. No geral, os investigadores permanecem em desacordo quanto à importância prática das diferenças de sexo. Quanto à idade em média todos os homens e mulheres com mais de 40 anos preferem uma temperatura mais elevada que indivíduos com menos anos de idade (Fanger, 1972). Para o mesmo autor, tal facto pode ser explicado pelo metabolismo mais baixo das pessoas com mais idade.

### **1.3.5 Aclimação**

A aclimação é caracterizada por uma série de ajustes fisiológicos que ocorrem quando um indivíduo é sujeito a um determinado ambiente térmico. Assim sendo, os processos fisiológicos de um indivíduo podem adaptar-se, para criar uma temperatura neutra que se baseia no clima a que estão expostos. Este processo ocorre a nível fisiológico e é diferente de mudanças de comportamento ou expectativas que diferentes ambientes podem criar (Charles, 2003). Existem constatações de que a aclimação fisiológica pode influenciar a sensibilidade dos ocupantes a mudanças de temperatura. Sugere-se que ocupantes devidamente aclimatados são mais capazes de tolerar condições que são mais quentes ou mais frias do que neutras, em parte por causa de mudanças na taxa de suor e, portanto, são menos suscetíveis a encontrar as condições térmicas desconfortáveis. Por sua vez, para Miguel (2012) “quando o Homem está exposto ao calor de maneira repetitiva ou prolongada, desenvolve ajustamentos que lhe permitem suportá-lo melhor”. Ainda para o mesmo autor a aclimação provoca alterações tais como o aumento da sudação, diminuição da temperatura retal e estabilização da frequência cardíaca a um nível inferior. Um trabalhador é considerado não-aclimatado por um período máximo de quinze dias, passando após esse tempo a ser aclimatado. Este estado é prejudicado por uma interrupção prolongada de trabalho, sendo, por isso, a aclimação reversível (Miguel, 2012).

### **1.3.6 Adaptação**

O termo “adaptação” pode ser amplamente definido como a diminuição gradual na resposta do organismo quando exposto a um estímulo ambiental repetido, de tal modo o organismo se adapta para sobreviver a um determinado ambiente (de Dear & Brager, 1998 citado por Lin, 2008). No contexto do conforto térmico, esta adaptação pode compreender todos os processos que as pessoas possam desencadear para melhorar o ajuste entre o meio ambiente e as suas exigências (Nikolopoulou & Steemers, 2003). De tal forma, estes autores defendem que a adaptação pode ser dividida em três categorias diferentes: física, fisiológica e psicológica. Em termos físicos, os indivíduos podem abrir janelas, rodar um termóstato, alterar o seu vestuário, a sua postura, a sua posição e mesmo o seu metabolismo através do consumo de bebidas quentes ou frias.

De forma semelhante, um número crescente de investigadores reconheceu que o ocupantes interagem com os seus ambientes e que estes adaptam os seus comportamentos e expectativas em relação ao conforto térmico (Baker & Standeven, 1996; Benton, Bauman & Fountain, 1990; Brager &

de Dear, 1998; Cena, Spotila, & Avery, 1986; de Dear & Brager, 2001; 2002; Humphreys, 1994) de ajuste de sombreamento ou até mesmo mudanças nas roupas, movimentações para uma sala diferente e modificações nos níveis de atividade podem incluir esses comportamentos (Baker & Standeven, 1996; Brager & de Dear, 1998; Humphreys, 1994; Oseland & Humphreys, 1994 citados por Charles, 2003). Tais comportamentos podem mesmo resultar numa melhor aceitação por parte dos indivíduos em relação às temperaturas mais elevadas.

#### 1.4 MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO CONFORTO TÉRMICO

Fanger desenvolveu em 1970 um método de avaliação e análise de ambientes térmicos em que o grau de desconforto depende da carga térmica (Parsons, 1993). O modelo compreende dois índices baseado em teorias de termorregulação e equilíbrio térmico o PMV (*Predicted Mean Vote*) e o PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*). Segundo estas teorias o corpo humano desenvolve vários processos fisiológicos como a vasodilatação e a vasoconstrição periférica, sedação e tremores musculares, de forma a manter o organismo em equilíbrio térmico, ou seja que o calor produzido pelo metabolismo seja igual ao perdido pela pele e respiração.

O PMV representa o voto médio de um grupo significativo de pessoas em termos de sensação térmica, segundo uma escala com sete níveis (Tabela 1.3). Sendo que o zero representa o conforto, os níveis acima deste valor referem-se a sensações quentes e baixo a frias. Este voto médio foi obtido combinando as variáveis ambientais (temperatura do ar, temperatura radiante média, velocidade do ar e humidade relativa) com o metabolismo e o vestuário (Miguel, 2012).

Tabela 1.3 – Níveis de Sensação Térmica (adaptado de Miguel, 2012).

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

O índice PPD apresenta-nos uma previsão quantitativa do número de pessoas insatisfeitas com determinado ambiente térmico (Miguel, 2012). A insatisfação térmica é assim determinada de duas formas distintas, matemática (Equação 1.2) ou graficamente (Figura 1.2).

$$PPD = 100 - 95 \times e^{-(0,03353 \times PMV^4 + 0,2179 \times PMV^2)} \quad (\text{Equação 1.2})$$

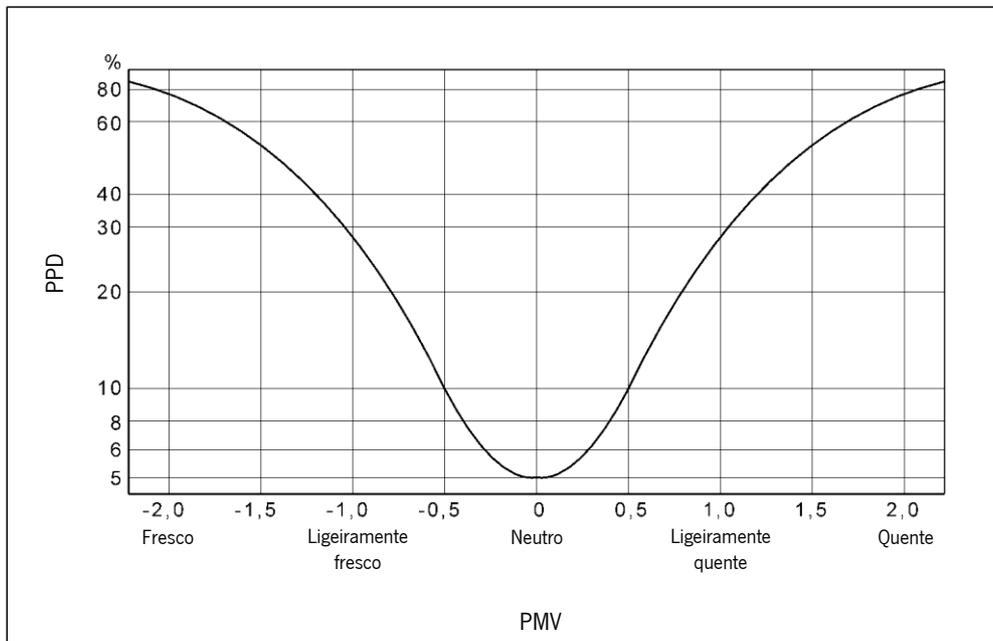


Figura 1.2 – Índice PPD em Função do Índice PMV, adaptado da (Miguel, 2012).

A insatisfação dos indivíduos obtida graficamente foi conseguida tendo como base estudos estatísticos abrangendo 1300 pessoas. Neste caso, e havendo uma relação entre os dois índices deste modelo, cinco por cento é a percentagens mais baixas de insatisfeitos que pode ser esperada (PMV = 0), (Miguel, 2012).

Este método deu origem à (ISO 7730:2005) indicando que para uma sensação de conforto térmico o valor limite de PMV está compreendido entre -0,5% para um PPD de 10%. Do mesmo modo este modelo foi também adotado pela *American Society of Heating, Refrigerating and Air-conditioning Engineers*.

A aplicação prática do modelo proposto por Fanger merece especial atenção, uma vez que se baseia num modelo matemático desenvolvido a partir de experiências em laboratório onde todas as variáveis foram medidas nesse contexto. Desta forma, medir essas mesmas variáveis em situações laborais concretas pode não garantir a mesma aplicação do modelo. Assim essas variáveis têm que ser

subjetivamente estimadas e isso pode gerar erros consideráveis na avaliação do conforto térmico. Vários autores põem em causa a validade deste modelo no que se refere às temperaturas de conforto utilizadas. Se por um lado Oseland (1995) após estudos realizados indica que existem diferenças entre as sensações térmicas descritas pelos participantes e as previstas pelo modelo, por outro, de Dear & Brager (1998) e Auliciems (1981) afirmam mesmo que o PMV sobrestima a temperatura de conforto. Assim sendo, Parsons (2003) põe em causa a credibilidade da utilização da (ISO 7730:2005) uma vez que esta pode revelar-se inadequada.



## Capítulo 2. IMPACTO DO AMBIENTE TÉRMICO NA CAPACIDADE COGNITIVA

---

### 2.1 Definição

Qualquer atividade humana é influenciada pelo ambiente do local onde é desenvolvida. A Psicologia Cognitiva, tal como Neisser a definiu em 1967 (citado por Galotti, 2004) é área da psicologia que se interessa pela forma como o ser humano processa informação, isto é, como o ser humano adquire, armazena, transforma, utiliza e comunica informação.

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 a capacidade cognitiva.

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 equivoco (Gaoua, 2010).

Este capítulo pretende apresentar uma revisão da bibliografia relacionada com a influência que ambientes térmicos considerados quentes, moderados e frios poderão ter na resposta cognitiva. Neste sentido, o capítulo está essencialmente organizado em três partes, sendo que na primeira é apresentada uma abordagem de interação entre o Homem e o contexto ocupacional, onde se focam aspetos como a importância da Ergonomia Ambiental neste contexto, e as exigências de ambiente ocupacional em termos de carga mental. Na segunda parte de capítulo apresenta-se uma explicitação dos conceitos relacionados com a função cognitiva. E na última parte, serão apresentados alguns estudos considerados relevantes nesta área.

### 2.2 Importância Ergonómica Da Avaliação Do Impacto Cognitivo

#### 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, 2012), 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 Ergonomia Ambiental, segundo (Parson, 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 continua 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, a 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. É tendo em atenção os fatores físicos, fisiológicos e psicológicos e psicológicos, que a Ergonomia Ambiental consegue fornecer soluções práticas para os problemas relacionados com a forma como as pessoas respondem ao ambiente (Parsons, 2000).

A Ergonomia Ambiental faz-se valer essencialmente de quatro tipos de métodos que lhe permitem avaliar a resposta humana ao ambiente: métodos subjetivos, medições objetiva, métodos comportamentais e de modelos da resposta humana (Parson, 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 aumentando. Um exemplo de trabalhos sedentários é o trabalho em escritório que, de acordo com (Lahlou, 1999), 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. De acordo com (Parson, 2003) 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 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 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 estímulo, e pelo processo denominado Top-down, em que o processamento é afetado pelo conhecimento e pelas expectativas do indivíduo (Eysenck, 1993).

Segundo Kromer & Grandjean (1997), o processamento de informação consiste na perceção, 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 a tomada de decisão. De forma a compreender os processos cognitivos envolvidos na perceção, 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 & Shefner (1981), citados por Eysenck (1993), “a perceção refere-se à forma como nós interpretamos a informação reunida e processada pelos sentidos”. A perceção 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 que a energia produzida pelas alterações no recetor através do estímulo, convertida em impulsos neuronais é então transmitida a níveis mais elevados do sistema nervoso central, onde é combinada com o conhecimento armazenado permitindo a perceção consciente do estímulo original (Eysenck, 1993).

Normalmente as pessoas estão expostas a um número de estímulos maior do que aquele que o sistema de perceção consegue processar (Kroemer & Grandjean, 1997). Como tal, os sistemas sensoriais estabelecem limites na capacidade de perceção das pessoas. Uma das mais importantes características do sistema de perceção, segundo (Eysenck, 1993), é o facto de conseguir organizar os estímulos confusos que chegam até si em informação organizada. A perceção espacial que permite a perceção tridimensional dos objetos, a perceção 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 sinônimo de concentração, outras vezes relacionado com a capacidade de selecionar uma parte de um estímulo para posterior análise. Alguns estudos sugerem a existência de uma relação entre atenção e o excitar 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 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 de 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 Conforto Térmico e Capacidade Cognitiva**

A função cognitiva intervém na percepção 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. De acordo com as evidências enumeradas 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. Podendo ser necessário 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 realizam 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 (Than & Willem, 2010), realizado com 96 jovens adultos num ambiente simulado de escritório, verificou-se que temperaturas do ar mais baixas que conduzam a sensação moderadas de frio levam a um aumento do nível de excitação, que é o estado mental preferencial no desempenho de tarefas que exigem atenção.

De acordo com (Gauoa, 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

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 (Parson, 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).

