



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

António Gomes Fernandes

Caracterização do ambiente térmico
ocupacional dos Trabalhadores da
Indústria da metalomecânica (com
fundição)



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

António Gomes Fernandes

Caracterização do ambiente térmico
ocupacional dos Trabalhadores da
Indústria da metalomecânica (com
fundição)

Dissertação de Mestrado
Engenharia Humana

Trabalho efetuado sob a orientação do
Professor Doutor Nelson Costa

DECLARAÇÃO

António Gomes Fernandes

Endereço eletrónico: aafernandes@iol.pt

Telefone: +351 96 9974640

Número de Cartão de Cidadão: 03855748 7 ZZ0

Título dissertação:

Caracterização do ambiente térmico ocupacional dos Trabalhadores da Indústria da Metalomecânica (com fundição).

Orientador:

Professor Doutor Nelson Costa

Ano de conclusão: 2015

Designação do Mestrado:

Engenharia Humana.

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

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

Universidade do Minho, ___/___/_____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste ano de estudo e construção deste trabalho foram muitas as contrariedades e vicissitudes que surgiram provocando o desânimo e desalento. Todavia, com o incentivo e alento da minha família, professores, amigos e colegas foi possível agora e com um enorme sentimento de satisfação concluir este projeto.

Assim, expresso a minha gratidão a estas pessoas pela sua determinação e força que me proporcionaram nos momentos difíceis.

Ao Doutor Néson Costa pela confiança que depositou em mim, pela sua preciosa orientação e conselhos e conhecimentos transmitidos e que permitiram a concretização desta investigação.

À Doutora Celina Leão pela disponibilidade e ajuda prestada.

Ao meu irmão e família pela ajuda e disponibilidade na formatação deste projeto.

À minha mãe e em especial pelo seu carinho, alento e força e que possibilitou a realização deste trabalho.

À minha filha e família pelo apoio moral.

À Doutora Lídia Branco pela dispensa de tempo de trabalho e empenho na concretização deste projeto.

Aos meus colegas de trabalho pelo incentivo e apoio prestado nos momentos mais difíceis.

À administração da Firmago, SA e em especial ao Engenheiro Rui Silva e à Engenheira Regina pela colaboração e disponibilidade prestada e que permitiu a concretização deste trabalho.

Por fim, a todos os meus amigos e pessoas que me acompanharam ao longo deste ano.

RESUMO

O ajustamento macroeconómico assente numa economia de bens transacionáveis e estancamento da dívida pública como linhas principais a implementar. Assim, o relançamento da economia e a sua sustentabilidade obrigou à reflexão sobre como os recursos disponíveis e os meios permitirão às empresas competir e inovar criando produtos e serviços transacionáveis geradores de valor neste mercado globalizado, volátil e exigente.

A reindustrialização do País é, segundo alguns economistas, uma das portas para o relançamento sustentável da economia. Sendo esta reformulação um paradigma atual interessa perceber como se posicionará o homem neste novo ciclo em termos de condições físicas e psicológicas que lhe permita uma performance de segurança, higiene e saúde e as expectativas quantitativas empresariais do seu desempenho no trabalho.

Este estudo caracterizou 10 postos de trabalho, aonde prestam serviços 35 pessoas de forma direta numa nave fabril de fundição de alumínio.

A metodologia utilizada foi a seguinte: Levantamento *in loco* do *layout* da fábrica; Caracterização do *layout* dos postos de trabalho; Aplicação de questionários, observações e recolha dos registos de monitorização dos equipamentos de medição dos parâmetros físicos do ambiente térmico.

Do tratamento dos dados obtidos calculou-se os índices recomendados e normalizados na literatura da especialidade para ambientes de *stress* térmico quente e ou muito quente e que são: WBGT; PHS e TEN/TEC.

Os resultados obtidos permitiram concluir que as condições ambientais exteriores condicionam o ambiente térmico ocupacional no interior da nave e por posto de trabalho. Em geral, concluiu-se que nas condições em que se realizou o presente estudo, os índices wbggt e ten/tec não são os indicados para avaliar com precisão o *stress* térmico, mas sim o índice phs que parece ser mais sensível para este tipo de exposições a ambientes térmicos quentes.

Por isso, e para o setor da metalomecânica (com fundição de alumínio) demonstrou-se na presente dissertação que os índices wbggt e ten/tec não são adequados, pelo que há necessidade de encontrar um novo modelo de avaliação para ambientes em *stress* térmico quente.

PALAVRAS-CHAVE

Ambiente Térmico ocupacional, caracterizar, PHS, TEN/TEC, WBGT.

ABSTRACT

The macroeconomic adjustment is now based on an open economy and limitation of the public debt. Thus, the revival of the economy and its sustainability forced countries to reflect on the resources available and the means which allow companies to compete and innovate by developing value products and services to the globalized, volatile and demanding market.

The re-industrialization of the countries is, according to some economists, the door to the sustained economic recovery. This being change a new paradigm that one need to understand how to position the man in this new cycle of production, in terms of physical and psychological conditions allowing it to improve its performance, with safety, hygiene and preservation of health.

This study characterized 10 workplaces, with 35 workers, in an aluminium foundry.

The methodology used was as follows: Survey of the plant layout; Characterization of the layout of the workstations; Questionnaires development and application, observations and collecting records of the measurement of the thermal environment.

The processing of the collected data and the calculation of the recommended thermal stress indexes (WBGT, PHS and TEN / TEC).

The results obtained showed that external environmental conditions interfere with the occupational thermal environment inside the factory. In overall, it was concluded that the conditions in which the present study was conducted, the WBGT index and TEN / TEC are not recommended to accurately assess the heat stress. But, the PHS index seems to be more sensitive to this type of thermal exposure to hot environments.

Therefore, and for this specific metal industry (aluminium foundry) was found that the WBGT index and TEN / TEC sufficiently predict the workers heat stress so, a new evaluation model for heat stress in hot environments seems to be needed.

KEYWORDS

Occupational environment Thermal, Characterization, PHS, TEN / TEC, WBGT.

ÍNDICE

AGRADECIMENTOS	iii
RESUMO.....	v
ABSTRACT	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	xv
ÍNDICE DE TABELAS	xvii
LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS	xviii
1. ÂMBITO DO ESTUDO	21
1.1 INTRODUÇÃO	21
1.2 PERTINÊNCIA DO TEMA	21
1.3 ENQUADRAMENTO DO ESTUDO.....	23
1.4 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DA FUNDIÇÃO EM PORTUGAL.....	24
1.5 OBJETIVOS DO ESTUDO.....	26
1.6 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO.....	26
2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA	29
2.1 INTRODUÇÃO	29
2.2 PROBLEMÁTICA DOS AMBIENTES DE <i>STRESS</i> TÉRMICO E A EXPOSIÇÃO PROLONGADA/JORNADA DE TRABALHO DOS OPERADORES DE FUNDIÇÃO. 29	
2.2.1 Problemática de ambientes de <i>stress</i> térmico e as consequências	29
2.2.2 Exposição prolongada/jornada de trabalho dos operadores de fundição.....	31
2.3 CALOR E TEMPERATURA	32
2.4 VARIÁVEIS FÍSICAS DO AMBIENTE TÉRMICO	32
2.4.1 Ar húmido	32
2.4.2 Variáveis do Ambiente Térmico	33
2.4.2.1 Temperatura do ar (<i>ta</i>)	33
2.4.2.2 Temperatura radiante ou globo (<i>tg</i>)	34
2.4.2.3 Temperatura média radiante (<i>trm</i>).....	34
2.4.2.4 Humidade Relativa do ar.....	34
2.4.2.5 Velocidade do ar (<i>Va</i>).....	34

2.5	LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO SOBRE OS PRINCÍPIOS DE RISCO ASSOCIADOS AO <i>STRESS</i> TÉRMICO.....	35
2.6	TERMORREGULAÇÃO E METABOLISMO HUMANO	36
2.6.1	Termorregulação humana	36
2.6.2	Metabolismo humano	37
2.7	DIFERENTES ABORDAGENS DO TEMA E OS RISCOS PARA O DESEMPENHO E SAÚDE DOS TRABALHADORES	39
2.7.1	Variáveis de conforto térmico.....	39
2.7.2	Ambiente térmico e o desempenho cognitivo.....	39
2.7.3	Ergonomia ambiental	40
2.7.4	Ambientes quentes e desempenho cognitivo	40
2.8	MÉTODOS EXISTENTES PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS À EXPOSIÇÃO AO CALOR ELEVADO (<i>STRESS</i> TÉRMICO).....	41
2.8.1	Índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature Índice).....	42
2.8.2	Índice PHS (Prediated Heat Strain).....	43
2.8.3	TEN/TEC (Temperatura efetiva normal/Temperatura efetiva corrigida)	45
3.	METODOLOGIA	47
3.1	INTRODUÇÃO	47
3.2	POPULAÇÃO EM ESTUDO.....	48
3.3	ESQUEMATIZAÇÃO DO ESTUDO.....	48
3.3.1	Introdução	48
3.3.2	Monitorização e registos da temperatura do ar	49
3.3.3	Metodologia do estudo	50
3.4	CARACTERIZAÇÃO DO <i>LAYOUT</i> DA FÁBRICA.....	50
3.4.1	Introdução	50
3.4.2	Caracterização do <i>Layout</i> da nave de fundição.....	51
3.4.2.1	Fusão e vazamento.....	52
3.4.2.2	Linha moldação automática	53
3.4.2.3	Abate	54
3.4.2.4	Granalhadora	55
3.4.2.5	<i>Shake out</i>	56

3.4.2.5.1	Linha moldação automática	57
3.4.2.5.2	Linha moldação semiautomática	58
3.4.2.6	Acabamentos	58
3.4.2.6.1	Mesa	58
3.4.2.6.2	Serrote	59
3.4.2.6.3	Lixagem	59
3.4.2.7	Linha moldação semiautomática	59
3.4.2.8	Rebarbagem	61
3.4.2.9	Macharia	62
3.4.2.10	Moldação Manual	62
3.5	APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS	64
3.6	MONITORIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO	65
3.6.1	Equipamentos de medição	65
3.6.2	Utilização dos equipamentos de medição	66
3.6.3	Tratamento dos dados	66
4.	RESULTADOS – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO	67
4.1	INTRODUÇÃO	67
4.2	CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA	67
4.2.1	<i>Layout</i> dos postos de trabalho	67
4.2.2	Estruturação do trabalho vs. posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho por posto de trabalho	68
4.2.2.1	Fusão e Vazamento	68
4.2.2.2	Linha de moldação automática	69
4.2.2.3	Abate	69
4.2.2.4	Granalhadora	70
4.2.2.5	<i>Shake out</i>	70
4.2.2.5.1	<i>Shake out</i> da linha de moldação automática	70
4.2.2.5.2	<i>Shake out</i> da linha moldação semiautomática	71
4.2.2.6	Acabamentos	71
4.2.2.7	Linha de moldação semiautomática	72
4.2.2.8	Rebarbagem	72
4.2.2.9	Macharia	73

4.2.2.10	Moldação manual	73
4.2.3	Características individuais dos operadores.....	74
4.2.3.1	Categoria profissional	74
4.2.3.2	Idade.....	74
4.2.3.3	Sexo	75
4.2.3.4	Peso.....	75
4.2.3.5	Altura	76
4.2.3.6	Como considera pessoalmente as condições térmicas no seu local de trabalho	77
4.2.3.7	Há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar.....	77
4.2.4	Variáveis de conforto térmico.....	78
4.2.4.1	Período do dia em que sente mais calor no seu local de trabalho	78
4.2.4.2	Durante a sua atividade sente necessidade de procurar um local mais fresco para repor o seu conforto térmico	79
4.2.4.3	Em média qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho	79
4.2.4.4	Tem algum tipo de informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso.	80
4.2.4.5	Transpira no exercício da sua atividade.....	80
4.2.4.6	Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor.....	81
4.2.4.7	Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio	82
4.2.5	Parâmetros físicos do ambiente térmico em observação.....	82
4.2.5.1	Temperatura do ar.....	82
4.2.5.2	Temperatura húmida.....	83
4.2.5.3	Temperatura de globo	84
4.2.5.4	Velocidade do ar.....	85
4.2.5.5	Humidade relativa.....	86
4.3	ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO E PERCEÇÃO DOS TRABALHADORES QUANTO AO CONFORTO TÉRMICO NOS SEUS POSTOS DE TRABALHO.	87
4.3.1	Caracterização da população em estudo.....	88