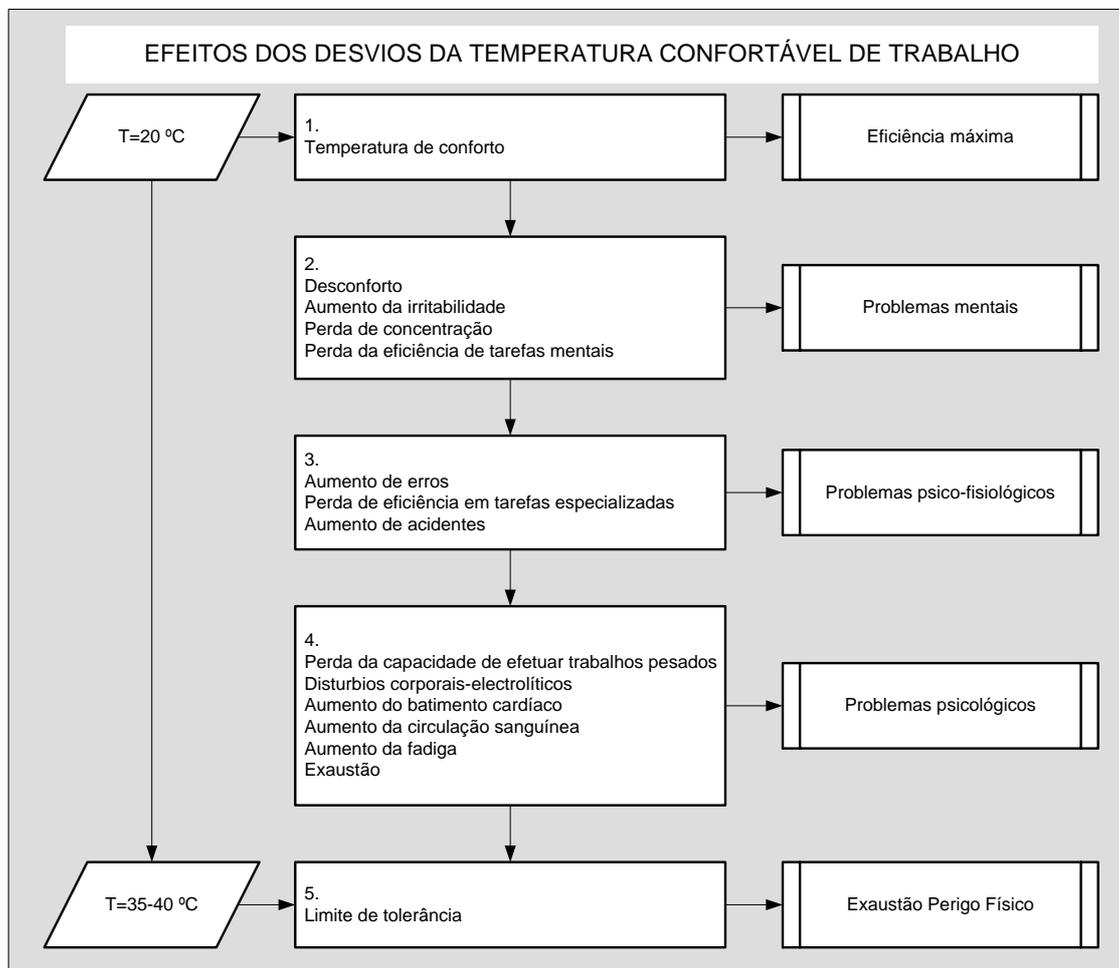


Figura 2.1 – Efeitos do Aumento da Temperatura (adaptado de Kroemer & Grandjean, 1997).

Gaoua et al. (2011), num estudo em que avaliaram as alterações no desempenho cognitivo durante exposição a temperaturas externas 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 Térmicos Moderados**

Parson (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 excitação, 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 excitação, 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 excitação e a um conseqüente relaxamento das pessoas. Fatores do desempenho cognitivo com um nível ótimo baixam de excitação, como por exemplo a memória e o pensamento criativo, 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 Térmicos Frios**

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 (Parson, 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 excitação 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.

### 3.1 Problemática Do Estudo

De acordo com (Silva, 2013; Jazizadeh, Marin, Becerik-Gerber, 2013; Urgursal, Culp, 2013), existem vários problemas relativos ao ambiente térmico na área da indústria e produção de energia.

O presente estudo foi realizado numa empresa de produção de energia elétrica. Nessa empresa existem sete conjuntos de geradores instalados nesta central e com a capacidade de 17,6 MW cada um. A capacidade total é de 119,5 MW. Um motor a diesel é a força motriz do alternador e cada alternador gera uma voltagem de 15 KV. A transformação 15kV/150kV é feita no ponto de alimentação.

No presente estudo, a zona de trabalho foi dividida em duas partes:

- Sala do gerador a diesel, abriga os alternadores de força motriz;
- Sala de controlo, toda a central é controlada a partir desta sala.

O desempenho num escritório é influenciado pela conjugação dos efeitos da acústica, climatização, iluminação e qualidade do ar (Rashid e Zimring, 2008). Estes aspetos são uma ameaça para a saúde dos funcionários, pois comprometem e prejudicam o bem-estar e, em particular, o desempenho dos mesmos (Parsons, 2000).

O primeiro estudo sobre a relação entre o desempenho cognitivo, a cronobiologia e o sono foi feito por Nathaniel Kleitman (1993). Este pioneiro na pesquisa designa o período de aproximadamente 24 horas sobre o qual se baseia o ciclo biológico de quase todos os seres vivos, sendo influenciado principalmente pela variação de luz, temperatura, marés e ventos entre o dia e a noite e o sono. Nathaniel Kleitman verificou uma variação na velocidade e grau de variação dos resultados de uma medição do desempenho ao longo do dia, concluindo que há um maior e melhor desempenho no período da tarde em perda para o período de final da tarde e noite (Kleitman, 1933).

### 3.2 Objetivo

O principal objetivo deste trabalho consiste em analisar e avaliar a influência que o ambiente térmico possa ter no desempenho cognitivo de trabalhadores que executem as suas funções em

ambiente ocupacional não controlado. Os objetivos específicos são:

- Avaliar e caracterizar o ambiente térmico a que os intervenientes estão expostos;
- Avaliar a sensação térmica dos intervenientes assim como, obter informação sobre a sua idade, peso, sexo e vestuário usual;
- Determinar a influência que o ambiente térmico tem na performance cognitiva dos intervenientes;
- Relacionar variáveis, temperatura do ar, humidade relativa e conforto térmico com desempenho cognitivo.

### 4.1 Local De Estudo E Amostra

O estudo realizou-se em duas salas de uma empresa de produção e distribuição de energia elétrica, a sala de monitorização de dados e a sala de máquinas, na Republica de Timor Leste, situada no subdistrito de Cristo Rei na localidade de Hera a 30 km da cidade capital Díli. É uma empresa relativamente recente, com cerca de quatro anos, tendo iniciado a sua atividade de produção e distribuição de energia para as localidades limítrofes no início do ano de 2010.

Nesta empresa desenvolvem a sua atividade profissional 20 trabalhadores, que desempenham as funções de operadores de eletricidade, operadores de manutenção de equipamento e controladores de distribuição de energia elétrica. Estão distribuídos por três turnos de oito horas diárias, o turno da manhã das 8 horas até às 16 horas, turno da tarde das 16 horas até às 24 horas e o turno da noite das 24/0 horas até às 8 horas. Os turnos são rotativos de dois em dois dias, durante seis dias trabalho consecutivo, seguindo-se dois dias de descanso.

Neste setor de atividade existe uma grande variedade de fatores ambientais a que os trabalhadores estão expostos. Desde a exposição ao ruído por via das máquinas existentes para a produção de energia, até ao ambiente térmico pela variabilidade das temperaturas internas e externas existentes no local de trabalho.

Na amostra do estudo participaram 12 trabalhadores. Os equipamentos utilizados foram os necessários para medição da temperatura ambiente interna e externa, e para a realização dos testes cognitivos.

### 4.2 Plano E Estrutura Do Estudo

Este estudo foi realizado num período de três meses, de janeiro a março de 2014, sendo que a recolha de dados decorreu durante quatro dias aleatórios de cada mês, perfazendo no total de 12 observações, repartidas pelos períodos da manhã e da tarde.

A metodologia utilizada no decorrer deste estudo teve como base e elaboração de dois questionários e a medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico em dois locais diferentes, na sala de controlo e na sala das máquinas.

Ao longo dos dias em que foram realizados os procedimentos anteriores houve também um registo das condições atmosféricas exteriores nomeadamente a temperatura e humidade relativa do ar.

O plano e a estrutura desta investigação, ou seja, o desenho do estudo encontra-se representado na (Figura 4.1).

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

- Primeiro foi necessário solicitar à Universidade Nacional de Timor Leste um pedido de autorização para a EDTL (Eletricidade de Timor Leste) para uma pesquisa na empresa Wartsila responsável pelo projeto energético da central elétrica de Hera, no âmbito de um trabalho de pesquisa para uma dissertação de Mestrado em Engenharia Humana;
- Seleção e definição dos locais (sala de monitorização e sala das máquinas) para o estudo na empresa, contacto e esclarecimento com os potenciais intervenientes para verificar a sua disponibilidade na participação no estudo;
- Aplicação de dois questionários aos trabalhadores, um relativo aos dados sociodemográficos de onde se procura saber informação pessoal (Ex: idade, género, altura, peso, estado de saúde, formação académica e profissão) e caracterização do local de trabalho (qual o tipo de postura, tipo de trabalho e que indumentária usava no trabalho);
- Definição dos locais de amostragem na sala de operações de controlo, os trabalhadores estão constantemente verificando os geradores, e na sala das máquinas ou geradores, os trabalhadores estão aguardando pelo tempo até 1000 horas para fazer reparações no motor-gerador elétrico;
- Aplicação dos testes de avaliação do desempenho cognitivo conjuntamente com o questionário ou entrevista direta aos trabalhadores que estão expostos com parâmetros de avaliação do Questionário 0 e Questionário 1;
- 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 humidade relativa no exterior.

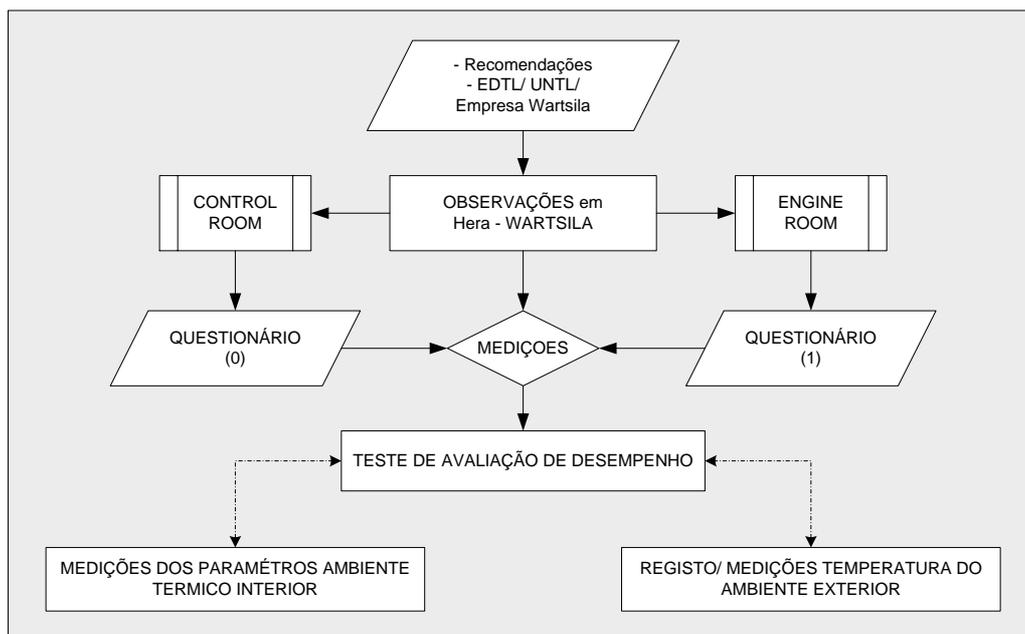


Figura 4.1 – Desenho do Estudo.

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.

### 4.3 Aplicação Dos Questionários

Segundo Nagel (Bervian, 2002), “em suma, método científico é a lógica geral, tácita ou explicitamente empregue para apreciar os méritos de uma pesquisa”. Se nem sempre existe a possibilidade de desenvolvimento de uma pesquisa rigorosíssima, existem estudos de ambiente térmico, nomeadamente com objetivos científicos que “obrigam” a que em cada fase se prepare, aplique e recolha os dados baseados no método científico, tendo em vista a eliminação de falhas que, eventualmente, potenciam o erro e consequentemente os resultados finais.

Os questionários foram desenvolvidos ao longo deste trabalho tiveram base em publicações já existentes, visando todos cumprir o objetivo principal desta investigação, avaliar a perceção da influência do conforto térmico na produtividade. No desenvolvimento dos questionários, foi realizado um pré-teste com cerca de 12 trabalhadores, com o objetivo de se detetar a necessidade de alterações ou correções. Assim sendo, foi redigida uma versão original com as questões formuladas e ordenadas

de maneira provisória. Segundo Zikmund (2006), este procedimento é importante, pois evita que o investigador se depare com erros de resposta ou interpretação equivocada das perguntas por parte dos participantes. Após a realização deste pré-teste verificou-se a necessidade de alteração de algumas questões tornando-as mais facilmente interpretáveis e simples.

Neste estudo foram aplicados os Questionário 0 e Questionário 1. O Questionário 0 visava a caracterização geral da amostra com a informação pessoal dos participantes e com informações sobre o estado de saúde a formação académica e a profissão.

Finalmente foi distribuído o Questionário 1 que tinha como objetivo, caracterizar a sensação térmica ao longo dos dias de observação, e percepção dos participantes relativamente à sua produtividade.

#### **4.3.1 Questionário 0**

Na primeira secção do Questionário 0, designada Caracterização Geral, é identificado o horário de trabalho de cada turno e determinado o local onde os trabalhadores estão nesse momento a trabalhar. Na parte Informação Pessoal colocaram-se questões de caracterização, tal como, a idade, o género, a altura e o peso, que são necessários no cálculo do metabolismo. Relativamente ao estado de Saúde foram colocadas questões sobre sintomatologia dos participantes relativamente a, por exemplo, dor de cabeça, náuseas, dor de garganta ou irritação nos olhos. Finalmente, pediu-se aos respondentes que indicassem a sua formação académica e a sua profissão.

#### **4.3.2 Questionário 1**

Na segunda etapa foi distribuído o Questionário 1 relativo ao Ambiente do Trabalho, com identificação do nome do participante tendo a finalidade de identificar as respostas dadas e possibilitar o cruzamento com os restantes questionários. De seguida solicitou-se a data por uma questão de gestão da informação recolhida ao longo dos vários dias de observação.

A avaliação do ambiente ocorre através do voto médio estimado dos ocupantes, o qual é uma resposta à escala de sensações térmicas, descritas na ISO 7730/2005 para a caracterização de ambientes térmicos neutros. Os limites a considerar na estão definidos na Tabela 4.1.

Tabela 4.1 – Níveis de Sensação Térmica Utilizados no Questionário 1 (adaptado de ISO 7730/2005).

<i>Exemplo</i>	<i>X</i>
Muito Quente	+3
Quente	+2
Ligeiramente Quente	+1
Neutro (nem quente nem frio)	0
Ligeiramente Frio	-1
Frio	-2
Muito Frio	-3

As preferências térmicas são basicamente o resultado da condição do corpo e espelham o estado fisiológico das pessoas com relação à sensação de ambiente térmico. Como a questão adicional, cada participante indicou “Como preferia estar agora?”, (ver Tabela 4.2). Assim sendo, os trabalhadores mostraram a sua opinião em relação ao seu conforto térmico naquele local.

Tabela 4.2 – Escala Subjetiva do Conforto Térmico (adaptado de Parsons K. C., 2003).

<i>Exemplo</i>	<i>X</i>
Muito mais quente	
Mais quente	
Ligeiramente mais quente	
Sem mudança (conforme estou)	
Ligeiramente mais fresco	
Mais fresco	
Muito mais fresco	

O Questionário 1 possui ainda como objetivo caracterizar o tipo de tarefa desenvolvida, o Vestuário, o tipo de Postura de trabalho, o uso de Equipamentos de Proteção Individual, com o intuito de quantificar o Metabolismo.

#### 4.4 Aplicação Dos Testes Cognitivo

A aplicação dos testes cognitivos foi realizada numa sala de reuniões em Hera *Power Plant*, que têm uma condição de temperatura ambiental favorável para estudos em condições de ambiente térmico controlado.

O período de observação foi dividido em duas partes, início do dia de trabalho e meio do dia de trabalho. Com um período de observação disponível de 12 dias, em cada dia foram realizados dois testes (teste A durante a manhã e teste B durante a tarde) e vice-versa (Tabela 4.3).

Tabela 4.3 – Sequência e Período de Aplicação dos Testes Cognitivos.

Observações	Período de Observação	
	Início do dia de trabalho	Meio do dia de trabalho
1º dia	Teste A	Teste B
2º dia	Teste B	Teste A
3º dia	Teste A	Teste B
4º dia	Teste B	Teste A
5º dia	Teste A	Teste B
6º dia	Teste B	Teste A
7º dia	Teste A	Teste B
8º dia	Teste B	Teste A
9º dia	Teste A	Teste B
10º dia	Teste B	Teste A
11º dia	Teste A	Teste B
12º dia	Teste B	Teste A

##### 4.4.1 Teste OddOne 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, 2014). O objetivo deste teste é conseguir identificar dentro de um conjunto de 9 padrões que surgem aleatoriamente, aquele que é diferente. Cada padrão é composto um conjunto de características, como por exemplo cor forma e número (Figura 4.2).

Durante o teste, após a apresentação das sequências de dígitos, o participante, ouve um sinal sonoro, e deverá introduzir, utilizando o teclado, os dígitos pela sequência em que eles foram apresentados.

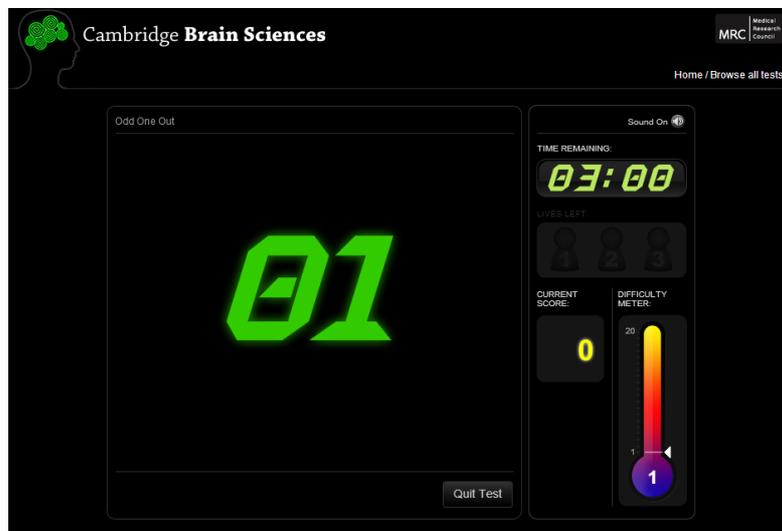


Figura 4.2 – Teste Odd One Out (retirado de Cambridge Brain Sciences, 2014).

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 aumenta também. A pontuação devolvida por este teste é a diferença entre o número de respostas corretas e o número de respostas erradas.

#### 4.4.2 Teste De Rotação

O segundo teste, chamado de teste de rotação mental ou inteligência, é inspirado no trabalho de Shepard & Metzler (1971) que foram os primeiros a introduzir tarefas de rotação mental ou inteligência na literatura psicologia, apresentando-se como um método de processamento cognitivo dessa capacidade. Este teste apresenta duas caixas, cada uma preenchida com quadrados com cor vermelha e verde, (Figura 4.3) sendo utilizado questionários sobre a equivalência entre as duas caixas. A complexidade da rotação vai aumentando ao longo no teste.

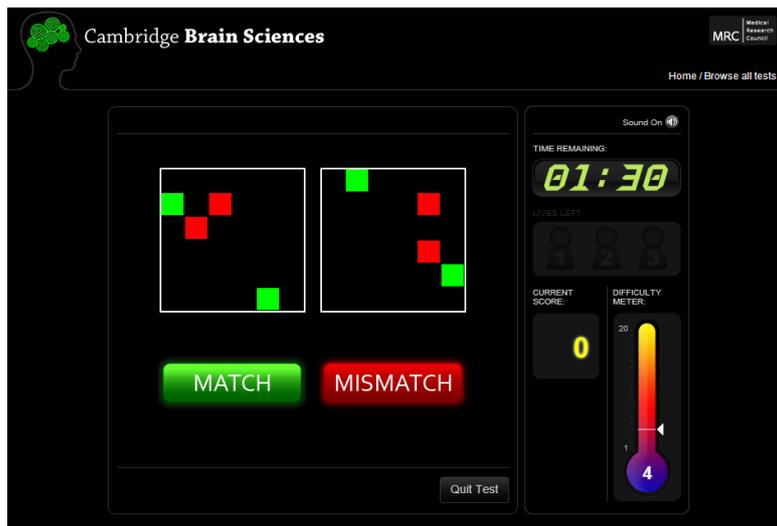


Figura 4.3 – Teste de Rotação (retirado de Cambridge Brain Sciences, 2014).

#### 4.4.3 Total Resultados Da Avaliação De Desempenho

Na observação de testes rotação no anterior, sobre avaliação de desempenho das pessoas, coloca-se à pontuação máxima na população em geral de cada pessoa que fazer esta tarefa. Os resultado total da avaliação de desempenho das pessoas são 94%, significa, o valor da máxima nesse testes no topo será e qual a 6% (Figura 4.4).

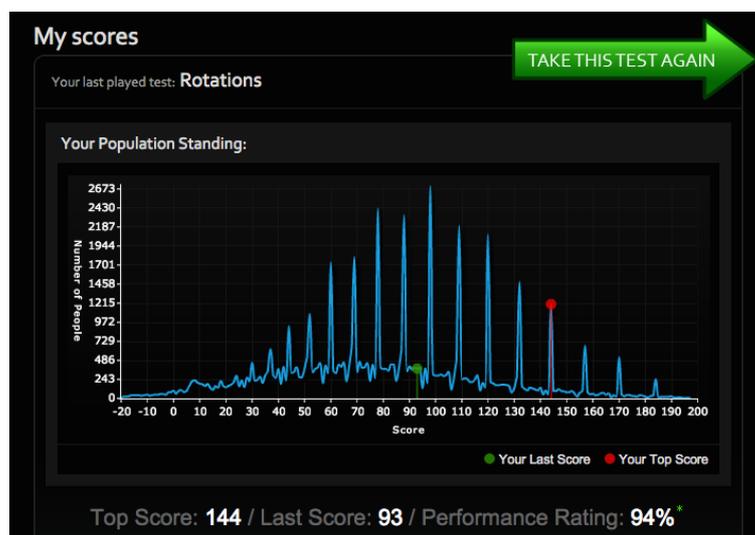


Figura 4.4 – Total de Resultados de Teste Cognitivo (retirado de Cambridge Brain Sciences, 2014).

#### 4.4.4 Total Resultados De Tempo Limite De Avaliação

Na seguinte observação total de tempo limite nesse teste de rotação, para avaliação de desempenho das pessoas, apresentar no gráfico linearmente com 12 observadores, e resultam valores mais alta é 144 e mais baixa de 40 valores, indica uma linha mais proporcionada ou “normal”, (Figura 4.5).

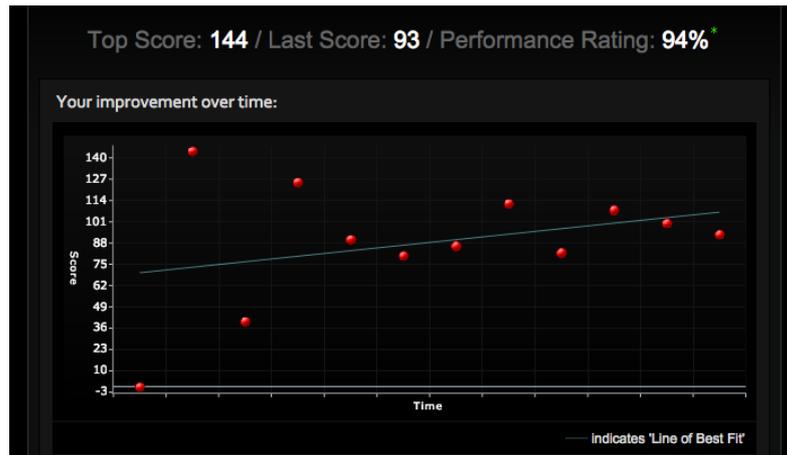


Figura 4.5 – Resultados Total do Tempo Limite de Teste Cognitivo (retirado de Cambridge Brain Sciences, 2014).

#### 4.5 Caracterização Do Ambiente Térmico

Este estudo de caracterização foi desenvolvido com recurso à medição dos seus parâmetros físicos do ambiente de trabalho, sendo estes a temperatura do ar, a temperatura radiante, e a humidade relativa.

As variáveis do ambiente térmico foram medidas todos os dias em que foram realizadas observações tanto no turno da manhã como no da tarde, uma vez que, estes são fixos.

Tanto a temperatura do ar como a humidade relativa foram medidas ao longo de cada turno, obtendo-se uma série de valores contínuos.

## 4.6 Métodos E Instrumentos De Medição

Na análise do ambiente térmico num posto de trabalho é necessário conhecimento diversificado, relativo a grandezas físicas e as características do ambiente de trabalho. Na caracterização do ambiente nos períodos frescos (manhã) e nos períodos quentes (tarde) é relevante o conhecimento da temperatura do ar e da humidade relativa, variáveis avaliadas ao longo da desta investigação.

O equipamento utilizado nas medições da temperatura e humidade relativa do ar, foi o multímetro da marca Krisbow e modelo: KW06-291 4 in 1, (S/N:926153618 *Multifunction Environment Meter*). Este equipamento foi cedido pela empresa Wartsila.