4.3.2	Perceção dos trabalhadores quanto ao conforto térmico nos seus postos de trabalho	88
4.4	APRESENTAÇÃO COM ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS TRÊS ÍNDICES APLICADOS: WBGT, TEN/TEC E PHS	89
4.4.1	Análise de resultados por posto de trabalho dos índices em estudo	89
4.4.1.1	Fusão e vazamento (wbgt, ten/tec e phs)	90
4.4.1.2	Linha de moldação automática (wbgt, ten/tec e phs)	91
4.4.1.3	Abate (wbgt, ten/tec e phs).....	92
4.4.1.4	Granalhadora (wbgt, ten/tec e phs).....	93
4.4.1.5	<i>Shake out</i> (wbgt, ten/tec e phs).....	94
4.4.1.6	Acabamentos (wbgt, ten/tec e phs).....	95
4.4.1.7	Linha de moldação semiautomática (wbgt, ten/tec e phs)	96
4.4.1.8	Rebarbagem (wbgt, ten/tec e phs)	97
4.4.1.9	Macharia (wbgt, ten/tec e phs)	98
4.4.1.10	Moldação manual (wbgt, ten/tec e phs)	99
4.5.1	Análise subjetiva dos questionários	101
4.5.2	Resultados obtidos nos três índices.....	102
4.5.2.1	Análise estatística dos resultados obtidos nos três índices	105
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS	107
5.1	INTRODUÇÃO	107
5.2	PROPOSTA DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CORREÇÃO DOS RISCOS PARA A SAÚDE DOS OPERADORES EXPOSTOS	107
5.2.1	<i>Layout</i> da nave de fundição	107
5.2.2	Organização do trabalho, sobrecarga fisiológica e proteção individual.....	108
5.2.2.1	Sobrecarga fisiológica.....	108
5.2.2.2	Proteção individual	109
5.3	CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS.....	109
6.	BIBLIOGRAFIA.....	111
	ANEXO I – <i>LAYOUT</i> DA FÁBRICA.....	115
	ANEXO II – LISTA DE VERIFICAÇÃO	116
	ANEXO III – CARACTERIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO.....	119
	ANEXO IV – VESTUÁRIO.....	124

ANEXO V – CÁLCULOS – WBGT	125
ANEXO VI – CÁLCULOS – PHS	135
ANEXO VII – CÁLCULOS – TEN/TEC	145
ANEXO VIII – QUESTIONÁRIO	150
ANEXO IX – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO	153
ANEXO X – REGISTO DOS PARÂMETROS AMBIENTAIS	154
ANEXO XI – TABELAS SPSS – TESTES DE HIPÓTESES	155

ÍNDICE DE FIGURAS

Fig.1 - Forno português - fusão estanho.....	25
Fig.2 - Fatores que afetam a realização física.....	30
Fig.3 - Carta Psicrométrica.....	33
Fig.4 - ISO - Avaliação Ambiente Térmico	35
Fig.5 - Efeitos do aumento da temperatura.....	41
Fig 6 - Diagramas de temperatura efectiva.....	45
Fig.7 - Evolução da temperatura máxima e mínima no verão no período 1931–2014	49
Fig.8 - Desvios (em relação ao valor médio 1971-2000) da temperatura média no verão desde 1931.....	49
Fig.9 - Esquematização do Estudo.....	50
Fig.10 - Firmago.....	51
Fig.11 - Corte do <i>Layout</i> – Fusão e Vazamento.....	52
Fig.12 - Recolha para transferência de Alumínio e limpeza da torre fusora.....	53
Fig.13 - Forno auxiliar	53
Fig.14 - Corte do <i>Layout</i> – Linha moldação automática	53
Fig.15 - Linha moldação automática.....	54
Fig.16 - Corte do <i>Layout</i> - Abate.....	55
Fig.17 - Abate da Produção.....	55
Fig.18 - Granalhadora	55
Fig.19 - Corte do <i>Layout</i> - Granalhadora	56
Fig.20 - Corte do <i>Layout</i> – <i>Shake out</i>	57
Fig.21 - <i>Shake out</i>	57
Fig.22 - Corte do <i>Layout</i> – Acabamentos.....	58
Fig.23 - Serrotes	59
Fig.24 - Corte do <i>Layout</i> – Linha moldação semiautomática	60
Fig.25 - Linha moldação semiautomática.....	61
Fig.26 - Corte do <i>Layout</i> – Rebarbagem	61
Fig.27 - Rebarbagem.....	61
Fig.28 - Macharia	62
Fig.29 - Corte do <i>Layout</i> - Macharia.....	62
Fig.30 - Corte do <i>Layout</i> – Moldação manual	63
Fig.31 - Moldação manual.....	63
Fig.32 - Equipamentos de medição.....	65
Fig.33 - Categorias profissionais	74
Fig.34 - Distribuição da idade por posto de trabalho	75
Fig.35 - Sexo	75
Fig.36 - Distribuição do peso por posto de trabalho	76
Fig.37 - Distribuição da altura por posto de trabalho.....	76

Fig.38 - Diagrama de bigodes - distribuição da sensação térmica por posto de trabalho	77
Fig.39 - Antiguidade dos colaboradores.....	77
Fig.40 - Diagrama de bigodes - distribuição dos períodos do dia de mais calor	79
Fig.41 - Necessidade de procurar um local mais fresco	79
Fig.42 - Diagrama de bigodes - distribuição da média de água ingerida durante um dia de trabalho	80
Fig.43 - Informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso.....	80
Fig.44 - Diagrama de bigodes - média de transpiração durante um dia de trabalho.....	81
Fig.45 - Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor	81
Fig.46 – Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio.....	82
Fig.47 - Temperatura do ar no interior da nave fabril por posto de trabalho	83
Fig.48 - Temperatura húmida no interior da nave fabril por posto de trabalho.....	84
Fig.49 - Temperatura de globo no interior da nave fabril por posto de trabalho.....	85
Fig.50 - Velocidade do ar no interior da nave fabril por posto de trabalho	86
Fig.51 - Humidade relativa no interior da nave fabril por posto de trabalho.....	87
Fig.52 - Gráfico – Wbgt.....	102
Fig.53 - Gráfico – Ten/Tec.....	103
Fig.54 - Gráfico Phs / Ingestão de água	103
Fig.55 - Gráfico Metabolismo / Isolamento do vestuário.....	104
Fig.56 - Apresentação de resultados wbgt, ten/ tec, phs.....	104
Fig.57 - Apresentação da estatística de teste de Kruskal Wallis – wbgt, ten/ tec e phs.....	105
Fig.58 - Apresentação da estatística de teste de Kruskal Wallis – Isolamento de vestuário e metabolismo.....	105

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de referência de WBGT	43
Tabela 2 - Valores de referência diferentes critérios stress térmico e disfunções	44
Tabela 3 - Valores limite aconselháveis TEN/ TEC (° C) Metabolismo e aclimação.....	46
Tabela 4 - Registo da temperatura do ar.....	49
Tabela 5 - Linha de moldação Automática (valores médios)	69
Tabela 6 - Granalhadora (valores médios).....	70
Tabela 7 - Linha de moldação semiautomática.....	72
Tabela 8 - Ambiente térmico – Postos de trabalho	77
Tabela 9 - Período do dia em que sentem mais calor	78
Tabela 10 - Consumos de água por dia trabalho	79
Tabela 11 - Transpiração por dia trabalho.....	81
Tabela 12 - Temperatura seca no interior da nave de fundição.....	83
Tabela 13 - Temperatura húmida no interior da nave de fundição.....	84
Tabela 14 - Temperatura de globo no interior da nave de fundição.....	85
Tabela 15 - Velocidade do ar no interior da nave de fundição.....	86
Tabela 16 - Humidade relativa no interior da nave de fundição	87
Tabela 17 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Fusão e vazamento	90
Tabela 18 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Linha de moldação automática	91
Tabela 19- Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Abate	92
Tabela 20- Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Granalhadora	93
Tabela 21 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – <i>Shake out</i> ..	94
Tabela 22 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Acabamentos	95
Tabela 23 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Linha moldação semiautomática	96
Tabela 24 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Rebarbagem	98
Tabela 25 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Macharia ..	99
Tabela 26 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Moldação manual	100
Tabela 27 - Recomendações	108

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÓNIMOS

AC	Antes de Cristo
APF	Associação Portuguesa de Fundição
Art.º	Artigo
ASHRAE	<i>American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers</i>
ASHVE	<i>American Society of Heating and Ventilations Engineers</i>
CEE	Comunidade Económica Europeia
Clo	<i>Clothing measurement unit</i>
Cm	Centímetro, unidade de distancia do Sistema Internacional
°C	Grau Celsius, escala de medida para a Temperatura
DP	Desvio padrão, mostra a variação ou dispersão que existe em relação à média
EASHW	<i>European Agency for Safety and Health at Work</i>
EUA	Estados Unidos da América
HR	Humidade relativa
IBM SPSS	<i>Statistical Package for the Social Sciences</i> , software comercial de análise estatística desenvolvido e distribuído pela empresa <i>IBM</i>
Icl	Isolamento do vestuário
IPMA	Instituto Português do Mar e da Atmosfera
ISO	<i>International Organization for Standardization</i>
Kg	Quilo, unidade do Sistema Internacional de peso
KPa	Kilo Pascal, unidade de pressão do Sistema Internacional
Q	Calor
M	Metabolismo
m	Metro, unidade de distância do Sistema Internacional
m/s	Metro por segundo, unidade de velocidade do Sistema Internacional
NIOSH	<i>National Institute for Occupational Safety and Health</i>
n.º	Número
Pa	Pascal, unidade de pressão do Sistema Internacional
PHS	<i>Predicted Heat Strain</i>
Prt	Portaria
Q	Calor
RGSHTEI	Regime Geral de Segurança e Higiene do Trabalho em Estabelecimentos Industriais
s	Segundo, unidade de tempo, Sistema Internacional
séc.	Século
SI	Sistema Internacional
T	Temperatura

Ta	Temperatura do ar
TEN	Temperatura Normal Corrigida
TEC	Temperatura Efetiva Corrigida
Tg	Temperatura de Globo
Tmr	Temperatura média radiante
Tnh	Temperatura normal húmida
Tr	Temperatura radiante
Twn	Temperatura normal de Bolbo húmido
U.S.	<i>Unit States of America</i>
Va	Velocidade do Ar
W/m ²	Watt por metro quadrado, unidade de potência do Sistema Internacional
WBGT	<i>Wet Bulb Globe Temperature Index</i>
%	Porcentagem

1. ÂMBITO DO ESTUDO

1.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende expor a problemática do tema em estudo e a sua estrutura em forma e conteúdo. Assim, dividiu-se o capítulo em secções que respetivamente se designam em; 1.2-Pertinência do tema, 1.3- Enquadramento, 1.5- Enquadramento histórico da indústria da Fundição em Portugal 1.6- Objectivos do estudo, 1.7-Apresentação do trabalho.

1.2 PERTINÊNCIA DO TEMA

Na década de 80 do séc. passado, Portugal enveredou por apostar no setor dos serviços como objetivo estratégico da sua política económica em detrimento da agricultura, pescas e industria.

Com um mercado interno pequeno, com falta de recursos energéticos e financeiros, uma democracia muito jovem e na ressaca do seu processo de descolonização, adere à CEE em (1977). No seu reencontro com comunidade internacional, após um isolamento de décadas, procura o reposicionamento entre o seu passado cheio de história e os novos desafios que necessita, para que possa abrir as portas ao desenvolvimento da sua economia e com isso criar as condições de prosperidade e bem-estar do seu povo.

Do processo de adesão à comunidade económica europeia, obtém o acesso ao financiamento a fundo perdido e barato que necessitava para se desenvolver.

Nesta euforia, o País é lançado para as grandes obras públicas de modernização das suas infra-estruturas rodoviárias e de construção habitacional. A economia começa a crescer e o seu financiamento tornou-se apetecível e rentável para os investidores, estavam criadas as condições para gerar a riqueza necessária para que o País se desenvolvesse a um ritmo acelerado.

Estas políticas frágeis e de momento esgotaram-se e, os desníveis estruturais acumulados vêm ao de cima, mergulhando o País numa crise sem precedentes que, conjugada com a dos mercados financeiros derivados da bolha imobiliária e a saturação de produtos tóxicos a que estava exposto, têm o seu expoente máximo na crise financeira de 2008 (Prado, L 2009).

Com a economia em recessão, acentuou-se o aumento da taxa de desemprego e a forte redução de impostos a arrecadar. Com o pânico instalado e o fantasma da grande depressão no horizonte, alguns bancos centrais, caso dos EUA, União Europeia e Japão injetaram na economia liquidez, acompanhada de políticas fiscais expansionistas e também concederam apoios aos setores mais afetados (Prado. L 2009).

As alterações climáticas, os problemas sociais antes e depois da crise, os recursos financeiros e materiais escassos conjugados com os programas de ajustamento introduzidos, (reformas estruturais e

controlo dos défices), tornam-se os novos paradigmas que se colocam hoje aos países desenvolvidos (Vaz, M 2014).

Na ressaca da turbulência e incerteza e com os frágeis resultados a emergir das medidas tomadas de estancamento daquilo que podia ter sido a repetição da grande depressão dos anos 30 do séc. passado e que gerou nos mercados financeiros desconforto quanto às expectativas de reembolso e acréscimo do investimento realizado.