O estudo desenvolveu-se em duas etapas, a primeira etapa constou na obtenção de medições no exterior em ambiente natural, na segunda etapa decorreu em duas salas com a medição dos parâmetros do ambiente interior. Os pontos de medição foram escolhidos pela própria empresa de forma a não perturbar o ritmo de trabalho dos operadores, não sendo possível a aproximação requerida aos postos de trabalho e à posição assumida pelos trabalhadores.

Os equipamentos foram colocados na parte área designada, e mantiveram-se nesse local durante o período da medição.

- Medição no interior da sala, duração de tempo mínima de 30 minutos, com temperatura natural (sem utilizar equipamentos por exemplo ar condicionado ou ventilação, etc.);
- Medição na parte exterior, tempo de duração mínimo de 30 minutos, (medição ao ar livre);
- Medição em duas partes, de manhã entre as 09h00m - 10h00m, temperatura ambiente mais baixa, e na parte de tarde entre as 12h00m - 15h00m, com temperatura ambiente superior.

Para obter a Humidade Relativa (%HR), foi necessário proceder à calibração do multímetro entre 5 segundos até 1 minuto, para assegurar a estabilidade desta funcionalidade. (Figura 4.6).

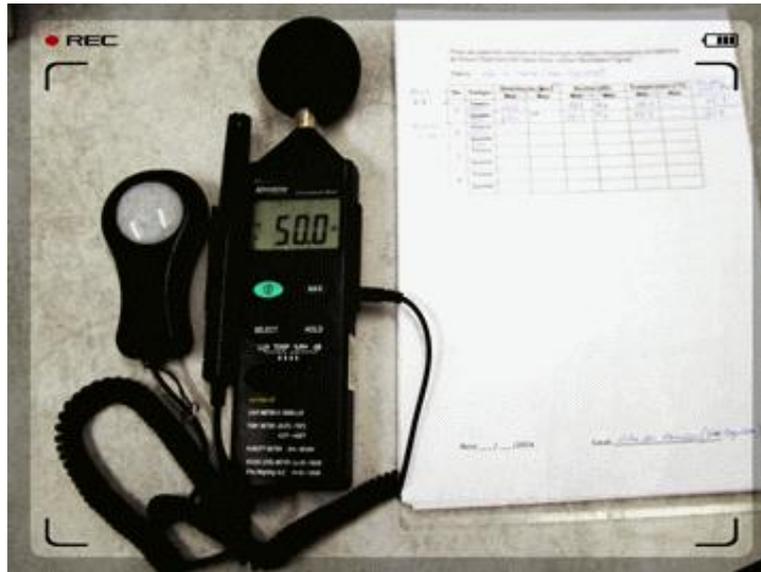


Figura 4.6 – Equipamento de Medição dos Parâmetros Físicos do Ambiente Térmico (foto do autor).



### 5.1 Definições

Neste capítulo proceder-se à apresentação dos resultados obtidos ao longo do estudo, dividido em 5 secções. A primeira secção é relativa à caracterização do espaço/tarefa onde foi realizado o estudo. Seguida de uma caracterização da amostra representativa das duas principais áreas onde foram realizadas as medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico e aplicados os questionários 0 e 1. Após a caracterização do conforto térmico é apresentada uma análise descritiva das variáveis agrupadas por parâmetros físicos do ambiente térmico, características dos parâmetros individuais, e caracterizar o índice PPD-PMV de ambiente térmico. Seguindo-se a caracterização dos testes cognitivos, representação dos dois testes efetuados, teste de “Memória” e de “Rotação”, ou seja, a caracterização dos resultados dos testes cognitivos efetuados neste projeto. Por fim, na quinta secção temos a análise estatística e discussão dos resultados, que apresenta tanto testes de diferenças como de correlação.

O tratamento e a análise dos dados recolhidos foram feitos através da utilização do software IBM<sup>®</sup> SPSS<sup>®</sup> (Statistic Package for the Social Sciences), versão 20.

### 5.2 Caracterização do Espaço/Tarefa

Este estudo foi direcionado para as novas centrais elétricas do novo sistema de transmissão nacional de energia, a partir da central elétrica de Hera, criada, em 2010 (Figura 5.1).

Tendo por base o relatório do Governo da República Democrática de Timor-Leste, em 2011. O novo sistema de transmissão nacional de energia foi criado com o objetivo de organizar e regular o Sistema Nacional de Eletricidade (SNE), conforme definido no Decreto-Lei nº 13/2003, que estabelece as bases do SNE. Esta legislação levou à criação da Eletricidade de Timor-Leste (EDTL), como o fornecedor de eletricidade da nação, sendo os principais objetivos da EDTL:

1. Construção e desenvolvimento de infraestrutura no país; e
2. Providenciar, a preço acessíveis, a empresas e à população em geral, um variado leque de serviços de fornecimento de eletricidade com qualidade.

A figura 5.2, representa o diagrama de área construção e a instalação equipamentos de eletricidade. Tal como já havia sido referido ao longo do Capítulo 4, na zona do Gerador a Diesel, a sala de máquinas abriga todos os elementos do alternador de força motriz. O gerador de força motriz/alternador utilizado na Central de Hera é o motor a diesel Wartsila (W 18 V 46 C). Este motor é um motor turbo a quatro tempos, com refrigeração e com um sistema duplo de injeção direta de combustível. Na zona central do edifício encontra-se a sala de controlo, com oito divisões para cada conjunto de motor alternador, nomeadamente CFC1, CFC2....CFC8. Os detalhes, tais como a voltagem gerada, o fator de potência, frequência, corrente de carga, rpm do motor, etc. de cada conjunto são representados no painel de indicador das cabines.



Figura 5.1 – Power Plant Hera, 2014

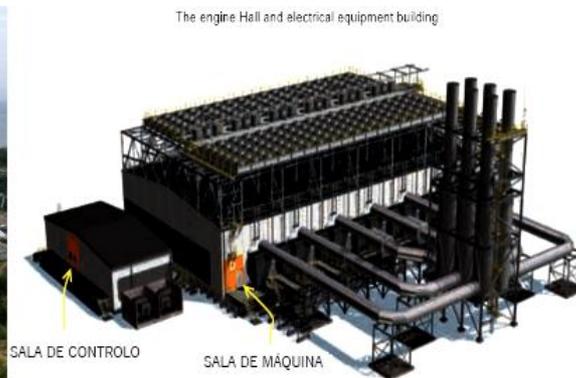


Figura 5.2 – Área de Trabalho em PPH, 2014.

O levantamento dos dados foi realizado nas duas salas diferentes da área de trabalho. (Figura 5.3). Área de trabalho na sala de controlo com a marcação (A), e na área de trabalho na sala de produção energia com marcação (B). O responsável dentro da empresa pela orientação deste estudo sugeriu os locais mais apropriados para a realização das medições dos parâmetros físicos do ambiente térmico e para a aplicação dos Questionário 0 e 1 aos participantes. Esta sugestão teve como base as queixas dos trabalhadores relativamente à sua sensação térmica no decorrer do horário de trabalho. Desta forma, foram tidos em conta feedbacks de sensações térmicas dos operadores. Assim sendo, e uma vez que são desenvolvidas tarefas semelhantes, foram escolhidos os pontos A e B para o presente estudo.

No local ponto A, os equipamentos utilizados na sala de controlo são: computador, impressora, monitor de imagens, telefone e rádio. Um grande painel do controlo longitudinal, posicionado em frente aos postos de trabalho proporciona a visão total da via e dos controladores automáticos e manual.

Durante o período de monitorização do sistema, não é necessário o comando dos operadores. Estes monitoram o sistema e permanecem em prontidão para o caso de ocorrer alguma anormalidade. Geralmente, neste período os operadores ficam sentados em posições mais relaxadas e a utilização do computador, rádio e telefone é bem menor que nos horários de pico. Quando necessário, os operadores passam informações aos pilotos, durante o período de monitoramento solicitam acompanhamento para deficientes físicos e o socorro para pessoas que sofreram algum mal súbito.

Nos horários de pico, onde o intervalo de tempo é reduzido (4 a 5 minutos), e durante a intervenção no sistema, a atenção que os operadores devem ter é maior. A utilização do rádio, do telefone e comandos via computadores são mais frequentes.

Área de trabalho na sala de produção energia, no local ponto B, os trabalhos de manutenção corretiva e preventiva são realizados quando cada uma destas máquinas completa 1.000 horas de trabalho, e iniciam com uma revisão geral do equipamento.

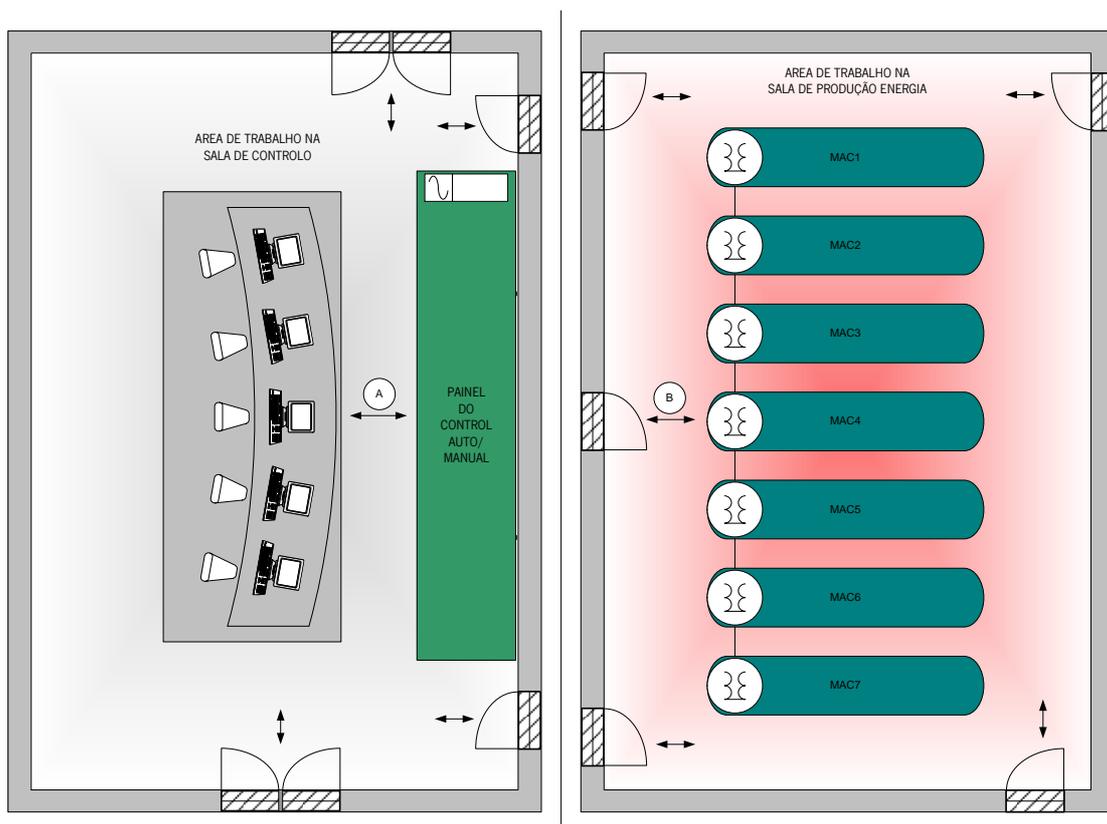


Figura 5.3 – Espaço na Área do Trabalho

### 5.3 Caracterização da amostra

Nesse estudo, por questões metodológicas, foram inquiridos 12 trabalhadores de duas salas de tipo A e B, distribuídos por dois turnos de trabalho, manhã e tarde.

Foram utilizados indicadores de estatística descritiva para representar uma análise uni-variada, no presente estudo foi analisada a distribuição da variável idade, peso e altura.

Participaram no presente estudo 24 indivíduos adultos com as seguintes medidas descritivas (Tabela 5.1).

- Medidas de localização de tendência central:

Média – de idade é 32 anos; o peso Máximo é de 67,67 kg; e a estatura Média é 166,17 cm;

- Medidas de localização de tendência não central:

Mínimo – de idade é 27 anos; o peso máximo é 54 kg; e a estatura mínima é de 155 cm;

Máximo – de idade é 40 anos; o peso máximo é 80 kg; e a estatura máxima é de 176 cm;

- Medidas de dispersão:

Desvio-padrão – em média, idade afasta-se da respectiva média em 3 anos da idade, o peso em 6,97 kg e a estatura em 6,155 cm;

O coeficiente de variação – a idade da dispersão do desvio-padrão em relação à média é de 10 Anos da idade, o peso é de 48,6 kg e a estatura é de 37,88 cm.

Tabela 5.1 – Estatística Descritiva (Idade, Peso e Estatura)

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Varição</b>
Idade (anos)	24	27	40	31,75	3,207	10,283
Peso (kg)	24	54	80	67,67	6,970	48,580
Estatura (cm)	24	155	176	166,17	6,155	37,884
N válido (de lista)	24					

Na Tabela 5.2, estão representados os valores de Metabolismo em (Watt), Humidade Relativa em (%) e Temperatura (°C), com as seguintes medidas descritivas.

Medidas de localização de tendência central:

Média – o metabolismo é 328,90 W; a humidade relativa é 60,5 %; e a temperatura é 30°C;

- Medidas de localização de tendência não central:

Mínimo – o metabolismo é 257,68 W; a humidade relativa é 37 %; e a temperatura é 24°C;

Máximo – o metabolismo é 417,65 W; a humidade relativa é 79 %; e a temperatura é 34°C;

- Medidas de dispersão:

Desvio-padrão – em média, o metabolismo afasta-se da respetiva média em 52,17 W, média a humidade relativa em 12 % e a temperatura em 2 °C;

O coeficiente de variação – o metabolismo da dispersão em média de desvio-padrão em relação à média é de 27 watt, a humidade relativa é de 133,6 % e a temperatura é de 6 °C.

Tabela 5.2 – Estatística Descritiva (Metabolismo W, HR % e Temperatura °C)

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>	<b>Varição</b>
W	24	257,68	417,65	328,90	52,17	2721,26
Humidade Relativa	24	37	79	60,47	11,559	133,621
Temperatura	24	24	34	29,68	2,464	6,070
N válido (de lista)	24					

Na Tabela 5.3, encontram-se resumida a estatística descritiva relativa à parte da manhã, os participantes são 12 pessoas, estão representados os valores de Metabolismo em (Watt), Humidade Relativa em (%) e Temperatura (°C), com as seguintes medidas descritivas.

- Medidas de localização de tendência central:

Média – o metabolismo é 328,90 W; a humidade relativa é 59,14 %; e a temperatura é 28°C;

- Medidas de localização de tendência não central:

Mínimo – o metabolismo é 258 W; a humidade relativa é 37 %; e a temperatura é 24°C;

Máximo – o metabolismo é 418 W; a humidade relativa é 79 %; e a temperatura é 32°C;

Tabela 5.3 – Estatística Descritiva (Metabolismo W, HR % e Temperatura °C a Manhã)

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
W	12	258	418	328,90	53,338
Humidade Relativa	12	37	79	59,14	13,721
Temperatura	12	24	32	28,17	2,302
N válido (de lista)	12				

Na Tabela 5.4, encontra-se resumida a estatística descritiva relativa à parte da tarde, os participantes são 12 pessoas, estão representados os valores de Metabolismo em Watt, Humidade Relativa em % e Temperatura °C, com as seguintes medidas descritivas.

- Medidas de localização de tendência central:

Média – o metabolismo é 328,90 W; a humidade relativa é 61,79 %; e a temperatura é 31°C;

- Medidas de localização de tendência não central:

Mínimo – o metabolismo é 258 W; a humidade relativa é 48 %; e a temperatura é 29°C;

Máximo – o metabolismo é 418 W; a humidade relativa é 79%; e a temperatura é 34°C.

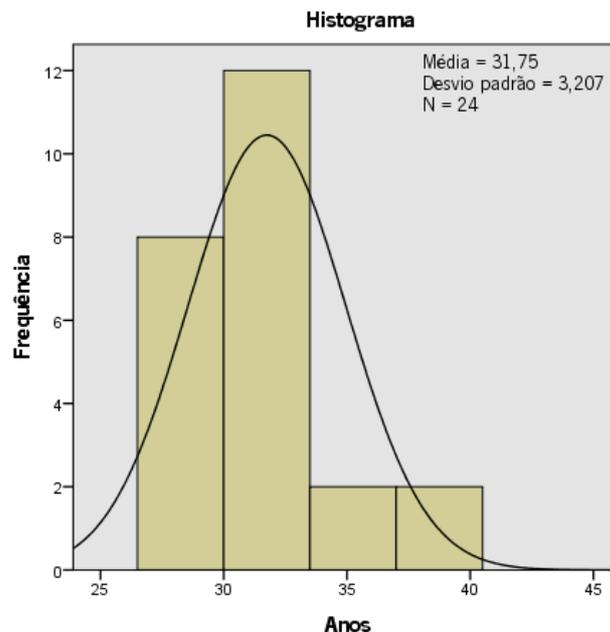
Tabela 5.4 – Estatística Descritiva (Metabolismo W, HR % e Temperatura °C a Tarde)

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
W	12	258	418	328,90	53,338
Humidade Relativa	12	48	79	61,79	9,343
Temperatura	12	29	34	31,18	1,558
N válido (de lista)	12				

Na representação por Histograma da Idade (Gráfico 5.1), é possível verificar 4 classes de amplitude. Os valores são relativos a 24 observações, com média 31,75 e desvio padrão é 3,207.

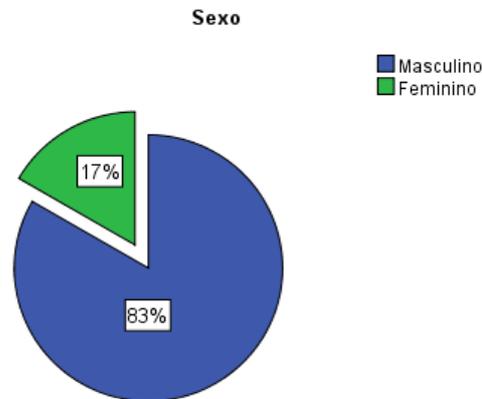
Com 50 % (12) de indivíduos com idade compreendidas entre 30 e 35 anos, mínimo 27 e com máximo de 40.

Gráfico 5.1 – Histograma de Frequências



No gráfico 5.2 representa-se a distribuição da população em relação sexo, que é maioritariamente masculino (83,3 %).

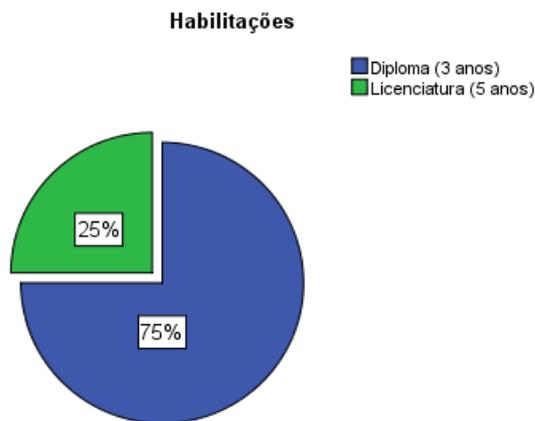
Gráfico 5.2 – Do Sexo



Relativamente à Saúde dos participantes, 100 % respondeu Não ter Problemas de Saúde.

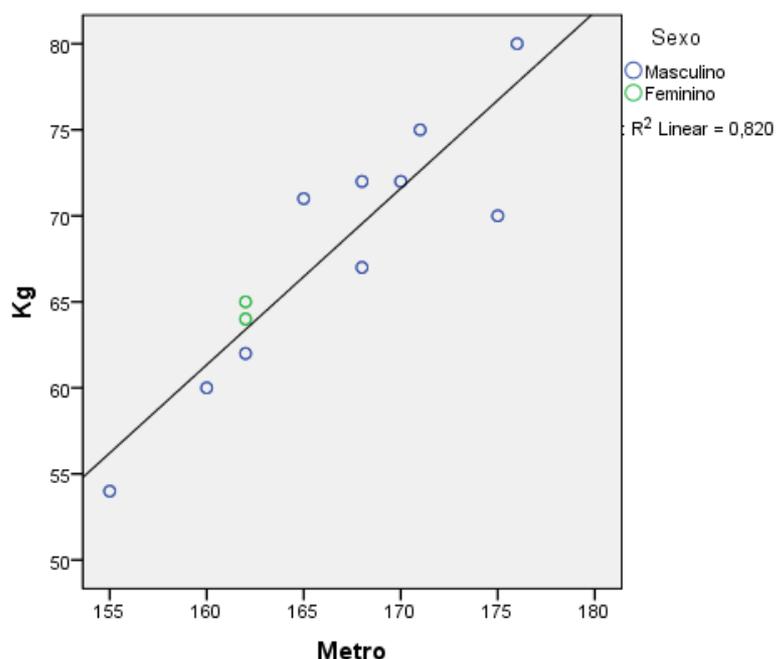
No que diz respeito à habilitação académica a maioria dos participantes apresenta grau de estudo licenciatura (75 %) e com três anos escolares, grau diploma, (25 %) (Gráfico 5.3).

Gráfico 5.3 – Habilitações



O diagrama de dispersão (ScatterPlot) é adequado para a representação da relação entre duas variáveis quantitativas. Por exemplo entre a Estatura e o Peso. No gráfico 5.4, essa relação é apresentada com distinção de sexos entre as variáveis. No caso de existir uma relação mais forte poder-se-ia apresentar, no mesmo gráfico, a reta de regressão e o coeficiente de determinação ( $R^2$ ). Neste caso o valor de R obtido foi 0,905 indicando uma relação positiva entre o peso e a estatura,  $F1 = (100,025, p < 0,001)$  isto é, quanto mais alto o trabalhador, mais pesado.

Gráfico 5.4 – Ligação entre a Altura e o Peso



## 5.4 Caracterização Do Conforto Térmico

### 5.4.1 Parâmetros Físicos

Os parâmetros físicos resultam de medições efetuadas no ambiente térmico interior e exterior da área de trabalho. Como já havia sido referido, a medições realizadas a manhã das 09 horas 00 minutos, e a tarde das 12 horas 00 minutos. Nestes espaços de trabalho foram realizadas medições nos meses de Fevereiro e Março nos turnos da manhã e da tarde.

De acordo com a metodologia, escolheram-se duas localizações na sala interior, e no exterior ao ar livre. Assim sendo, e de forma resumida existem medições da temperatura do ar e de humidade relativa, para as medições no interior e exterior da área de trabalho (Tabela 5.5).

Tabela 5.5 – Estatísticas descritivas da parte da manhã e da tarde.

<b>Manhã</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Temperatura do ar (°C)	12	24	32	28,17	2,302
Humidade Relativa (%)	12	37	79	59,14	13,721
N válido (de lista)	12				

<b>Tarde</b>	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Temperatura do ar (°C)	12	29	34	31,18	1,558
Humidade Relativa (%)	12	48	79	61,79	9,343
N válido (de lista)	12				

Na tabela 5.5, da parte da manhã, o mínimo da temperatura registado foi de 24°C. Segundo Miguel (2012) a temperatura mínima admissível para trabalhos ligeiros de pé encontra-se no 17°C, logo verificar-se que, o mínimo medido no local do estudo se encontra acima do indicador por este autor. O máximo da temperatura na parte tarde é 34°C, foi atingido em ambos os locais de observação, no entanto, na parte da tarde. Este valor encontra-se acima do valor indicado por (Miguel, 2012), de cerca de 22°C. No entanto, o valor máximo, encontram-se distante da temperatura ótima de 18°C, indicada para este tipo de trabalho (Miguel, 2012).

Na parte da manhã, o valor mínimo da humidade relativa situa-se nos 37%, enquanto o valor máximo na parte da manhã e da tarde, atingido foi de 79%, verificando-se, assim, uma grande diferença entre estes dois valores. Segundo (Miguel, 2012) a gama de valores a humidade mínima recomendada deve ser de cerca 30% e máxima de 70%, sendo que o valor ótimo será de 50%. As médias atingidas situam-se entre os 59,14% e os 61,79%, os valores ligeiramente afastados daquela que será a humidade ótima para este tipo de trabalho.

#### **5.4.2 Parâmetro Individuais**

No enquadramento teórico do presente estudo, o cálculo do índice PPD-PMW, baseia-se em parâmetros físicos do ambiente térmico, metabolismo e isolamento do vestuário (ISO 7730:2005). Por sua vez, para se obter o valor do metabolismo final foi necessário verificar qual a postura, movimento e trabalho que os participantes adotam no momento do desempenho das suas funções.

A tabela 5.6, 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 54 e 110 kg (M = 67,67; DP = 6,970), a estatura entre os 155 a 176 cm (M = 166,17; DP = 6,155), o vestuário entre os 0,39 e 1,17 Clo (M = 0,7825; DP = 0,18758), e o Metabolismo entre os 257,68 e o 417,65 watt (M = 328,90; DP = 52,17).

Tabela 5.6 – Características individuais dos participantes

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Média</b>	<b>Desvio padrão</b>
Peso (Kg)	24	54	80	67,67	6,970
Estatura (cm)	24	155	176	166,17	6,155
Vestuário (IClo)	24	,39	1,17	,7825	,18758
Metabolismo (W)	24	257,68	417,65	328,90	52,17
N válido (de lista)	24				

Os dados de metabolismo basal são (40 e 45), e a superfície corporal, representada por ( $A_{du}$ ) e com fórmula calculada de equação 5.1 (Parson, 2003), observa-se um valor médio de metabolismo muito maior é 328,90 W (Tabela 5.6), considera-se na tabela cálculo dos índices PMV-PPD, utiliza-se o valor máximo é 450 W.

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

$A_{du}$  = Superfície corporal ( $m^2$ );

$mc$  = massa do corpo ( $kg$ );

$ac$  = altura do corpo ( $m$ ).

Por fim, foi observado o tipo de vestuário que os participantes utilizam, sendo comum e obrigatório o uso de bata, fato-macaco, sapatos, luvas, capacete e proteção dos ouvidos, epis fornecidos pela empresa (Figura 5.4). Segundo a norma ISO 7730:2005 os valores recomendados deste tipo de isolamento devem encontrar-se entre 1,0 IClo, portanto na média entre estes valores na Tabela 5.6.