Os esforços conjuntos internos e externos interiorizam uma nova reflexão coletiva à escala global que permitisse objetivar novos horizontes de afirmação e prosperidade (Esteves, P. J. 2012).

No âmbito destes princípios é necessário o relançamento da economia que permita voltar a crescer, mas de forma sustentável, para isso, é necessário redirecionar as metas a atingir.

Portugal, volta hoje, por força da sua inércia e da conjuntura internacional, a sofrer uma autoridade feroz, por incapacidade própria, em resolver os seus problemas estruturais e de ajustamento da sua economia num ciclo mais favorável, a ter de o fazer agora em período adverso.

A redefinição dos seus objetivos de afirmação e recuperação da sua economia passam, hoje, pela economia do mar, um recurso acessível e vasto, agricultura e a reindustrialização (Rebelo, G. 2012).

Olhando para a economia portuguesa no passado, e em período controverso da sua história recente, pode afirmar-se que houve setores da sua frágil indústria a produzir ao nível do melhor que se produzia na Europa, um deles era a metalurgia.

Olhando para os anos 50 do séc. passado e em condições politicamente difíceis (período de ditadura) Portugal dispõe então, de indústria de fundição reconhecida com mérito de alguns empresários do ramo (Alves, A. 1995).

A aposta numa economia de bens transaccionais é uma corrente ideológica entre economistas como sendo o principal motor da recuperação da economia (Rebelo, G. 2012).

No entanto, o seu relançamento passa pela reindustrialização (Vaz, M 2014). A necessidade das empresas terem de apostar na competitividade e na inovação de produtos em ciclos rápidos de produção impondo a necessidade de uma produção maximizada e otimizada, até aqui nada de novo (revolução industrial). No entanto, hoje como antes, os ciclos económicos repetem-se, sendo que hoje com relevância acrescida, pela necessidade redobrada em gerar cadeias de valor sustentável a uma sociedade mais exigente, volátil nos conceitos de procura diferenciada e inovadora de produtos e serviços.

Sendo o homem uma das peças fundamentais na produção industrial serão estudos como este que contribuirão para o conforto, higiene, segurança e saúde dos trabalhadores no desempenho do trabalho.

O meio ambiente ocupacional é importante para as condições de conforto, higiene e saúde dos trabalhadores no seu desempenho e que tem despertado a curiosidade, neste tempo de mudança de conceitos e valores, de que como se posicionará o homem na força de trabalho emergente das

necessidades dos mercados globalizados e evoluídos em requisitos de produto, imagem e rentabilidade.

Permitindo, assim reformular várias perguntas acerca da relação entre a recuperação industrial vs. sustentabilidade e o posicionamento dos recursos que irão necessitar. Sendo esta reformulação um paradigma actual e que importa perceber como se posicionará o homem neste novo ciclo, em termos de condições de trabalho e que levou a formular esta pergunta de investigação;

Inferem as variáveis ambientais em contexto ocupacional vs. otimização da produção no desempenho dos operadores da industria da metalomecânica (com fundição)?

1.3 ENQUADRAMENTO DO ESTUDO

Este paradigma de incertezas é nas relações de trabalho, hoje como no passado, fonte de reflexão e estudo para que todos os *Stakeholder* estejam em condições de contribuir e usufruírem da cadeia de valor esperada e bem sucedida. Para isso, todos os intervenientes são chamados a criar as condições que se ajustem ao encadeamento das relações de trabalho; homem - produção – necessidades de mercado.

O trabalho, ambiente térmico vs. segurança, higiene e saúde ocupacionais são variáveis próprias dos processos encadeados de fabrico e realização de um produto ou serviço.

Sendo o trabalho um “conjunto de atividades envolvendo esforço e que tem como objetivo uma meta”¹, na afirmação do homem no seu posicionamento em sociedade, o ambiente térmico, “o conjunto das variáveis térmicas ou meteorológicas do local em questão que influenciam as trocas de calor entre o meio e o organismo humano, sendo assim um fator que intervém de forma direta e indireta na saúde, bem-estar das pessoas na realização das suas tarefas diárias” (IAGCA da Universidade de São Paulo) e a segurança no trabalho tem como objetivo a salvaguarda da reparação de acidentes de trabalho, mas, e sobretudo, a sua prevenção, visando a extinção ou redução dos riscos e perigos inerentes às atividades decorrentes do trabalho e a higiene industrial intervém na prevenção e monitorização das doenças profissionais, resultantes do ambiente ocupacional (Miguel 1991).

Posto isto, convém perceber como interagem entre si estas variáveis na indústria da metalomecânica (com fundição) em Portugal, acautelando os acidentes de trabalho e a saúde e bem-estar dos seus operadores.

O ambiente térmico, ruído, vibrações e iluminação são fatores que devem ser avaliados, pois revelam-se preponderantes no desempenho dos trabalhadores nos seus locais de trabalho, afetando a sua saúde e conforto (Parsons, 2000).

¹ Definição de “trabalho” encontrada na Internet em <http://www.significados.com.br/trabalho/> (consultada em 26/07/2014).

O observatório de riscos da agência europeia para a segurança e saúde no trabalho afirmou que, o desconforto térmico, dificulta o desempenho dos operadores, bem como o seu comportamento de segurança (EASHW, 2005).

Sendo a indústria da fundição um setor de atividade em que a temperatura vs. calor são elementos necessários há obtenção da manufatura conjugados com este novo paradigma sócio económico emergente mais as alterações climáticas condicionam as condições de trabalho, saúde e conforto dos trabalhadores.

O ambiente ocupacional em estudo é quente na época do ano de maior calor ou em períodos do ano em que a temperatura exterior seja elevada e ameno quando a temperatura exterior é baixa.

Neste estudo interessa perceber nas situações em que o calor exterior é elevado, como se comportam as variáveis térmicas e como irão afetar o desempenho, a segurança e saúde dos trabalhadores.

Os trabalhadores estão expostos a vários riscos no seu ambiente de trabalho (Miguel 2012). O calor é um desses riscos, que afeta a saúde e desempenho dos trabalhadores (Rodahl 2002). Estes riscos são conhecidos na indústria, mas também no setor dos serviços (Gallagher 2012), bem como nas atividades desenvolvidas ao ar livre (Miller 2007).

O risco, e que se clarificou na terminologia empregue e que interessa definir o conceito em termos objetivos, identificando e registando todos os fatores do sistema trabalho - máquina - ambiente que podem causar acidentes (Miguel 1991), mas e também o risco é a probabilidade de um dano com um grau de gravidade derivado de um fator ou vários fatores (Nunes 2006).

Para avaliar o risco é necessário listar e interpretar os fatores que conduzem a um incidente e ou acidente (Nunes 2006).

Nesta perspetiva, a avaliação das variáveis ambientais na caracterização de um posto ou postos de trabalho, não só, são relevantes para a produtividade no ponto de vista economicista, mas sim como um problema de saúde pública (Talaia 2013).

1.4 ENQUADRAMENTO HISTÓRICO DA INDÚSTRIA DA FUNDIÇÃO EM PORTUGAL

Desde os primórdios da sua existência que o homem se muniu de objetos que lhe permitiram obter os meios de que necessita para sobreviver no meio ambiente em que está inserido.

Para fabricar os instrumentos que necessitava, para caçar e defender-se, levaram-no a procurar materiais resistentes que, com engenho e sabedoria, vem ao longo da sua existência, a transformar.

O primeiro metal que descobriu foi ouro, há cerca de 10.000 anos nas margens do Mar Negro, aonde, também foi encontrado o cobre 3000 anos depois. O primeiro modo de tratamento destes metais foi obtido através do processo de forjagem (Ferreirinha, J. 1995).

As primeiras forjas evoluídas foram descobertas na Mesopotâmia há 4.000 anos (AC) e o processo de cera perdida foi inventado pelos Egípcios há 2.000 anos (AC). Esta técnica consiste no fabrico do

modelo a obter usando a cera, que depois é colocado num molde de material refratário, como por ex. a argila. Durante a cozedura, a cera derrete e deixa um espaço vazio, que é preenchido depois com metal fundido. Os gregos já conheciam a técnica de endurecimento do ferro através do tratamento térmico, por volta de 1.000 (AC) (Ferreirinha, J. 1995).

São os fenícios, que através dos seus mercadores e marinheiros, dão a conhecer à península ibérica o *know how* da metalurgia oriunda do mediterrâneo oriental.

Com a chegada dos romanos começa a exploração e transformação do cobre de Aljustrel (117/138 AC).

Nos fornos de ferro primitivos não havia fusão do minério, mas sim a sua desoxidação e consequente cimentação através de aquecimento prolongado. Desse processo obtinha-se uma massa esponjosa que ao ser martelada soltava a escória.

Com a queda do império romano e durante cinco séculos (séc. III ao séc. VIII) não há informação relevante que dê a perceber se houve evolução da atividade metalúrgica na península ibérica.

Durante a ocupação árabe foram aperfeiçoados os fornos de ferro, desenvolvendo-se a forja catalã (séc. VIII) que ainda não atingia a temperatura de fusão do ferro mas que foi considerada a precursora do cubilote (Ferreirinha, J. 1995).

Os arqueólogos encontraram escória e vestígios de fornos antigos em Moncorvo, Serra de Aires, Cacém e Foz do Alge, que demonstram a existência da actividade metalúrgica neste período que mediou a ocupação árabe e a fundação de Portugal.

No decurso do reinado de D. Afonso III fundiu-se ferro em Moncorvo. Na época dos descobrimentos é impulsionada a fundição para a produção de peças de artilharia, âncoras, etc. O primeiro mestre fundidor português foi João Affonso, no reinado de D. João II, com carta de privilégio passada em 22 de Junho de 1489 (Ferreirinha, J. 1995).

Em 1556 é publicado o livro “De ReMetallica” de Georgius Agrícola que descreve os processos de lavagem de areias auríferas e de cinzas de estanho com partículas de ouro desenvolvidos pelos portugueses e que ilustrou com uma gravura aonde se vê um pequeno forno para fusão de estanho (ver fig.1).



Fig.1 - Forno português - fusão estanho de Georgius Agrícola no ano de 1556 retirada do artigo de Ferreirinha, J. (1995) publicado na revista nº 200 da APF

Com a industrialização do País, iniciada por Fontes Pereira de Melo no séc. XIX, a fundição entra num ciclo dinâmico de produção, sobretudo minério de ferro. Para isso, contribuíram as grandes obras de construção da linha-férrea e estradas. Neste período é criada a Fundição do Bolhão, no Porto, em 1847, considerada tecnicamente a mais evoluída do País (Ferreirinha, J. 1995).

1.5 OBJETIVOS DO ESTUDO

Avaliar as variáveis ambientais na Metalomecânica (com fundição) vs. desempenho dos trabalhadores?

Avaliar os parâmetros das tarefas e dos operadores sujeitos a *stress* térmico?

Como respostas, pretende-se avaliar causas e efeitos do *stress* térmico na saúde e conforto dos trabalhadores da metalomecânica (com fundição).

Estimar zonas críticas de calor (*stress* térmico).

Avaliar oportunidades de melhoria ao nível dos riscos para a saúde e conforto dos operadores sujeitos a *stress* térmico.

1.6 APRESENTAÇÃO DO ESTUDO

Esta dissertação é composta por 7 capítulos; Âmbito do Estudo, Revisão da Bibliografia, Metodologia de Investigação, Resultados - Apresentação e Discussão, Considerações Finais e Perspectivas Futuras, Bibliografia e Anexos.

Capítulo I (âmbito do estudo): Apresenta a problemática e enquadramento dos objetivos do tema.

O capítulo II (bibliografia): Revê a bibliografia ajustada ao tema dando-lhe suporte teórico e credibilidade académica.

O capítulo III (metodologia de investigação): Avalia, seguindo uma lista de verificação, o ambiente ocupacional do *layout* do espaço de fundição do alumínio, limpeza e acabamento primário. Aplicação de questionários à população em observação e que foram realizados na presença do investigador. Observou-se os postos de trabalho e registou-se as tarefas empreendidas, ritmos de trabalho e comportamentos psicológicos. Medições e registos.

O capítulo IV (resultados - apresentação e discussão): Neste capítulo foram tratados os dados recolhidos aplicando métodos já consagrados e aceites, discutidos e avalizados os resultados.

O capítulo V (considerações finais e perspetivas futuras): Neste tópico pretendeu-se apresentar propostas para os resultados obtidos e, com isso contribuir para a melhoria das condições de trabalho (ambiente ocupacional em *stress* térmico) na empresa que possibilitou a realização da pesquisa de campo da investigação e, também, apresentar por limitações do estudo pistas para trabalhos futuros.

O capítulo VI (bibliografia): Neste capítulo fica o registo dos autores, organizações e instrumentos reconhecidos que foram consultados ao longo da construção da tese de dissertação.

O capítulo VII (anexos): Neste item encontram-se todos os modelos auxiliares de diagnóstico seguidos e utilizados no presente estudo ora realizado.

2. REVISÃO DA BIBLIOGRAFIA

2.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende expor a revisão da bibliografia inerente à problemática do tema. Da literatura da especialidade consultada ao longo da construção da dissertação e, nos vários domínios inseridos nesta área de estudos e que despertou a curiosidade em perceber como inferem as trocas de calor radiante resultante do encadeamento dos processos no curso natural da produção esperada na indústria da metalomecânica (com fundição).

Este é um ambiente térmico ocupacional quente, resultante da combinação do calor radiante exposto a temperaturas exteriores altas com inferências relevantes no desempenho, segurança, higiene e saúde dos trabalhadores nos seus postos de trabalho e que ora se apresenta por tópicos assim designados; Problemática dos ambientes ocupacionais em *stress* térmico quente e a exposição prolongada na jornada de trabalho dos operadores de fundição; Calor e temperatura; Variáveis físicas do ambiente térmico; Legislação e normalização de ambientes ocupacionais em *stress* térmico; Termorregulação e metabolismo humano; Diferentes abordagens do tema e os riscos para o desempenho e saúde dos trabalhadores e finalmente os índices existentes para a caracterização dos ambientes ocupacionais em *stress* térmico quente.

2.2 PROBLEMÁTICA DE AMBIENTES DE STRESS TÉRMICO E A EXPOSIÇÃO PROLONGADA/JORNADA DE TRABALHO DOS OPERADORES DE FUNDIÇÃO.

2.2.1 Problemática dos ambientes de *stress* térmico e as suas consequências

No passado como no presente as condições de trabalho são por si motivo de estudo. Os agentes interessados procuraram numa primeira abordagem quantitativa os custos do trabalho no custo da produção e no lucro (Taylorismo). Numa segunda fase houve a necessidade de reintroduzir nesta lógica economicista as condições organizacionais, físicas e psíquicas a que estavam sujeitos os trabalhadores na execução das tarefas inerentes à produção esperada. Para numa terceira fase reorganizar o trabalho em função do homem vs. máquina. Desta dicotomia surgem alertas necessários à criação de melhores condições de trabalho que visem uma eficácia vs. eficiência na segurança, higiene e saúde dos trabalhadores como fatores relevantes no desempenho e nos custos do trabalho.

A influência do ambiente térmico nas condições do trabalho começou a ser estudada e pesquisada nos inícios do séc. passado. Com as publicações² dos trabalhos de investigação realizados por Houghten & Yaglou (1923, 1924) e Yaglou & Miller (1925) e que consistiram em submeter pessoas de ambos os sexos, profissões, seminuas e vestidas com roupas diferentes à temperatura, humidade e velocidade do ar, controladas de forma autónoma em duas câmaras climatizadas e ligadas por uma porta num laboratório. O objetivo do estudo consistiu em determinar, para vários períodos de exposição, quais as diferentes combinações de temperatura de bolbo seco e húmido que provocavam a mesma sensação térmica na população envolvida no estudo. Estas combinações foram, pelos pesquisadores, chamadas de “linhas de igual conforto” e determinavam a “zona de conforto”. Estas linhas foram representadas numa carta psicométrica aonde foram designadas de temperatura efetiva.

Destes estudos e investigações nasce o índice da temperatura efetiva normal e da temperatura efetiva corrigida (ten/tec).

As pesquisas e investigações continuaram, ao longo de todo o séc. passado, bem como nos tempos atuais, a ser objeto de estudo e preocupação dos investigadores, empresas, trabalhadores e comunidade em geral.

Para este estudo interessa a problemática dos ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. No passado como hoje, os trabalhadores estão expostos a vários riscos no seu ambiente de trabalho, sendo o calor um desses riscos e que também afeta o seu desempenho e saúde (ver fig. 2).

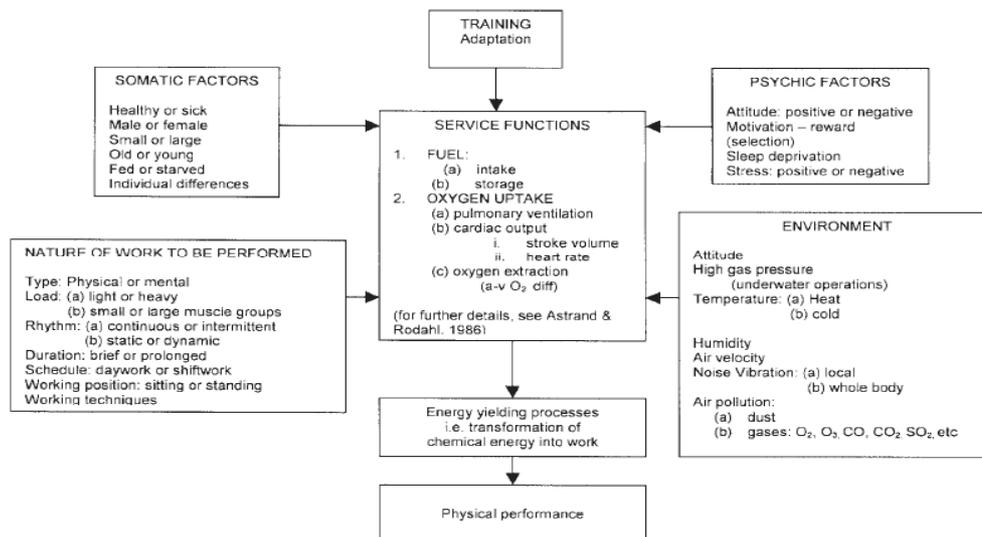


Fig.2 - Fatores que afetam a realização física (Rodahl 2002)

A energia química, necessária à realização do trabalho, está na capacidade das células dos músculos a transformar em energia mecânica (Rodahl 2002).

² Publicados no *American Society of Heating and Ventilation Engineers (ASHVE)* fundada em 24/01/1895.

Para que isto aconteça é necessário que o corpo humano seja capaz de entregar o combustível e o oxigênio necessários à produção, pelos músculos, da energia mecânica necessária à realização da tarefa ou tarefas a realizar.

Para que este sistema complexo tenha sucesso é necessário que as várias funções ocorram, isto é, a natureza e qualidade da comida, a frequência de refeições, a inalação de oxigênio, a frequência cardíaca e o bom desempenho dos mecanismos nervosos e hormonais (Rodahl 2002).

Este sistema complexo e delicado necessita de uma temperatura interna corporal de $\pm 37^{\circ}\text{C}$ para que funcione por razões bioquímicas, ou seja, para que haja condições de funcionamento dos órgãos internos transformadores dos hidratos de carbono, gorduras e proteínas necessários à produção de energia, consigam através da oxidação (combustão) e com o controle das enzimas realizem com sucesso essas operações (Miguel 1991).

Destas reações químicas há libertação de fluxos de calor (reação exotérmica) que corresponde ao metabolismo calórico. Para que o sistema se mantenha em equilíbrio é necessário que não haja alterações relevantes no balanceamento térmico, sob pena de haver uma forte probabilidade de danos irreversíveis nos órgãos vitais que o compõem por hipotermia ou hipertermia.

O calor produzido pelo organismo tem de ser igual ao calor cedido ao ambiente, ficando assim assegurada a homeotermia (Miguel 1991).

É aceite pelos especialistas e estudiosos que o bem-estar de um trabalhador num determinado posto de trabalho está relacionado com a interação do seu equilíbrio térmico e a temperatura do ar húmido desse lugar (Riniolo & Schmidt, 2006; Zhao, et al., 2009) citou (Pereira, L. 2011).

O equilíbrio térmico está relacionado com vários fatores; ambiente térmico do local de trabalho, o calor produzido pelo metabolismo humano, as propriedades térmicas dos materiais do vestuário usado (Zhao *et al.*, 2009), o esforço do trabalho a realizar e outros (EASHW, 2008).

O vestuário é um protetor da pele com o ambiente, criando uma barreira necessária às trocas de calor convectivas e radiantes como também sobre as trocas de calor por evaporação (Miguel 1991).

2.2.2 Exposição prolongada/jornada de trabalho dos operadores de fundição

A natureza, intensidade, duração, posturas, esforço físico, temperatura ambiente e outros, são fatores relevantes a que está sujeito um operador de fundição.

A capacidade de execução do trabalho depende da contração do (s) músculo (s) e o seu relaxamento que ocorre em intervalos regulares e em geral curtos.

O modo aconselhado é que a execução do trabalho físico a que está sujeito possa ser realizada em ciclos curtos e dinâmicos, permitindo assim pausas cíclicas de recuperação e com isso evitar a fadiga e sobrecarga de esforço (Rodahl 2002).

A posição em que o trabalho é realizado é também importante para a saúde do operador. Se o individuo está no seu posto de trabalho e de forma continuada na posição de pé, fica sujeito a uma

maior tensão circulatória nos músculos das pernas, do que na posição sentada ou em movimento, por rotatividade de postos de trabalho ou polivalência de tarefas (Parsons 1993).

A monotonia, o tempo da realização das tarefas e o horário de trabalho (turnos) são também fatores relevantes para a saúde física e psicológica do trabalhador (Parsons 1993).

A temperatura ambiente elevada e prolongada também é um dos fatores que afeta física e mentalmente o trabalhador.

A desidratação, o nervosismo, as perdas de paciência, as funções psicomotoras inibem o desempenho do trabalhador, e provocam nestas graves situações ao nível da saúde, quer no futuro quer no momento, através do desenvolvimento de doenças profissionais e acidentes de trabalho (Parsons 1993).

2.3 CALOR E TEMPERATURA

Muitas vezes confunde-se calor e temperatura, para que se esclareçam as diferenças entre eles, entendeu-se como sendo necessário relembrar o que é o calor e o que é a temperatura, para isso, torna-se importante diferenciar os termos. Assim, o calor é energia em movimento. O calor, sendo energia em trânsito, transfere-se por condução entre sólidos e por condução e convecção em meio líquido e em vácuo sobre a forma de radiação e designa-se Q (U.S. Department of energy, 1992). A temperatura é a quantidade de energia das moléculas de uma substância. Esta medida é relativa, porquanto, se afere de forma sensitiva como seja; tão quente ou tão fria na substância quanto ao seu balanceamento energético, sendo uma marginal indicadora da direção da transferência dessa energia e sempre na forma de calor de um corpo para outro e que é representada por T (U.S. Department of Energy, 1992).

2.4 VARIÁVEIS FÍSICAS DO AMBIENTE TÉRMICO

2.4.1 Ar húmido

A mistura de ar seco com o vapor de água chama-se ar húmido (Pereira, L 2012). O ar seco puro é constituído por azoto (N_2), oxigénio (O_2), dióxido de carbono (CO_2), hidrogénio (H) e gases raros. A quantidade de vapor de água (H_2O) em estado gasoso no ar é designada de humidade absoluta (T_{nh}) do ambiente em estudo. Assim, como a capacidade máxima que este suporta a uma determinada temperatura é designada de humidade relativa (HR) (Miguel 1991).

O vapor de água é muito importante nesta mistura pela capacidade que tem de mudar de fase em diferentes condições atmosféricas permitindo a termorregulação da atmosfera terrestre (McIntosh &Thon 1981).

O ar húmido influencia os processos termorreguladores do corpo humano, sendo responsável pelo conforto térmico.

As características do ar húmido são estudadas pela psicometria. Esta ciência construiu uma carta com as características mais importantes do ar húmido e que designou por carta psicométrica (Miguel 1991) (ver fig.3).

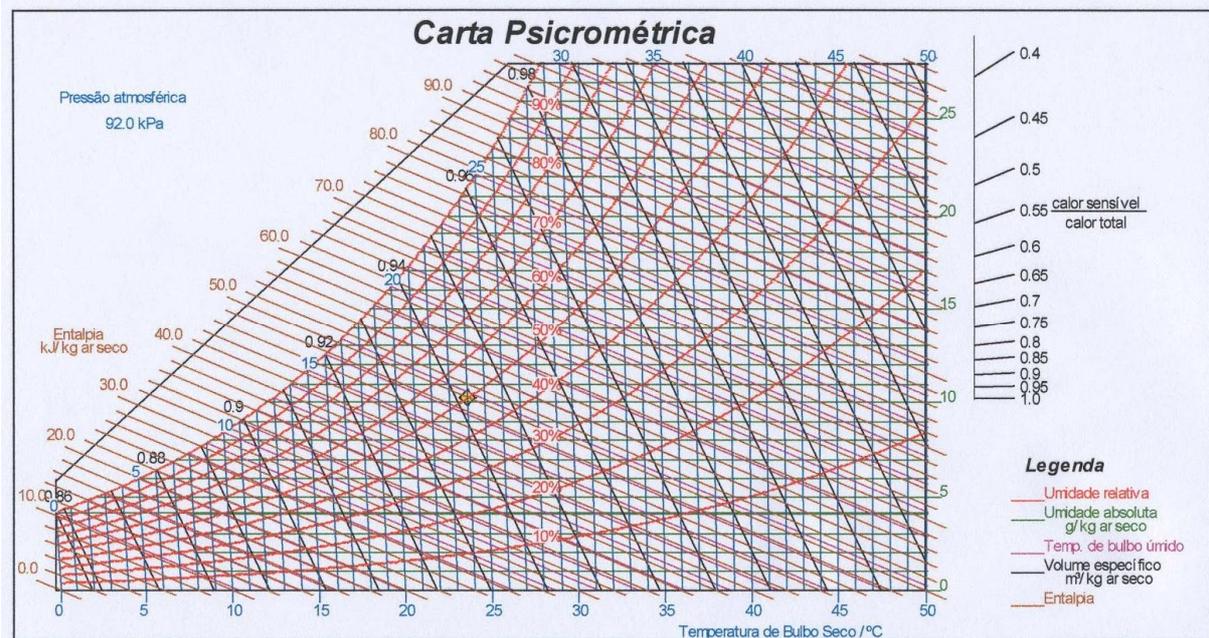


Fig.3 - Carta Psicométrica

2.4.2 Variáveis do Ambiente Térmico

Para (Parsons 2014) são quatro as variáveis ambientais que afetam a resposta humana e que são; temperatura do ar, temperatura radiante, humidade relativa e a velocidade do ar e que agora se descrevem de forma sucinta.