Figura 5.4 – Equipamentos de proteção individual (Safety handbook, 2011).

### 5.4.3 Índice PPD-PMV

Os índices PPD-PMV estão descritos na norma ISO 7730:2005 para a caracterização de ambientes confortáveis. De acordo com (Miguel, 2012) os limites a considerar são os seguintes:  $-0,5 < PMV < 0,5$  e  $PPD < 10\%$ .

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

Tabela 5.7 – Índice PPD-PMV do tempo fresco e quente

<b>Manha</b>	<b>Valores</b>	<b>Obs</b>
PMV	2,87	Muito calor
PPD	98 %	
<b>Tarde</b>	<b>Valores</b>	<b>Obs</b>
PMV	3,36	Muito calor
PPD	100 %	

Nesses valores obtidos do PMV nos turnos da manhã e a tarde, que surgem o valor máximo, Segundo o que é recomendado na ISO 7730:2005 devem situar-se entre os  $-0,5$  e os  $0,5$ , neste caso não acontece, o valor máximo obtido é de 2,87 Verificam-se no local deste estudo sensações térmicas muito quente.

Relativamente ao PPD podemos, de igual forma, verificar que os valores obtidos são extremamente elevados quando comparados com os 10 % recomendados na ISO 7730:2005, nomeadamente 100 % de pessoas insatisfeitas na parte da manhã e da tarde (Tabela 5.7).

## **5.5 Caracterização Dos Testes Cognitivos**

Os testes cognitivos foram realizados na sala de reunião, localizada ao lado da área de trabalho. A medição do ambiente térmico realizada na sala interior e exterior no ar livre, sem ar-condicionado e sem ventilação. Durações de tempo mínimo de 3 minutos, para os participantes se familiarizarem com os testes e perceber as regras, bem como os resultados finais.

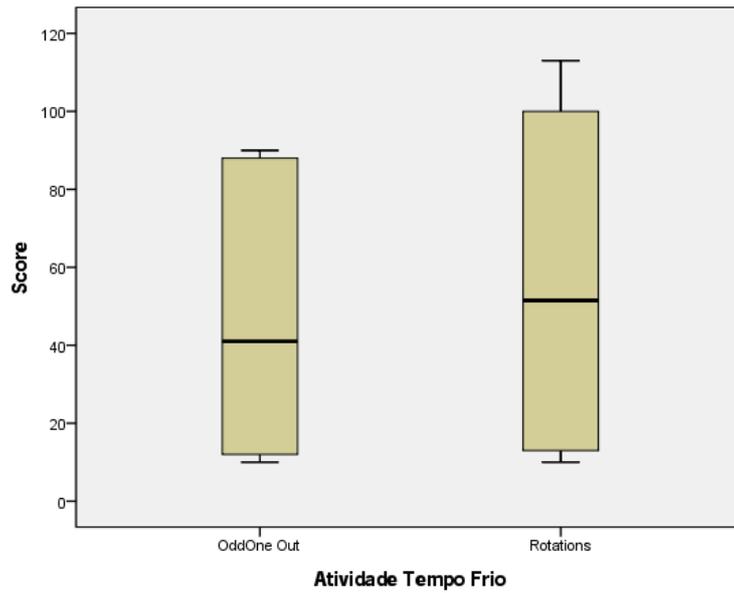
### **5.5.1 Teste Cognitivo**

Os testes cognitivos foram divididos em duas componentes distintas, um Teste de Memória (OddOne Out) e um Teste de Rotação.

### **5.5.2 Teste De Memória (OddOne Out)**

Os resultados de análise da estatística descritiva ao desempenho durante a manhã (Gráfico 5.5). No teste da memória (OddOne Out), média 47 pontos, o valor mínimo 10 pontos, e valor máximo 90 pontos. No teste de rotação, média 56,50 pontos, mínimo de 10 pontos, e máximo de 113 pontos.

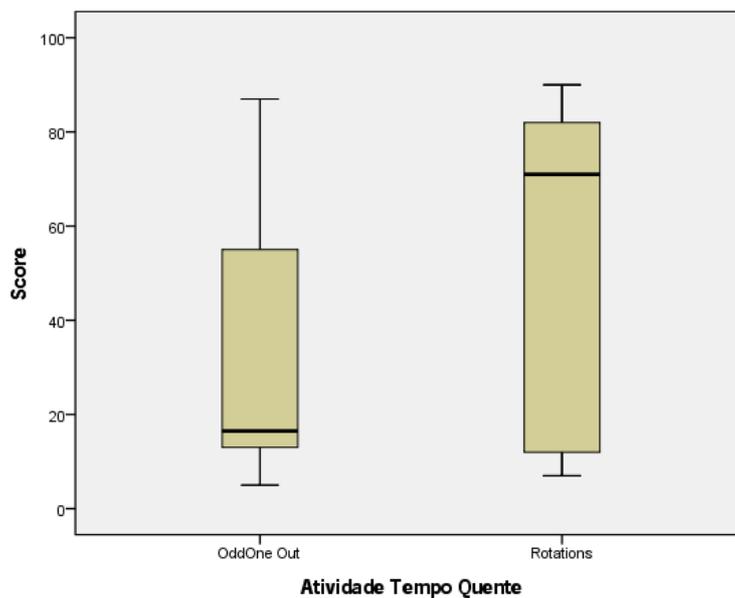
Gráfico 5.5 – Teste da Memória executado durante a manhã



### 5.5.3 Teste De Rotação

Resultados de estatística descritiva ao desempenho durante a tarde (Gráfico 5.6). No teste de memória (OddOne Out), média 32,17 pontos, mínimo 5 pontos, e máximo 87 pontos. No teste de rotação, média de 55,50 pontos, mínimo 7 pontos, e máximo 90 pontos.

Gráfico 5.6 – Teste de Rotação executado durante a Tarde

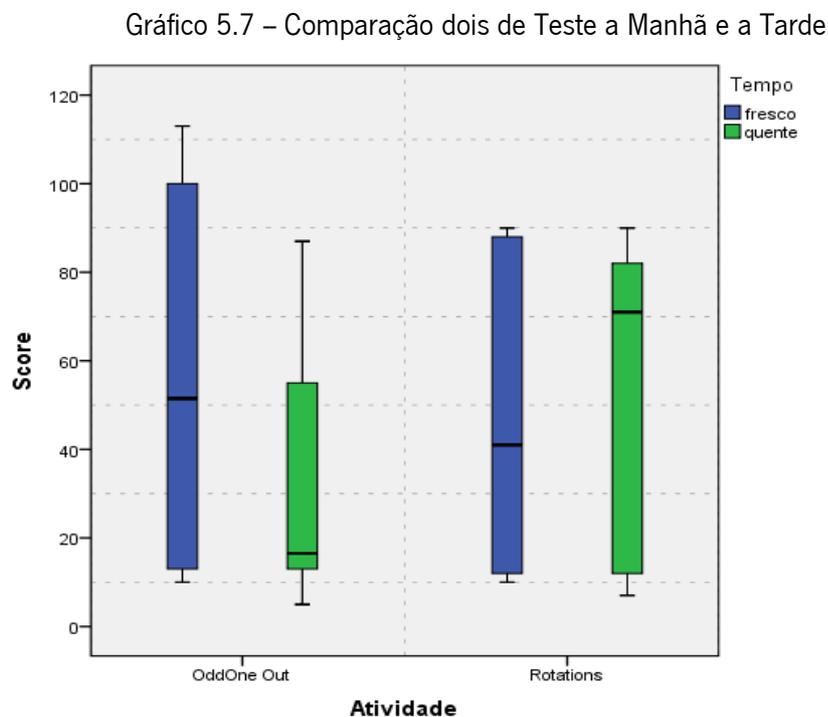


#### 5.5.4 Comparação De Dois Valores De Teste da Manhã e da Tarde

Os resultados seguintes visam a comparação do teste de Memória (OddOne Out) e do teste de Rotação, com os valores obtidos pelos 24 participantes (Gráfico 5.7).

Analisando comparativamente a média dos resultados obtidos no teste de memória, realizado em ambiente mais fresco (manhã), obteve-se uma média igual a 56,50 com desvio padrão de 48,69. Em ambiente mais quente (tarde) obteve-se uma média de 32,17 e um desvio padrão de 32,03.

Relativamente ao teste Rotação, realizado em ambiente mais fresco (manhã), obteve-se uma média igual a 47 com desvio padrão de 39,69. Em ambiente mais quente (tarde) obteve-se uma média de 55,50 e um desvio padrão de 37,04.



No gráfico 5.7, é possível verificar que, para os valores da mediana, o teste de memória no ambiente mais fresco (manhã) é 51,50 e que este valor desceu no ambiente mais quente (tarde) para 16,50 pontos. No que diz respeito ao teste de rotação, os valores da mediana no ambiente mais fresco (manhã) é de 41 pontos e com o ambiente mais quente (tarde) subiram para 71 pontos.

## 5.6 Análise Estatística E Discussão Dos Resultados

A análise estatística visa a persecução dos objetivos anteriormente estabelecidos tais como, a relação entre as variáveis de temperatura e de humidade, relativa ao ambiente mais fresco (manhã) e ao ambiente mais quente (tarde), e o desempenho cognitivo obtido no teste da memória e rotação pelos participantes. Nesse sentido foram realizados os testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis H que se aplicam para comparar as distribuições de duas ou mais variáveis pelo menos ordinais observadas em duas ou mais amostras independentes.

Como havia sido referido o índice PPD-PMV, foi medido em durante a manhã e a tarde de diferentes dias. Além disso, foram também avaliados os parâmetros físicos do conforto térmico e as sensações térmicas. Este estudo foi recomendado pela própria empresa, uma vez que havia queixas por parte dos trabalhadores relativamente ao conforto térmico. Assim sendo, tornou-se pertinente a aplicação de testes de diferenças a todas estas variáveis.

### 5.6.1 Parâmetros Físicos Do Conforto Térmico: Temperatura E Humidade Relativa, Pelo Tempo Fresco e Quente.

Neste estudo dos parâmetros físicos do conforto térmico revelou-se importante, verificar se efetivamente existiam diferenças significativas entre a temperatura do ar e a humidade relativa do ar nos turnos de trabalho (Manhã e Tarde).

O teste não-paramétrico de Kruskal-Wallis, foi aplicado para todos os parâmetros sendo o teste de hipóteses:

H0: As duas amostras têm distribuições idênticas.

H1: As duas amostras têm distribuições diferentes.

Na tabela 5.8, verifica-se que existe uma classificação estaticamente significativa entre os parâmetros físicos de temperatura e humidade relativa, respetivamente no tempo realizações as testes nas condições (Manhã - Fresco) e (Tarde - Quente), totais dos participantes são 24 pessoas. Classificação de temperatura no primeiro dia em tempo fresca com 12 participantes, o valor médio das ordenações Mean Ranks (MK = 8,25) e o quente (MK = 16,75). Na seguinte classificações de humidade relativa com as 12 participantes, no tempo a fresca (MK = 12) e o quente (MK = 13).

Tabela 5.8 – Kruskal-Wallis Teste de Temperatura e Humidade Relativa

	<b>Tempo</b>	<b>N</b>	<b>Mean Rank</b>
Temperatura	1 Fresco	12	8,25
	2 Quente	12	16,75
	Total	24	
Humidade Relativa	1 Fresco	12	12,00
	2 Quente	12	13,00
	Total	24	

Os resultados do teste estatístico, baseado na tabela 5.9, com regras de decisão de estatística: Não rejeitar H0 (se Sig >  $\alpha = 0,05$ ); Rejeitar H0 (aceitar H1) (se Sig  $\leq \alpha = 0,05$ ).

As duas paramétricas do estudo nos locais de trabalho assumem distribuições diferentes tal como acontece em todos os outros parâmetros físicos do conforto térmico. Desta forma, é aceite a hipótese de temperatura ( $X^2_t = 8,708$ ) e a humidade relativa ( $X^2_{hr} = 0,121$ ) e rejeitada a hipótese nula, sendo que a nível significância de temperatura do ar é menor (Sig <  $0,003 \alpha = 0,05$ ), significa maioria diferenças de distribuições do ar nesses turnos, e o humidade relativa com nível maior de significância (Sig >  $0,728$ ) são idênticas de distribuições de amostras do locais de trabalho.

Tabela 5.9 – Teste de Estatística de Temperatura e Humidade Relativa (a e b)

	<b>Temperatura</b>	<b>Humidade Relativa</b>
Chi-quadrado ( $X^2$ )	8,708	,121
df	1	1
Significância Assintótica (Sig)	,003	,728
a. Kruskal Wallis Test		
b. Variável de agrupamento: Tempo		

### 5.6.2 Testes Cognitivos: De Memória E A Rotação.

Neste estudo de análise estatística revelou-se igualmente importante verificar se haveria diferenças significativas entre os resultados dos testes cognitivos, quando modificado o turno de trabalho (Manhã - Fresco) e (Tarde - Quente). Assim sendo as hipóteses mantiveram-se:

H0: As duas amostras têm distribuições idênticas.

H1: As duas amostras têm distribuições diferentes.