No entanto, para que seja possível caracterizar o ambiente térmico humano é necessário, para além das variáveis físicas do ambiente térmico, também as do metabolismo e do vestuário de trabalho.

2.4.3 Temperatura do ar (t_a)

Por definição, a temperatura do ar envolvente ao corpo humano é uma variável determinante nas trocas de calor entre o organismo humano e o ar (Parsons 2014).

A sua quantificação é obtida por termómetros de dilatação, termopares, termístores e de resistência.

Os mais usados são os de mercúrio e álcool (termómetros de dilatação) por motivos de custo tornam-se mais acessíveis na compra.

Os termómetros termopares são aqueles que são gerados por uma força eletromotriz, termístores com base em semicondutores e o de resistências, conforme o próprio nome refere, por resistências (Miguel 1991).

As unidades de medida são o grau centígrado ($^{\circ}C$), Fahrenheit ($^{\circ}F$) e grau Kelvin ($^{\circ}K$) conforme o referencial usado.

2.4.4 Temperatura radiante ou de globo (tg)

A temperatura radiante ou de globo (tg) é medida por um instrumento que tem a capacidade de absorção de um corpo negro e que absorve toda a radiação infravermelha que incide sobre si e que vai ser transferida, sobre a forma de calor radiante, para o meio envolvente. A temperatura radiante ou de globo (tg) é a capacidade de absorção que um corpo negro tem, em absorver toda a radiação infravermelha que incide sobre si e que vai ser transferida sobre a forma de calor radiante para o meio envolvente.

2.4.5 Temperatura média radiante (trm)

A temperatura média radiante (trm) depende da temperatura ambiente (ta), temperatura radiante ou de globo (tg) e da velocidade do ar (va).

Quantifica-se através do termómetro de globo (tg) sendo este constituído por um termómetro de dilatação, em geral de mercúrio, envolvido na parte do depósito de mercúrio numa esfera de 15 cm diâmetro de cobre, oca e pintada de preto.

A unidade de medida mais vulgar é o grau centígrado (° C).

2.4.6 Humidade relativa do ar

A humidade relativa (HR) mede a pressão de saturação do vapor de água à temperatura do ponto de orvalho e a pressão de saturação do vapor de água à temperatura do ar.

A humidade relativa presente num ambiente térmico é responsável pelo sucesso da função de sudoreção do corpo humano. Quanto mais baixa for humidade relativa presente no ar, maior é a capacidade do organismo em perder calor latente através da função de defesa do organismo e que é a evaporação.

É obtida através de um psicómetro que regista a temperatura do ar e a temperatura natural húmida, que relacionadas entre si na fórmula de Sprung (ver eq (1)) a permite obter (Pereira, L. 2011) e, é expressa em percentagem (%).

$$HR= 100/e(T) [e(T)(e(Tn)-0.79(p/760)(T-Tn)] \quad \text{Eq. (1)}$$

2.4.7 Velocidade do ar (Va)

A velocidade do ar varia no tempo, espaço e direção, logo, a sua quantificação deve ser aferida pela intensidade da média durante um período de exposição e agregar todas as direções (Parsons 2014).

Há dois tipos de equipamentos de medida; os anemómetros e os termoanemómetros (Sérgio 1991).

A unidade de medida é o metro (m) por segundo (s) (SI).

2.5 LEGISLAÇÃO E NORMALIZAÇÃO SOBRE OS PRINCÍPIOS DE RISCO ASSOCIADOS AO *STRESS* TÉRMICO

A legislação Portuguesa é pouco precisa quanto ao ambiente térmico ocupacional nos estabelecimentos industriais.

O n.º 1 do art.º 24 do Regulamento Geral de Segurança e Higiene do Trabalho nos Estabelecimentos Industriais (RGSHTEI) (Prt. n.º 53/71 de 3 de Fevereiro) sinaliza que as condições de temperatura e humidade devem ser mantidas nos limites convenientes para evitarem prejuízos à saúde dos trabalhadores.

A Prt. n.º 702/80 de 22 de Setembro adiciona a este art.º um n.º 2, que se refere à necessidade da existência de antecâmaras que suavizem a transição de ambientes quentes ou frios para a temperatura ambiente.

É publicada em 1993 a Prt. 986 de 6 de Outubro que pouco esclarece a terminologia usada pelo legislador no n.º 1 do art.º 24 do (RGSHTEI) ou seja, centra o seu enfoque nas adequadas ao organismo humano tendo em conta os métodos de trabalho e condicionalismos físicos impostos ao trabalhador.

Percebe-se que são generalistas, o que faz com que seja necessário adotar recomendações e orientações das normas internacionais.

Estas normas são procuradas por vários países para preencher a ausência de legislação específica que garanta a proteção e implementação de boas práticas em ambientes ocupacionais quentes, moderados ou frios (Parsons 2014).

Do conjunto de normas internacionais disponíveis, as ISO, são as mais utilizadas e que instituem metodologias de avaliação para ambientes quentes, moderados e frios (ver fig.4).

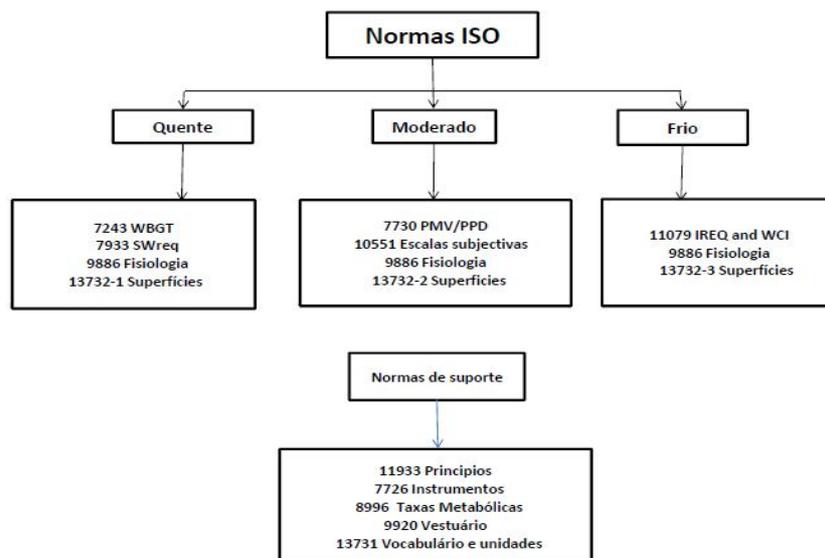


Fig.4 - ISO - Avaliação Ambiente Térmico (Adaptado de Parsons 2003)

2.6 TERMORREGULAÇÃO E METABOLISMO HUMANO

Das considerações já expostas no ponto 2.2.1 – Problemática dos ambientes ocupacionais em *stress* térmico quente, volta-se agora ao tema para abordar a reflexão feita e que é considerada relevante para a fundamentação desta dissertação.

Assim, pretende-se neste tópico, continuar essa revisão da literatura da especialidade sobre os mecanismos fisiológicos do corpo humano e a sua termorregulação que se pesquisou e analisou e que agora se expõe da seguinte maneira; termorregulação e metabolismo humano.

2.6.1 Termorregulação humana

Pode-se afirmar que da análise da literatura da especialidade a termorregulação do organismo humano é um sistema natural dimensionado e preparado para se defender dos balanceamentos térmicos provocados por diversas condições ambientais adversas e que ameaçam o seu equilíbrio, pondo em causa as principais funções do seu funcionamento, com relevância para o sistema nervoso central (Miguel 1991).

Quando se citou as principais funções do organismo humano estava-se a relacionar a temperatura interna ótima necessária (36,5 - 37,5 (° C)) ao funcionamento dos órgãos vitais com *performance* esperada e que em condições normais de funcionamento necessita de se manter em equilíbrio (Rodahl 2002).

Da pesquisa da bibliografia conclui-se que os estudiosos destas matérias designam como homeotermia as condições de equilíbrio térmico necessário ao funcionamento das funções vitais humanas como sendo a igualdade entre o calor produzido e o calor cedido ao exterior (Miguel 1991) e que também, designam de ambiente térmico neutro.

A homeotermia não é estática mas sim dinâmica, forçando o organismo humano a reagir de forma regular na reposição do equilíbrio térmico de que necessita para se manter operacional (Parsons 2003). O desequilíbrio do sistema ocorre quando este é influenciado pelo ambiente térmico externo exposto a temperaturas baixas ou altas, colocando-o em *stress* térmico (frio ou quente) desafiando os seus mecanismos a reagir na defesa do seu equilíbrio e até aos valores máximos que este suporta, sob pena de, em situações extremas, entrar em colapso provocando a morte.

Para os ambientes térmicos frios contribuem vários fatores que, conjugados com os parâmetros físicos, provocam ao homem *stress* térmico e, que na literatura da especialidade é designado por hipotermia.

Para ambientes térmicos quentes e ou muito quentes contribuem vários fatores que conjugados com os parâmetros físicos provocam ao homem *stress* térmico e, que na literatura da especialidade é designado por hipertermia.

Para este estudo interessa analisar, na literatura disponível, os efeitos da exposição prolongada ao calor dos trabalhadores sujeitos a *stress* térmico quente e ou muito quente no desempenho do trabalho e que agora expõe-se;

- Vasodilatação sanguínea (aumento das trocas de calor) e aumento da circulação sanguínea na periferia do organismo (área cutânea).
- Abertura das glândulas sudoríparas (troca de calor com o exterior sobre a forma de sudação, isto é; arrefecimento da pele) com troca eletrolítica (NaCl).
- Psicológicas (incomodo e mal-estar).
- Psicofisiologias (sobrecarga sobre os órgãos vitais; coração e sistema circulatório).
- Patológico (agravamento de doenças).
- Fadiga térmica e, em situações extremas: Síncope, esgotamento e golpe de calor.

2.6.2 Metabolismo humano

A necessidade que o organismo tem de libertar quantidades mínimas de calor advém do consumo de energia de que necessita para manter, em condições operacionais, os seus órgãos vitais de funcionamento (respiração, circulação e outros) e que se designa por metabolismo basal (Miguel, 1991).

A energia necessária à atividade metabólica dos órgãos vitais e do trabalho é obtida a partir dos hidratos de carbono, gorduras e proteínas que através de reações químicas de oxidação vs. combustão realizadas nas mitocôndrias localizados nas células e com a intervenção de enzimas produzem ATP (s), dióxido de carbono e vapor de água (ciclo de Krebs), (Parsons 1993 que citou Astrand e Rodahl (1986)).

O fluxo de calor libertado é designado de metabolismo calórico e a energia total produzida é designada de metabolismo energético.

Na situação de repouso, o metabolismo calórico transforma-se em calor no interior do corpo humano e, na situação de trabalho é dividido em parcelas a serem consumidas, conforme a necessidade da sua utilização (metabolismo energético), necessário à produção de energia mecânica para consumo da atividade muscular, sendo que a dosagem está dependente do tipo de trabalho a realizar (Miguel 1991).

Do exposto, pode-se reter que as variáveis (metabolismo energético e o metabolismo calórico) relacionam-se quando por estímulos de chamada são descodificados no hipotálamo (parte do sistema nervoso central do cérebro que controla a termorregulação humana) e que requisita as respostas aos *inputs* de chegada para a realização de trabalho ou de outras atividades libertadoras de calor metabólico armazenado na forma de gorduras, mas excedentárias, tais como; atividades de lazer e outras que permitam a redução dessas calorias armazenadas no organismo humano. Assim, estas permitem a remoção dessas energias calóricas armazenadas e excedentes e que por estudos realizados são prejudiciais ao equilíbrio térmico e regulador do corpo humano. Assim, e da análise da bibliografia, pode-se equacionar esta relação sobre a forma de uma equação matemática e que agora se indica;

$$R = ((M - H)) / M \quad \text{Eq. (2)}$$

Sendo;

H o metabolismo calórico,

M o metabolismo energético,

R o rendimento energético do trabalho,

Segundo (Miguel 1991) o desempenho do organismo humano é fraco variando entre 5% e os 20% pelo que é considerado em termos práticos a igualdade entre o metabolismo energético e o metabolismo calórico.