Nesse estudo analisando a tabela 5.10, verifica-se que existe uma correlação estaticamente significativa entre Score de memória o tempo (fresco: MR = 14,17) e no tempo (quente: MR = 10,83), a rotação o tempo (fresco: MR = 12,33) e no tempo (quente: MR = 12,67).

Tabela 5.10 – Kruskal-Wallis Test de Score

Teste	Tempo	N	Mean Rank
Memória	1. Fresco	12	14,17
	2. Quente	12	10,83
Rotação	1. Fresco	12	12,33
	2. Quente	12	12,67
Total		24	

O resultado do teste estatístico, baseado na tabela 5.11, com a mesma regra citadas anteriormente: Não rejeitar H0 (se Sig >  $\alpha = 0,05$ ); Rejeitar H0 (aceitar H1) (se Sig  $\leq \alpha = 0,05$ ).

No estudo dos testes não-paramétricos de Kruskal-Wallis desta forma, é aceite a hipótese de Score memória ( $X^2 = 1,350$ ; Sig > 0,245), no hipótese de Score rotação ( $X^2 = 0,014$ ; Sig > 0,907) e rejeitadas a hipóteses nula. Sendo que a nível de score máximo são idênticas do tempo de distribuições no local de trabalho.

Tabela 5.11 – Teste de Estatística de Score (a e b)

	Memória	Rotação
Chi-quadrado	1,350	,014
df	1	1
Significância Assintótica	,245	,907
a. Kruskal Wallis Test		
b. Variável de agrupamento: Tempo		



## Capítulo 6. CONCLUSÕES E PERSPECTIVAS FUTURAS

---

O presente estudo teve como objetivo principal avaliar o impacto do ambiente térmico na capacidade cognitiva dos trabalhadores de um posto de trabalho de monitorização e controlo de uma unidade de produção de energia. No presente capítulo apresentam-se as principais conclusões desse estudo. 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.

Neste estudo, da influência da exposição ocupacional a ambientes térmicos quentes no desempenho cognitivo, pretendeu-se avaliar e interpretar os resultados obtidos em termos de conforto e de desempenho de processos cognitivos como a memória de trabalho e de rotação. Assim, os objetivos preconizados foram alcançados, o que permitiu tirar algumas conclusões, que são enumeradas de seguida.

Relativamente ao parâmetro de estudo ambiente térmico, realizado em dois locais, os valores avaliados encontram-se, na generalidade, de acordo com os valores das gamas de conforto recomendadas pela norma (ISO 7730:2005). Ainda que, metade dos participantes se tenha revelado insatisfeitos com o ambiente térmico do seu local de trabalho.

As observações dos parâmetros físicos do ambiente térmico, ou seja, temperatura do ar e humidade relativa, permitiu concluir que estes parâmetros são em média superiores aos valores recomendados por Miguel (2012) no que se refere ao conforto dos trabalhadores. O mesmo acontece no que se refere ao isolamento do vestuário tendo como referência a ISO 7730:2005.

Da aplicação do índice PPD-PMV resultou sensações térmicas de “muito calor”, ultrapassando o estipulado na ISO 7730:2005 que nos indica que para uma sensação de conforto térmico os valores limites de PMV estão compreendidos entre -0,5% e 0,5% para um PPD de 10%.

De um modo geral verificou-se que a gama de temperatura aparentemente mais aceite como confortável pelos participantes é entre 20 e 25 °C. Com a temperatura inferiores de 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. E a gama de humidade mínima recomendada deve ser de cerca 30% e máxima de 70% (Miguel, 2012). Observou-se nos locais de trabalho, que o valor máximo de humidade relativa obtido foi de 79%, e máximo da temperatura foi de 34 °C tendo sido verificado existirem diferenças nas sensações reportadas ao nível do ambiente térmico mais quente.

Foram ainda verificadas diferenças estatisticamente significativas entre os valores de temperatura registados nos dois períodos de teste (Manhã versus Tarde). Em relação à humidade relativa, score do teste de memória e de rotação, não foi possível verificar diferenças significativas.

Neste estudo foi possível perceber as limitações próprias de um estudo realizado “in loco”, bem como algumas questões levantadas pelos resultados obtidos. Nesse sentido são apresentadas algumas sugestões para futuros trabalhos, no âmbito da área de investigação desta dissertação.

Verificou-se não ter sido possível obter conclusões consistentes devido ao tamanho da amostra, sendo portanto útil aumentar os tempos de medições, assim como o número de sujeitos envolvidos.

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 pois são fatores que podem interferir no desempenho cognitivo dos operadores.

Por fim, este estudo poderia ser melhorado com a avaliação da influência do ambiente térmico na produtividade, através da introdução de questões relacionadas com o esforço efetuado pelos trabalhadores para manter os níveis de produtividade quando se sentem termicamente desconfortáveis.

- 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.
- ASHRAE Standard 55-2004. (2004). Thermal environmental conditions for human occupancy. Ashrae Standard. Atlanta.
- 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.
- Baker, N., & Standeven, M. (1996). Thermal comfort for free-running buildings. *Energy and Buildings*, 23 (3), 175-182.
- Cervo A. L. & Bervian P. A. (2002). *Metodologia científica*. 5. Ed. São Paulo: Prentice Hall.
- Charles, K.E. (2003). Fanger's Thermal Comfort and Draught Models. *IRC Research Report RR- 162*.
- de Dear, R.J., & Brager, G.S. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, 27 (1), 83-96.
- 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.
- Environment meter: <http://www.krisbow.com/assets/pdf/482.pdf>
- Eysenck, M. W. (1993). *Principles of Cognitive Psychology*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Fanger, P.O. (1972). *Thermal Comfort*. 2a Edição, McGraw-Hill, New-York.
- Fanger, P.O. (1973). Assessment of man's thermal comfort in practice. *British Journal of Industrial Medicine*, 30, 313-324.
- Fanger, P.O. (1986) *Thermal Environment - Human Requirements*. *The Environmentalist*, 6 (4), 275-278.
- Fanger, P.O., & Toftum, J. (2002) Extension of the PMV model to non-air-conditioned buildings in warm climates. *Energy and Buildings*, 34 (6), 533-536.
- Gagge, A.P., Burton, A.C., & Bazett, H.C. (1941). A practical system of units for the description of the heat exchange of man with his environment. *Science*, 94 (2445), 428-430.

Galotti, K. M. (2004), *Cognitive psychology: In and Out of the laboratory*, Belmont, Wadsworth Publishing Company.

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 Center, ASPETAR, Qatar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar, Laboratoire de Psychologie et de Neurosciences Group IME, Paris, France, and Laboratoire Cognition Humaine et Artificielle, UFR de Psychologie, Univerver, 27(1), 1-9.

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.

Humphreys, M.A. (1994). Field studies and climate chamber experiments in thermal comfort research. *Thermal Comfort: Past Present and Future*, 52-72. Garston, UK: Building Research Establishment.

ISO 7726: 1998. (2002) 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.

Kleitman N, Titelbaum S, Feiveson P. The effect of body temperature on reaction time. *Am J Physiol* 1938;121:495–501.

Kleitman N. Studies on the physiology of sleep: VIII. Diurnal variation in performance. *Am J Physiol* 1933;104:449–56.

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). Optical thermal environment improves performance of office work. *Indoor Environment*, (January), 12-17.

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.

Miguel, A.S. (2012). Manual de Higiene e Segurança do Trabalho. 12ª Edição. Porto Editora.

Miller, G. A. (1956), «The magical number seven, plus or minus two: Some limits on our capacity for processing information», *The Psychological Review*, 66, pp. 81-97.

MRC Cognition and Brain Sciences Unit, (2014). Cambridge Brain Sciences.

Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35, 95-101.

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., Leppälüoto, 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.

Parsons, K.C. (1993). *Human Thermal Environments*. London: Taylor & Francis.

Pepler R, Warner R. 1968. Temperature and Learning: Na experimental study. Paper No 2089. Transactions of ASHRAE annual meeting, Lake Placid, 1967, pp. 211-219.

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.

Rodrigues, B. (1978). A Bioclimatologia e a Produtividade Laboral. *Revista do Instituto Nacional Meteorologia Geofísica*, 1 (1), 39-51.

Schellen, L., Loomans, M.G.L.C., Wit, M.H., Olesen, B.W. & Lichtenbelt W.D.M. (2012). The influence of local effects on thermal sensation under non-uniform environmental conditions – Gender differences in thermophysiology, thermal Comfort and productivity during convective and radiant cooling. *Physiology & Behavior*, 107 (2), 252-261.

Seppänen, O., William J.F., & Faulkner, D. (2005). Control of Temperature for Health and Productivity Offices. ASHRAE, 3 (Part 2), 680-686.

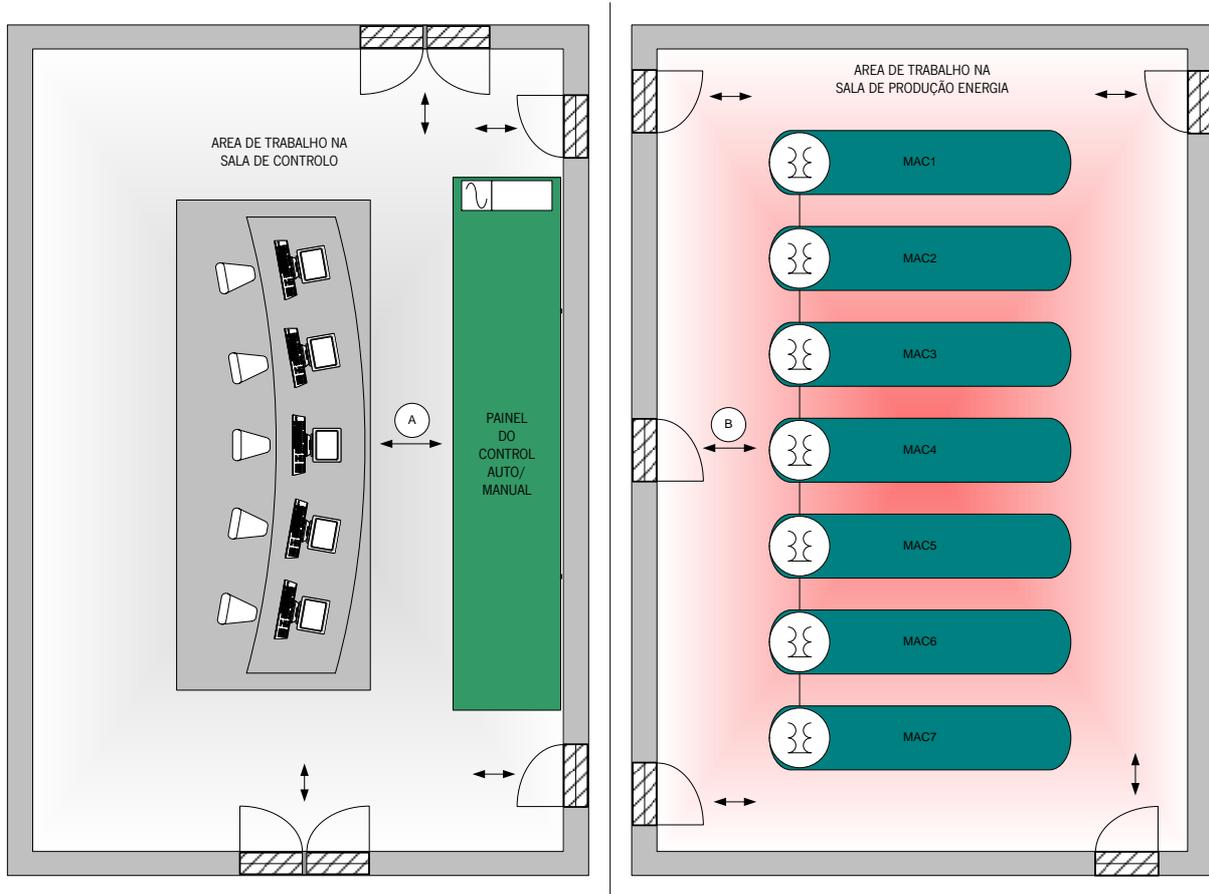
Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.

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.

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.

Zikmund, W.G. (2006). *Princípios da Pesquisa de Marketing*. São Paulo: Pioneira Thomson Learning.

## Anexo I – LOCALIZAÇÃO DOS ESPAÇOS DE AMOSTRAGEM



- A – Espaço de controlo de painel os operadores
- B – Espaço de trabalhadores na sala de produção máquina

## Anexo II – FOLHAS DE REGISTO DOS TESTES COGNITIVO

### INFORMAÇÃO PESSOAL:

Idade: \_\_\_\_\_

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

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

Sexo: Masculino [ ] Feminino [ ]

Tem algum problema de saúde crónica? *Sim* [ ] ou *Não* [ ]

Se *Sim*, qual? \_\_\_\_\_

Formação Académica: \_\_\_\_\_

Tabela 1: Metabolismo

Diária	Basal (W/m <sup>2</sup> )	Postura e Deslocamento do Corpo	Tipo de Trabalho
		1° 2° 3° 4°	
		Sentado <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Manual
		Ajoelhado <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	Ligeiro; Médio; Pesado
		De pé <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	1° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
1° Dia		Debruçado <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	2° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Data_		Andar ao mesmo nível	3° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Sem carga a 2 Km/h <input type="checkbox"/>	4° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
2° Dia		Sem carga a 3 Km/h <input type="checkbox"/>	
Data_	Homem <input type="checkbox"/>	Sem carga a 4 Km/h <input type="checkbox"/>	Com um braço
		Sem carga a 5 Km/h <input type="checkbox"/>	Ligeiro; Médio; Pesado
3° Dia	Mulher <input type="checkbox"/>	Sem carga de 10 Kg a 4 Km/h <input type="checkbox"/>	1° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Data_		Com carga de 30 Kg a 4 Km/h <input type="checkbox"/>	2° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
		Andar a subir	3° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
4° Dia		Subida com inclinação de 5°, 4 Km/h <input type="checkbox"/>	4° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
Data_		Subida com inclinação de 10°, 3 Km/h <input type="checkbox"/>	
		Andar a descer	Com dois braços
		Descida com inclinação de 5°, 5 Km/h <input type="checkbox"/>	Ligeiro; Médio; Pesado
		Descida com inclinação de 10°, 5 Km/h <input type="checkbox"/>	1° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
			2° dia <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

			3º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			4º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			Com o corpo			
			Ligeiro; Médio; Pesado			
			1º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			2º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			3º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
			4º dia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Tabela 2: Vestuário

Nº	Tipo de Vestuário	1º Dia	2º Dia	3º Dia	4º Dia
1	Roupa interior				
2	Chinelos				
3	Sapato				
	Meias				
5	Calções				
6	Calças				
	T-Shirt				
	T-Shirt c/ mangas compridas				
9	Fato-macaco simples				
10	Fato-macaco com duplo isolamento				

Tabela 3: Plano de aplicação dos testes de avaliação do desempenho cognitivo

Nº de dia	Período de observação do horário de trabalho	
	Fresco	Quente
1º Dia	TESTE A	TESTE B
2º Dia	TESTE B	TESTE A
3º Dia	TESTE A	TESTE B
4º Dia	TESTE B	TESTE A
NOTA	TESTE A: TESTE RACIOCÍNIO E TESTE B: TESTE DE CONCENTRAÇÃO	

Tabela 4: Resultado dos testes de avaliação do desempenho cognitivo

<b>Resultado dos Teste cognitivo Ambiente Térmico</b>							
<b>Nº de Dia</b>	<b>TESTE A</b>	<b>TESTE B</b>	<b>Tempo</b>	<b>t<sub>SECA</sub></b>	<b>t<sub>HÚMIDA</sub></b>	<b>t<sub>GLOBO</sub></b>	<b>Velocidade do Ar (m/s)</b>
1º Dia			Fresco				
			Quente				
2º Dia			Fresco				
			Quente				
3º Dia			Fresco				
			Quente				
4º Dia			Fresco				
			Quente				

Data de observação: \_\_\_ / \_\_\_ / 2014

Local: \_\_\_\_\_

## Questionário (0)

O estudo de presente questionário (0) e (1) insere-se no âmbito de uma tese do estudo e recolha de dados na produção energia eletricidade a ser desenvolvida em Hera Dili Timor Leste. O trabalho de estudo em questão visa a análise do conforto térmico associado ao seu local de trabalho, motivo pelo qual, a sinceridade das suas respostas é fundamental para garantir a veracidade dos resultados.

Não existem respostas certas nem erradas, sendo que todas as questões serão tratadas de forma confidencial.

Obrigado pela sua colaboração.

### 1. Caracterização geral

1.1. Assinale qual o turno que está neste momento a fazer

- |                          |                    |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | Das 8:00 às 16:00  |
| <input type="checkbox"/> | Das 16:00 às 24:00 |
| <input type="checkbox"/> | Das 00:00 às 08:00 |

1.2. Assinale qual o local onde está neste momento a trabalhar

- |                          |                        |
|--------------------------|------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Local A (Control Room) |
| <input type="checkbox"/> | Local B (Engine Room)  |
| <input type="checkbox"/> | Local C (_____)        |

### 2. Informação pessoal

2.1. Idade

- |                          |                  |
|--------------------------|------------------|
| <input type="checkbox"/> | Até 20 anos      |
| <input type="checkbox"/> | 21 a 40 anos     |
| <input type="checkbox"/> | Acima de 60 anos |

2.2. Género

<input type="checkbox"/>	Masculino
<input type="checkbox"/>	Feminino

2.3. Altura \_\_\_\_\_ (m)

2.4. Peso \_\_\_\_\_ (Kg)

### 3. Estado de saúde

3.1. Tem algum problema de saúde crónica?

<input type="checkbox"/>	Sim
<input type="checkbox"/>	Não

3.1.1. Se resposta “Sim” qual?

\_\_\_\_\_

3.2. Formação Académica: \_\_\_\_\_

3.3. Profissão: \_\_\_\_\_

## Questionário (1)

### 4. Ambiente do Trabalho

4.1 Como se sente neste preciso momento?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito frio	Frio	Ligeiramente frio	Neutro (nem quente nem frio)	Ligeiramente quente	Quente	Muito quente

4.2 Como está o ambiente térmico do seu posto de trabalho, neste momento?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Confortável	Ligeiramente Desconfortável	Desconfortável	Muito Desconfortável	Extremamente Desconfortável

4.3 Como preferia estar agora?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muito mais fresco	Mais fresco	Ligeiramente mais fresco	Sem mudança (conforme estou)	Ligeiramente mais quente	Mais quente	Muito mais quente

4.4 Como julga o ambiente térmico no seu posto de trabalho?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceitável	Não Aceitável

4.5 Na sua opinião este ambiente térmico é?

<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Perfeitamente tolerável	Ligeiramente difícil de tolerar	Razoavelmente difícil de tolerar	Muito difícil de tolerar	Intolerável

## 5 Vestuário

5.1 Assinale quais as roupas que tem vestido neste momento

<i>Tipo de Vestuário</i>	<i>X</i>
Roupa interior	
Sandálias/chinelos	
Meias	
Sapatos	
Botas	
Luvas	
Calções	
Calças	
T-Shirt	
T-Shirt com mangas compridas	
Fato-macaco simples	
Fato-macaco com duplo isolamento	

6 Qual e tipo de postura e de trabalho que desenvolve?

<i>Postura e deslocamento</i>			
Sentado			
Ajoelhado			
De pé			
Debruçado			
<i>Andar ao mesmo nível</i>			
Sem carga a 2 Km/h			
Sem carga a 3 Km/h			
Sem carga a 4 Km/h			
Sem carga a 5 Km/h			
Com carga de 10 Kg a 4 Km/h			
Com carga de 30 Kg a 4 Km/h			
<i>Tipo de trabalho</i>	<i>Ligeiro</i>	<i>Medio</i>	<i>Pesado</i>

Manual			
Com um braço			
Com dois braços			
Com o corpo			

## Anexo IV – CÁLCULO E TABELA DO METABOLISMO

O metabolismo foi calculado tendo como base a equação presente na ISO 7730:2005:

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

Assim sendo, a Tabela M.1 apresenta-nos os valores de metabolismo basal, postura, movimento e tipo de trabalho necessários para o metabolismo corporal total de cada participante. Por sua vez, na Tabela M.2 estão registados os resultados obtidos no Questionário A acerca da informação pessoal e tempos parciais em que cada participante adota determinada postura ou deslocamento e o metabolismo total.

M.1 – Valores utilizados para a determinação do metabolismo:

<b>Metabolismo Basal</b> <b>(W/m<sup>2</sup>)</b>	Mulher	Homem
		40
<b>Postura</b>	Sentado	
	10	
	De pé	
	25	
	Debruçado	
	30	
<b>Movimento de Andar</b>	Ao mesmo nível	
	60	90
	A descer	
	70	80
<b>Tipo de Trabalho</b>	Manual	
	30	40
	Com os dois braços	
	85	105

M.2 – Características individuais dos participantes, postura e movimento adotados e metabolismo total:

Participante	Peso (kg)	Altura (cm)	Superfície Corporal (m <sup>2</sup> )	Metabolismo global (w/m <sup>2</sup> )				Metabolismo (Watt)
				1	2	3	4	
				Basal	Postura	Andar	Tipo de Trabalho	
1	80	176	1,96	45	30	90	40	402,65
2	54	155	1,52	45	25	60	40	257,68
3	62	162	1,66	45	25	80	30	298,75
4	60	160	1,62	45	25	80	40	308,19
5	67	168	1,76	45	25	60	105	413,87
6	71	165	1,78	45	25	60	40	302,88
7	72	168	1,82	45	10	90	85	417,65
8	65	162	1,69	40	10	90	30	287,87
9	64	162	1,68	40	10	90	30	285,98
10	72	170	1,83	45	25	80	30	329,67
11	75	171	1,87	45	25	70	30	318,15
12	70	175	1,85	45	30	60	40	323,43

<b>TABELA DO METABOLISMO</b>	
<b>1. METABOLISMO BASAL</b>	<b>(W/m<sup>2</sup>)</b>
Homem	45
Mulher	40
<b>2. POSTURA E DESLOCAMENTO DO CORPO</b>	
Sentado	10
Ajoelhado	25
De pé	30
Andar ao mesmo nível	
Sem carga a 2 Km/h	60
Sem carga a 3 Km/h	90
Sem carga a 4 Km/h	120
Sem carga a 5 Km/h	150
Com carga a 10 Km a 4 Km/h	140
Com carga a 30 Km a 4 Km/h	205
Andar a subir	
Subida com inclinação de 5°, 4 Km/h	230
Subida com inclinação de 10°, 3 Km/h	300
Andar a descer	
Decida com inclinação de 5°, 5 Km/h	80
Decida com inclinação de 10°, 5 Km/h	70
Subir escada incli. 70° a 11,2 m de altura/minuto	
Sem carga; Com 10 Kg	310; 350
Subir uma escada vertical	
Sem carga; Com 10 Kg	380; 435
<b>3. TIPO DE TRABALHO</b>	
Manual	
Ligeiro; Médio; Pesado	15; 30; 40
Com um braço	
Ligeiro; Médio; Pesado	35; 55; 75
Com dois braços	
Ligeiro; Médio; Pesado	65; 85; 105

Com o corpo Ligeiro; Médio; Pesado	125; 190; 280

## Anexo V – ISOLAMENTO DO VESTUÁRIO

<b>Artigo de Vestuário</b>	<b>clo</b>
<b>Roupa interior</b>	
Cuecas	0,03
Boxers	0,10
Camisola cavilhada	0,04
T-shirt	0,09
Camisola interior de manga comprida	0,12
Cuecas e sutiã	0,03
<b>Camisas/blusas</b>	
Manga curta	0,15
Leve, manga comprida	0,20
Normal, manga comprida	0,25
Camisa de flanela, manga comprida	0,30
Blusa leve, manga comprida	0,15
<b>Calças</b>	
Calção	0,06
Leves	0,20
Normais	0,25
Flanela	0,28
<b>Vestidos/saias</b>	
Saias de Verão (leves)	0,15
Saias de Inverno (pesadas)	0,25
Vestido leve de manga curta	0,20
Vestido de Inverno de manga comprida	0,40
<b>Camisolas</b>	
Colete	0,12
Malha fina	0,20
Normal	0,28
Malha grossa	0,35
<b>Casaco</b>	
Verão	0,25
Casaco meia estação	0,35
Normal	0,30
<b>Fibra-Pele</b>	
Sobretudo	0,90
Calças compridas	0,35
Casaco	0,40
Colete	0,20
<b>Roupa de ambiente exteriores</b>	
Casaco	0,60
Casaco comprido	0,55
Parca	0,70
Macacão Fibra-pele	0,55

Diversos	
Meias	0,02
Meias pelo tornozelo grossas	0,05
Meias cano alto grossas	0,10
Meias calça de fibra	0,03
Sapato sola fina	0,02
Sapato sola grossa	0,04
Botas	0,10
Luvax	0,05
Bata	0,30

## Anexo VI – REGISTO DOS PARÂMETROS FÍSICOS DO AMBIENTE TÉRMICO

Nº.	Data	Tempo	Temperatura (°C)	Humidade relativa (%)
1	04-02-2014	Fresco	26,6	64,3
		Quente	28,8	60,7
2	05-02-2014	Quente	31,4	53
		Fresco	25,9	41
3	06-02-2014	Fresco	27,9	69,5
		Quente	28,9	63,8
4	07-02-2014	Quente	33,1	76,4
		Fresco	27,4	37
5	08-02-2014	Fresco	26,4	50,9
		Quente	30	55,1
6	11-02-2014	Quente	33	67,1
		Fresco	31,5	56
7	12-02-2014	Fresco	23,7	64
		Quente	30,4	56
8	13-02-2014	Quente	33,5	56
		Fresco	28,5	78,5
9	14-02-2014	Fresco	30,7	56
		Quente	31,7	58,6
10	17-02-2014	Quente	30,7	48,1
		Fresco	29,6	45,1
11	18-02-2014	Fresco	29,1	71,4
		Quente	30,7	78,8
12	04-03-2014	Quente	32	67,9
		Fresco	30,7	76