O metabolismo é expresso em várias unidades de medida que agora se identifica;

$W.m^{-2}$,

$Kcal.m^{-2}.h^{-1}$,

Sendo que, a mais usual é expressa em $Kcal.h^{-1}$, sendo esta, igual a 1,16 W.

A relação entre o calor produzido no corpo humano e o volume de oxigénio a consumir varia de forma indireta na seguinte correlação (Miguel 1991);

1 Litro de oxigénio é sensivelmente igual a 5 Kcal,

A unidade a expressar em termos da incidência do calor dissipado ao longo da superfície corporal e partindo dum caso designado de perfeito na literatura da especialidade (homem médio de 70 Kg de peso e 1,8 m² de superfície) é de 50Kcal.h⁻¹.m² e que é equivalente a 1Met.

Relacionando o consumo de oxigénio necessário à produção do metabolismo requerido pode-se também, dizer que nas mesmas condições e que ora se designa de caso perfeito, que para 90 kcal.h⁻¹ de calor produzido é sensivelmente necessário ao processo a absorção de 0,3 litros por minuto de oxigénio (Miguel 1991).

Para este estudo interessa analisar na literatura disponível sobre as causas e efeitos da exposição ao calor dos trabalhadores sujeitos a *stress* térmico no desempenho do seu metabolismo de trabalho.

Segundo (Talaia, M. 2013), os ambientes térmicos quentes repercutem no balanço térmico inferido pelas trocas de calor de radiação e ou convecção um valor positivo, sendo que a temperatura do ar (ta) e a temperatura média radiante (Tmr) é superior à média de calor à superfície da pele.

Como já se expôs, pode-se agora afirmar que o reequilíbrio do balanço térmico é processado no organismo humano através de mecanismos de termorregulação e que são; a saudação, a termogénese (vasodilatação e ou vasoconstrição) da corrente sanguínea (Rodahl 2002).

2.7 DIFERENTES ABORDAGENS DO TEMA E OS RISCOS PARA O DESEMPENHO E SAÚDE DOS TRABALHADORES

Da revisão da bibliografia vários autores demonstram a relevância do conforto térmico em diversos ambientes ocupacionais.

O observatório de riscos da agência europeia para a segurança e saúde no trabalho (EASHW, 2005) afirmou que o desconforto térmico de um trabalhador influencia a produtividade e aumenta a probabilidade de comportamentos de risco com ocorrência de acidentes de trabalho.

O conforto térmico segundo as normas (ISO 7730:2005; ANSI/ASHRAE Standard 55-2004) é “um estado de espírito que expressa satisfação com o ambiente térmico”.

Segundo Pereira, L. (2011) o conforto térmico é uma sensação e como tal subjetiva, pois depende do estado de saúde física e/ou psicológico de indivíduo para indivíduo.

2.7.1 Variáveis de conforto térmico

As relações, entre as variáveis ambientais (temperatura do ar, humidade relativa, temperatura média radiante e a velocidade do ar), as variáveis individuais (metabolismo em carga física e o vestuário), a idade, o género e a aclimatização são fatores relevantes no modelo de Fanger sobre o conforto térmico dos trabalhadores sujeitos a ambientes térmicos ocupacionais quentes (Charles, 2003).

Segundo Parsons (2003), Charles (2003) não considerou significativas no modelo de Fanger as variáveis idade, género, aclimatização e outras na parametrização do conforto térmico.

A partir de 2003 vários investigadores realizaram vários estudos com o intuito de esclarecer estes argumentos (Araújo, M. E. 2012).

2.7.2 Ambiente térmico e o desempenho cognitivo

Segundo Mäkinen *et al.*, 2006 a orientação, a tomada de decisão e a resposta a situações de imprevisto estão relacionadas com o desempenho cognitivo em ambiente ocupacional.

A computação cada vez mais é vulgarizada nos equipamentos e não só, e advém da rapidíssima evolução da informática. Estes meios de comando dos equipamentos, cada vez mais sofisticados, requerem dos operadores níveis de atenção e concentração elevados.

A perceção e o processamento de informação é um dos meios cognitivos de resposta à realização de uma tarefa.

A função cognitiva está envolvida na deteção de um estímulo, e a função psicomotora na resposta a esse estímulo (Parsons 2003).

As respostas fisiológicas ao ambiente térmico têm sido objeto de estudos de forma mais acentuada em detrimento dos efeitos da função cognitiva (Gaona 2010).

2.7.3 Ergonomia ambiental

Miguel (1991) define Ergonomia como um sistema envolvendo homens, máquinas e procedimentos que interagem entre si num determinado ambiente e que tem como objetivo a eficiência, segurança, conforto e satisfação dos trabalhadores.

O desenvolvimento da Ergonomia como ciência faz emergir a Ergonomia Ambiental (Parsons 2000). Segundo o mesmo autor, esta é a forma como o homem interage com o meio ambiente, mais concretamente com os seus componentes físicos.

O ambiente ocupacional está sujeito a vários fatores que o condicionam e que são; o ruído, gases, poeiras, calor e frio, etc.

A tensão fisiológica e psicológica pode ser resultante da interação dos indivíduos com o ambiente que os rodeia.

Pode conduzir ao desconforto, incómodo que direta ou indiretamente afeta também o desempenho, a saúde, a segurança, e que, inclusive, pode levar à morte (Parsons 2000).

Não sendo, o corpo humano, um sistema passivo, porquanto depende das suas próprias características, da natureza dos seus estímulos, da forma como este é percebido, da sua história individual, do seu estado emocional e das suas diferenças (Parsons 2000).

Pelo exposto, a Ergonomia Ambiental será determinante pelos seus princípios e métodos na caracterização e avaliação de um ambiente ocupacional integrado.

2.7.4 Ambientes quentes e desempenho cognitivo

Segundo Parsons (2003) a exposição a ambientes quentes provoca desconforto e pode conduzir a alterações comportamentais com efeitos no desempenho cognitivo, mais concretamente no desempenho mental, na memória e no processamento da informação.

As condições térmicas inadequadas induzidas por temperaturas elevadas têm um efeito negativo no desempenho dos trabalhadores (Lan *et al.*, 2012).

Araújo, M. E., 2012 citou Kroemer & Grandjean, (1997) para afirmar que os ambientes quentes podem conduzir ao cansaço, sonolência, reduzir o desempenho físico e aumentar a probabilidade de erros (ver fig. 5).

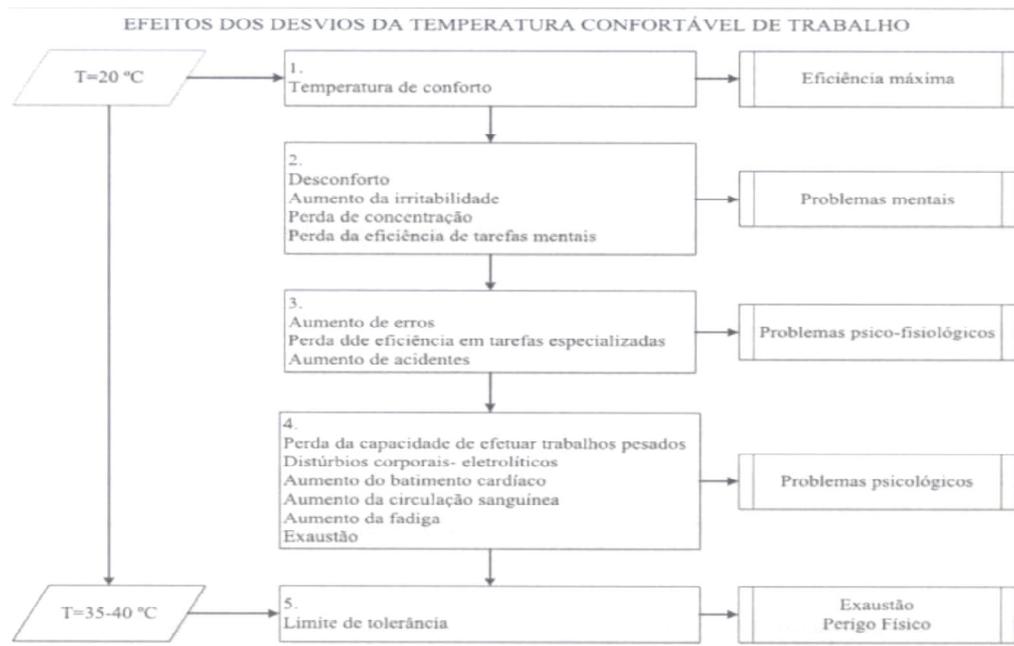


Fig.5 - Efeitos do aumento da temperatura (fonte Kroemer & Grandjean, 1997)

Araújo, M.E. 2012 citou (Gaoua *et al.*, 2011) para afirmar que da realização de um estudo efetuado por pesquisadores na avaliação do desempenho cognitivo realizado num ambiente ocupacional em *stress* térmico muito quente, estes concluíram que este tipo de ambientes em *stress* térmico infere na redução da memória de trabalho.

2.8 MÉTODOS EXISTENTES PARA A CARACTERIZAÇÃO DOS RISCOS À EXPOSIÇÃO AO CALOR ELEVADO (*STRESS* TÉRMICO)

Um índice térmico é segundo Corleto (1998) um número que reúne o efeito das variáveis que compõem o ambiente térmico do ser humano e no qual o seu valor avalia a tensão termal experimentada pelo indivíduo num ambiente quente.

O organismo humano reage através de sobrecargas fisiológicas (Termostática, circulatória e sudorese) para encontrar o reequilíbrio do balanço térmico (Talaia, M. 2013).

O *stress* de calor é associado a altas temperaturas e humidade no ambiente ocupacional (Bernard *et al.*, 1997).

Os riscos são conhecidos na indústria, no setor dos serviços e no trabalho prestado no exterior, ou seja, ao ar livre, sendo este suscetível aos efeitos colaterais, como exemplo o trabalho dos bombeiros durante o fogo de supressão ou resgate a que estão expostos fisiologicamente a calor extremo e externo, como à carga física e térmica do vestuário (Gallagher 2012). Outros tipos de trabalho ao ar livre estão sujeitos ao agravamento das alterações climáticas adversas como sendo; indústria, agricultura, construção e serviços (Miller 2007). Todos os setores devem maximizar a produção, mas

sempre com o contributo de higienistas ocupacionais e agentes da segurança ocupacional que estão equipados com um índice simples, robusto e credível para avaliar o grau de *stress* (Miller 2007).

Estes índices são divididos em grupos. Moran e seus pesquisadores (1998) apresentaram duas categorias principais: temperatura eficaz e escalas de calor racional. Mais recentemente encontraram a classificação de índices, divididos em três grupos; racional, empírico e direto (Epstein e Moran, 2006; e McPherson, 1992; Niosh, 1986; Parsons, 2006) citado por (Gallagher 2012).

O racional é caracterizado pela equação de equilíbrio de calor que inclui a taxa de armazenamento de calor, taxa metabólica, ritmo de trabalho externo, troca de calor radiante, troca de calor convectivo, troca de calor respiratório e perda de calor por evaporação.

Como exemplo, existem dois índices racionais; o modelo de previsão de estirpe de calor fisiológico e o índice de *stress* de calor. Os índices diretos são caracterizados pela temperatura de globo, de bolbo molhado e o índice de desconforto, que se baseiam mais nas variáveis ambientais para quantificar o grau de *stress* de calor imposto a um indivíduo num determinado conjunto de condições ambientais.

Os índices empíricos baseiam-se no objetivo e tensão subjetiva, por exemplo, com base em medições objetivas é o índice de esforço físico (Phsi), desenvolvido por (Moran *et al.*).

O objetivo principal de todos os pesquisadores é estabelecerem limites de segurança.

Para esta investigação interessa os índices WBGT, PHS e TEN/TEC.

2.8.1 Índice WBGT (Wet Bulb Globe Temperature Índice)

O WBGT, índice de temperatura de bolbo húmido e de temperatura de globo é um índice usado com frequência na caracterização de ambientes quentes e/ou moderados. Segundo Yaglou & Minard (1957) este índice foi desenvolvido pela Marinha dos Estados Unidos da América e destinou-se a investigar o porquê dos acidentes sofridos pelo pessoal militar, por calor. Este índice está normalizado pela ISO 7243:1989.

Aplica-se na avaliação do efeito médio do calor sobre o homem num período representativo da sua atividade ocupacional.

Não se aplica na avaliação do *stress* térmico de períodos curtos ou próximo das zonas de conforto térmico. Este índice WBGT é determinado pelas seguintes equações disponibilizadas pela referida norma.

Ambientes externos e com radiação solar direta:

$$\text{WBGT} = 0,7T_{\text{wn}} + 0,2T_{\text{g}} + 0,1T \quad (\text{eq. 3})$$

Ambientes internos ou externos sem radiação direta:

$$\text{WBGT} = 0,7T_{\text{wn}} + 0,3T_{\text{g}} \quad (\text{eq. 4})$$

Sendo; T_{wn} – Temperatura de bolbo húmido e a unidade é ($^{\circ}\text{C}$)

Quando o ambiente é heterogéneo e os parâmetros que envolvem o indivíduo não são constantes deverá o seu cálculo contemplar três posições diferentes, ao nível da cabeça, abdómen e tornozelos da pessoa relativamente ao nível do chão.

Sendo conhecido o valor do índice WBGT, que comparado com os valores de referência, permite aferir o nível de *stress* térmico a que o trabalhador está sujeito (ver tab1).

Tabela 1 –Valores de referência de WBGT (adaptado Corleto 1998)

Taxa Metabólica M (w.m-2)	Valor de referência de WBGT		
	Trabalhador aclimatizado		Trabalhador não aclimatizado
	v<=1,5m.s-1	v>=1,5m.s-1	
Trabalho manual leve			
65>M=>130	30,0	32,5	29,0
Trabalho braçal Moderado			
130>M>200	27,8	30,5	25,7

2.8.2 Índice PHS (Prediated Heat Strain)

Este índice, através dos valores da libertação do suor (SWreq) permite quantificar os valores de água que terão de ser novamente repostos no organismo, a uma determinada temperatura para que o seu balanço térmico se mantenha em equilíbrio (homeotermia).

Este índice está normalizado pela ISO 7933:2004. Aplica-se a ambientes térmicos quentes. Tem como objetivo avaliar o *stress* térmico num indivíduo padrão, sujeito a condições de aumento excessivo da temperatura interna ou perda excessiva de água.

Determina os tempos de exposição do indivíduo. Os princípios do método calculam o balanço térmico assente em fatores ambientais (temperatura do ar (ta); Temperatura radiante média (tr); pressão parcial de vapor (Pa); velocidade do ar (Va) e as características da exposição (atividade física (M); e o vestuário (Icl)).

A equação de cálculo é:

$$M - W = C_{res} + E_{res} + K + C + R + E + S \quad (\text{eq 5})$$

Sendo:

M – Taxa metabólica

W – Trabalho muscular efetivo

C_{res} – Trocas térmicas por via respiratória

E_{res} – Trocas térmicas por evaporação

K - Condução térmica da pele

C – Calor por convecção

R – Calor por radiação

E – Calor por evaporação

S – Calor acumulado

Intervalos recomendados pelo índice (PHS)

- M – entre 100 e 450w/m²
- Lcl – entre 0 e 1 clo
- ta – entre 15 e 50° C
- tr-ta – entre 10 e 60° C
- Pa – entre 0 e 4,5 KPa
- Var – entre 0 e 3 m/s

Sendo conhecidos os valores do índice (PHS) que comparado com os valores de referência permite aferir o nível de *stress* térmico a que o trabalhador está sujeito (ver tab 2).

Esta norma considerou os preceitos da norma ISO 7243:1989 – Índice WBGT e a ISO 7726:1985 referente aos instrumentos e métodos de medição das variáveis físicas do ambiente térmico ocupacional.

Tabela 2 - Valores de Referência diferentes critérios stress térmico e disfunções (C.2 – ISO)

Critérios	Pessoa não aclimatada		Pessoa aclimatada			
	Precaução	Perigo	Precaução	Perigo		
Fração de Pele molhada máxima						
Wmax	0,85	0,85	1	1		
Taxa de Suor máxima						
Descanso						
M<65W/m ²	Swmax	(W/m ²)	100	150	200	300
		(g/h)	260	390	520	780
Trabalho						
M>65W/m ²	Swmax	(W/m ²)	200	250	300	400
		(g/h)	520	650	780	1040
Máximo calor armazenado						
	Qmax	(W.h/m ²)	50	60	50	60
Máximo perda de Água						
	Dmax	(W.h/m ²)	1000	1250	1500	2000
		(g)	2600	3250	3900	5200

Malchaire (2012) no aprofundamento e atualização da sua folha de cálculo em Excel, que permite no instante e na presença dos dados necessários ao cálculo do PHS, sem que se tenha que recorrer a cálculos manuais sujeitos a vicissitudes, o que facilita, no momento, a aferição das causas e efeitos dum ambiente ocupacional quente e a sua inferência na relevância do conforto e desempenho dos trabalhadores expostos, sendo assim, um instrumento muito útil no dia-a-dia de um técnico de higiene e segurança no trabalho.

2.8.3 TEN/TEC (Temperatura efetiva normal/Temperatura efetiva corrigida)

Segundo McIntyre (1980) a temperatura efetiva é um índice arbitrário que, num único número, combina o efeito da temperatura de bolbo seco, humidade e velocidade do ar na sensação térmica humana.

Em 1923 é publicado pela ASHVE (American Society of Heating and Ventilation Engineers), fundada em 24/01/1895) a investigação em que o principal objetivo foi determinar combinações da temperatura de bolbo seco e de bolbo húmido que provocassem a mesma sensação térmica (Houghen & Yaglon, 1923).

Este índice consiste em estabelecer “linhas de igual conforto” a partir da temperatura efetiva (temperatura de bolbo seco e bolbo húmido) resultando a zona de conforto.

Nos anos de 1924 e 1925, Houghen & Yaglon e Miller apresentaram os resultados de novos estudos em que introduzem mais duas variáveis ao ambiente térmico em observação e concluíram que estas influenciavam os resultados iniciais.

Vernon & Warner (1932) realizaram estudos sobre a temperatura efetiva substituindo a variável da temperatura bolbo seco pela temperatura de globo.

Dos vários estudos e experiências realizadas desenvolveram-se nomogramas que caracterizaram os ambientes equivalentes resultantes da temperatura num ambiente saturado e tranquilo (Miguel 1991).

O conceito de temperatura efetiva corrigida (TEC) aparece para relacionar a temperatura do ar e a temperatura de globo, quando está é superior, corrigindo a temperatura húmida e que passou a ser designada de pseudo temperatura húmida (Miguel 1991).

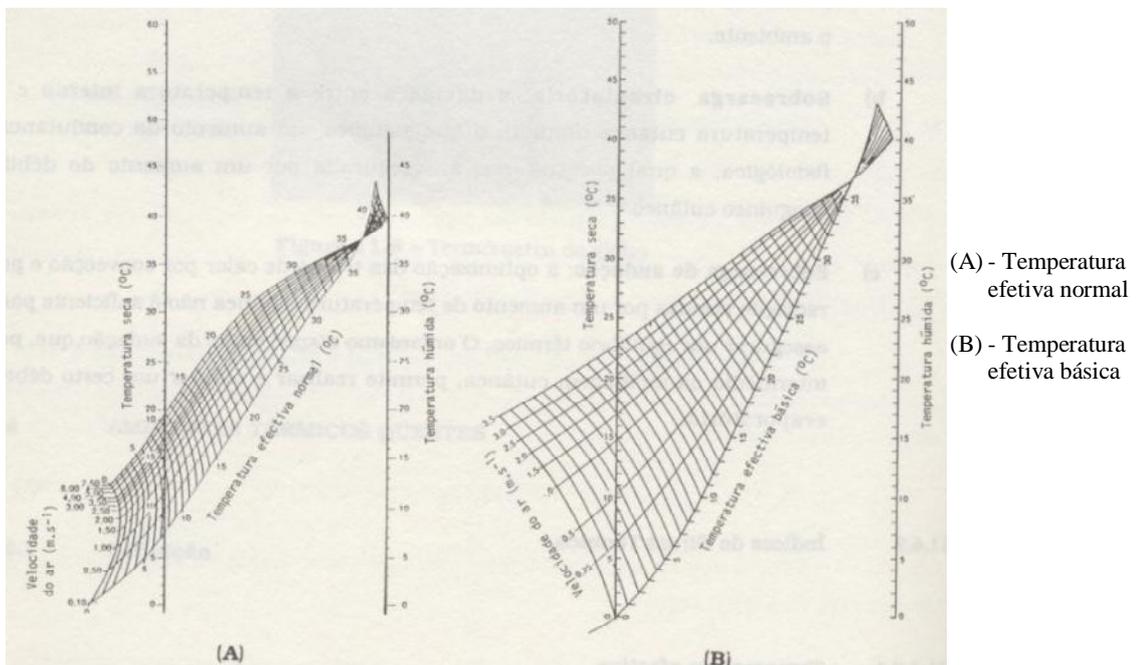


Fig 6. - Diagramas de temperatura efetiva - adaptado de Miguel 1991

A temperatura efetiva normal (TEN) é calculada através de diagramas (diagrama de temperatura efetiva (ver fig. 6) e o diagrama psicométrico (ver fig. 3)).

Os valores da temperatura efetiva corrigida são comparados com os valores de referência aconselháveis para que se possa aferir o nível de *stress* térmico a que o trabalhador está sujeito (ver tab 3).

Tabela 3 - Valores limite aconselháveis TEN/TEC (° C) metabolismo e aclimação

Metabolismo (w)	Valor de referência de TEN/TEC	
	Trabalhador não aclimatado	Trabalhador aclimatado
220	30	32
350	28	30
530	26,5	28,5

3. METODOLOGIA

3.1 INTRODUÇÃO

A metodologia é um conjunto de práticas necessárias à reflexão sobre como e de que forma se vai organizar os meios necessários que permitam dar resposta à pergunta de investigação.

Optou-se por uma abordagem quantitativa das variáveis em estudo, tendo com isso o objetivo de possibilitar a dedução das suas características. Mais concretamente, quanto às transferências de calor resultantes dos processos de fabrico, indexadas à temperatura ambiente natural em que se encontram e a sua influência no desempenho, segurança e saúde dos trabalhadores. Sendo que a relevância dos métodos a utilizar são a resultante da investigação proposta para o estudo que ora se vai desenvolver (Fortin 2009).

Pretende-se, ao longo deste capítulo, apresentar a metodologia usada na pesquisa de campo realizada numa empresa da metalomecânica com fundição de alumínio no âmbito da dissertação. Na qual se propôs observar, monitorizar e registar o comportamento das variáveis ambientais e fisiológicas dos trabalhadores em contexto ocupacional.

Para o sucesso do estudo apresentado, foi necessário esquematizar os diferentes passos a seguir, os quais se irão detalhar ao longo do capítulo.

Para iniciar a pesquisa necessária ao estudo proposto, foi necessário encontrar uma empresa acolhedora. Para isso, foi necessário apresentar os objetivos do estudo, como sendo este, um conjunto de valias a custo zero e que permitirão um ganho nas suas conclusões, quer sobre a forma economicista, quer na satisfação, segurança e saúde dos seus colaboradores.

Encontrada a empresa, predefiniram-se as etapas para a recolha dos dados necessários à investigação.

No primeiro passo do estudo, surge o contacto com a empresa acolhedora, aonde foram apresentados os objetivos à atingir, o sigilo a que se está sujeito eticamente, o cronograma de trabalhos a realizar e o compromisso da entrega das conclusões. Conclusões que, nesta dissertação, versam a discussão de resultados, complementada com as medidas preventivas e corretivas que se entenderão mais adequadas.

Acertados os passos necessários à pesquisa de campo, iniciou-se o estudo que será exposto nos capítulos terceiro, quarto e quinto desta dissertação.

Assim, cumpre agora apresentar as secções deste capítulo que respetivamente irão designar-se do seguinte modo; 3.2 – População em estudo; 3.3 – Esquematização do estudo; 3.4 – Caracterização do *layout* da fábrica; 3.5 – Aplicação de Questionários; 3.6 - Monitorização do ambiente térmico e equipamentos de medida; 3.7 - Tratamento dos dados.

3.2 POPULAÇÃO EM ESTUDO

A fundição de alumínio agrega um conjunto de operações que visam transformar a matéria-prima (lingote de alumínio + retornos de produção) num produto novo caracterizado pelos requisitos específicos do cliente.

A matéria-prima, em estado líquido, encontra-se à temperatura de 745° C que é vazada em caixas de moldação pré-preparadas com as especificações do produto requisitado pelo cliente.

O conjunto de operações da nave de fundição em observação e em monitorização estão distribuídos por 10 (dez) postos de trabalho, representados no *layout* da nave fabril (ver anexo 1) e que são; 1-Fusão e vazamento, 2-Linha moldação automática, 3-Abate, 4-Granalhadora, 5-*Shake out*, 6-Acabamentos, 7-Linha moldação semiautomática, 8-Rebarbagem, 9-Macharia e o 10-Moldação manual.

O presente estudo contemplou os dez postos de trabalho, aonde prestam serviços 35 pessoas de forma direta.

O ambiente ocupacional em análise está sujeito a trocas de calor elevado que se agravam com o aumento da temperatura exterior, como seja o verão e períodos do ano em que a temperatura exterior é mais elevada em relação ao seu valor médio. Com as alterações climáticas em curso no planeta, este é um dos setores da indústria a receber, de forma acentuada, os malefícios da exposição pelos seus trabalhadores, a ambientes ocupacionais quentes e muito quentes.

3.3 ESQUEMATIZAÇÃO DO ESTUDO

3.3.1 Introdução

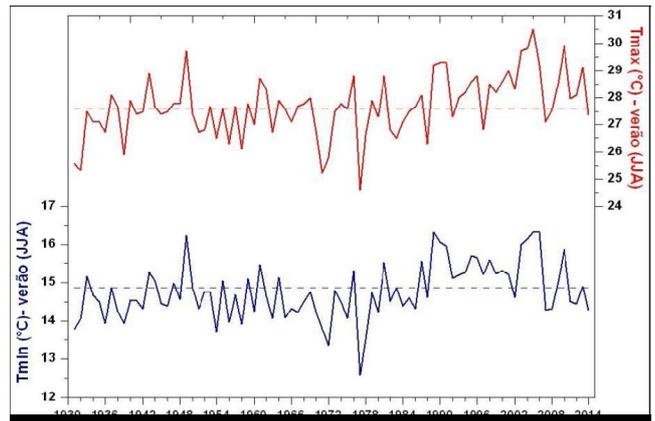
O estudo decorreu de meados de Julho a Setembro de 2014, precisamente na época do ano em que se esperava maior calor ambiente ($t_a \geq 30^\circ \text{C}$) e com isso, caracterizar as inferências das trocas de calor na nave de fundição e qual o seu impacto no desempenho, segurança e saúde dos trabalhadores.

No entanto, e como consta dos registos de observação do IPMA, as condições climatéricas no ano de 2014, em termos de calor, foram atípicos no verão, em relação à média dos anos anteriores.

Segundo a mesma fonte³, “os valores médios da temperatura máxima e mínima do ar foram inferiores aos valores normais (ver fig. 7), com anomalias de $-0,3^\circ \text{C}$ e $-0,6^\circ \text{C}$, respetivamente”.

A mesma fonte refere, ainda, que para este trimestre (Verão 2014) a temperatura média foi de $20,9^\circ \text{C}$ inferior ao normal e ainda refere como sendo esta temperatura o 2º valor mais baixo desde 1989.

³ Consultado em 31/10/2014 no sitio na Internet do IPMA em; www.ipma.pt



A tracejado os valores médios no período 1971-2010, fonte IPMA

Fig.7 - Evolução da temperatura máxima e mínima no verão no período 1931–2014

É oportuno, também perceber como variaram os valores médios da temperatura média do ar entre os anos de 1931 e 2013 e para que com as conclusões evidentes da distribuição temporal haja sensibilidade aos fenómenos das alterações climáticas (ver fig. 8).

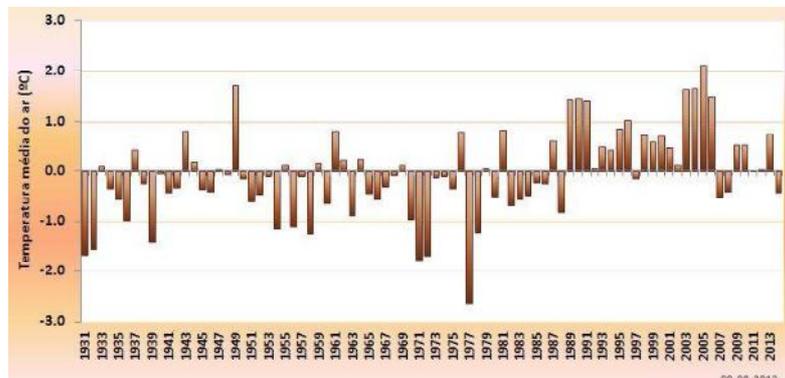


Fig.8 - Desvios (em relação ao valor médio 1971-2000) da temperatura média no verão desde 1931, fonte IPMA

3.3.2 Monitorização e registos da temperatura do ar

A monitorização e recolha das temperaturas do ar exterior à nave de fundição foram realizadas nos mesmos dias em que se registaram os valores da temperatura no seu interior e por posto de trabalho e com ajuda de um psicrómetro rotativo (ver tab 4).

Tabela 4 - Registo da temperatura do ar (Braga, 2014)

Dia	Hora (h)	Ta (°C)	Th (°C)	HR (%)
02-09-2014	15:09	29,5	22	51,5
02-09-2014	16:24	26	21	64
04-09-2014	14:34	23,5	19,5	68,5
04-09-2014	15:33	25	20	63
09-09-2014	14:50	27,5	21	55,5
09-09-2014	15:48	27	20,5	55,5
26-09-2014	15:05	27	17,5	33
26-09-2014	16:05	25	16,5	47
	Médias	26,3	19,8	54,8

Segundo (Charles 2003) a temperatura de bolbo seco e húmido do ar afetam o ambiente térmico dos espaços interiores a elas sujeitos. A recolha dos valores monitorizados foram realizados com recurso a um psicrómetro rotativo utilizado pelo investigador e a uma altura do solo de 100 cm e, como já referido, foram recolhidos nos dias em que se monitorizou as variáveis físicas nos postos trabalho no interior da nave de fundição.

Esta matéria voltará a ser observada no capítulo seguinte.

3.3.3 Metodologia do estudo

Para alcançar os objetivos do estudo, aplicou-se uma metodologia que passou por quatro tipos de abordagem (ver fig. 9):

- Levantamento *in loco* do *layout* da fábrica e postos de trabalho seguindo uma lista de verificação (ver anexo 2);
- Caracterização do *layout* dos postos de trabalho (ver anexo 3);
- Entrevista/Questionário aplicada aos trabalhadores por posto de trabalho, (ver anexos 8 e 9);
- Observações, registos da monitorização dos instrumentos de medição adequados (ver anexo 10).

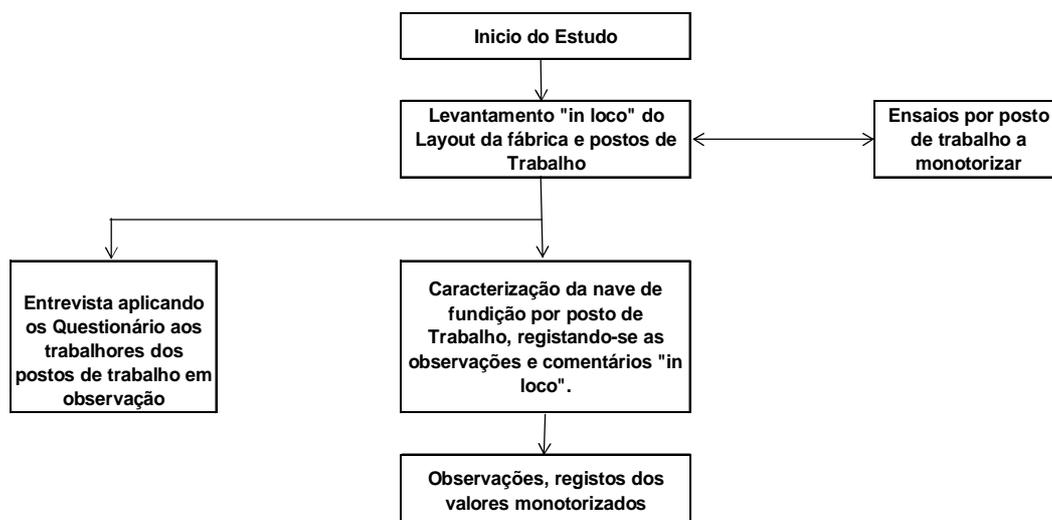


Fig.9 - Esquematização do Estudo

3.4 CARATERIZAÇÃO DO LAYOUT DA FÁBRICA

3.4.1 Introdução

Este estudo realizou-se na empresa Firmago, S. A., com instalações em Vimioso – Braga. O seu negócio incide na transformação e maquinação do alumínio em produtos especificados e requisitados pelo mercado em que se posiciona numa lógica de acréscimo de valor em benefício dos seus capitais próprios (ver fig. 10).



Fig.10 – Firmago – Braga

A Firmago, S.A., como todas as empresas está organizada por setores de atividades. Estas encadeiam-se em processos decorrentes da sua atividade. A empresa é do universo da metalomecânica com fundição. O seu *layout* esta organizado por setores, estrategicamente posicionados, e que são; Comercial, conceção e preparação dos requisitos do produto pedido pelo cliente, fundição, verificações técnicas de processos, ensaios e registos de conformidade de produto, acabamentos em bruto, maquinação e acabamentos finais e toda a logística necessária ao seu funcionamento.

O seu objetivo é acrescentar valor de forma sustentada aos seus *Stackolders*. A sua produção é em 90% absorvida pelo mercado estrangeiro. É uma empresa de média dimensão, focada no cliente e na afirmação do seu *know-how* em novos mercados nesta nova economia emergente e globalizada.

3.4.2 Caracterização do *layout* da nave de fundição

O *layout* da fábrica é composto por um corpo de escritórios que encaixa na sua retaguarda com duas naves fabris, sendo a maior ocupada pelos processos de fundição e acabamento em bruto do produto requisitado pelo mercado e a outra com vários setores, assim discriminados; carpintaria de moldes, maquinação, acabamentos finais do produto, embalamento, armazém de produtos acabados e armazém de matéria-prima e moldes (ver anexo 1).

Para este estudo interessa estudar os processos da fundição e acabamentos em bruto.

Nas primeiras visitas à empresa, e com a ajuda de uma lista de verificação, fez-se o levantamento do *layout* da fábrica e dos postos de trabalho da nave de fundição (ver anexo 2).

A nave de fundição é constituída por 10 postos de trabalho diretos e foram analisados em pormenor.

3.4.3 Fusão e vazamento

Este posto de trabalho é composto por uma torre fusora que alimenta dois fornos de preparação e estabilização do alumínio, que será vazado na linha automática por onde circulam as caixas de moldação a encher (processo automatizado).

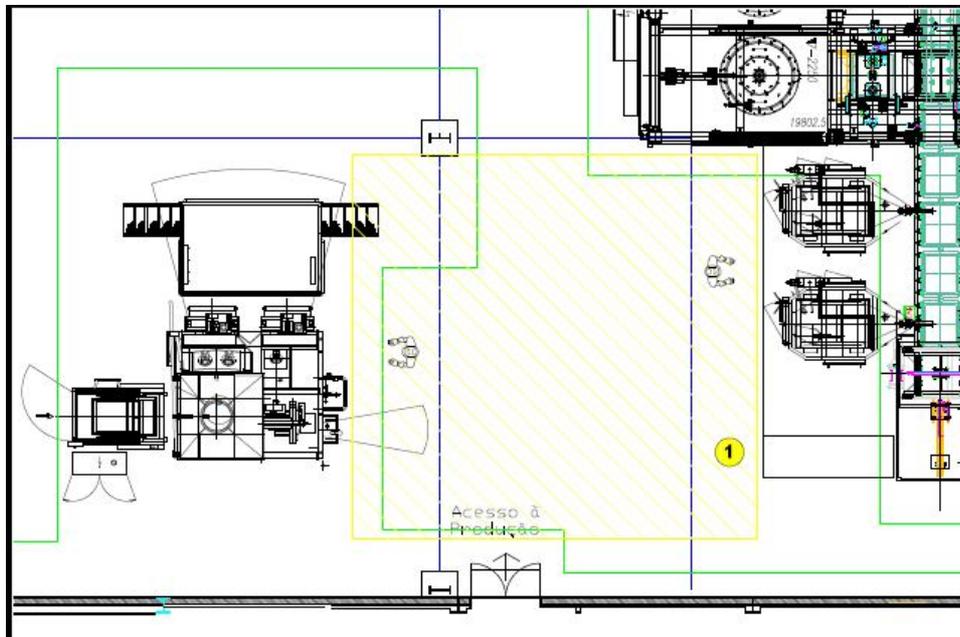


Fig.11 - Corte do *Layout* – Fusão e Vazamento

A torre fusora é alimentada de lingote de alumínio e retornos de produção. O tempo de cozedura é de 1ª hora para atingir o ponto de fusão (755° C). O alumínio é retirado para uma colher que cheia pesa 500 Kg. Com ajuda de um empilhador é transportado para o forno da linha automática disponível para tratamento e estabilização.

Neste posto de trabalho estão adstritos 2 (dois) colaboradores que executam as seguintes tarefas na jornada de trabalho; Alimentação da torre fusora, abertura da saída da torre fusora, acompanhamento do enchimento da colher, remoção da escória depositada à superfície da colher, transporte com ajuda do empilhador, vazamento da colher no funil do forno de tratamento e estabilização, controle de temperatura, controle dos parâmetros de vazamento nas caixas de moldação, recolha de provetes e amostras, limpeza do funil de abastecimento dos fornos de tratamento e estabilização, limpeza da escória depositada na caixa de refugio da câmara de fusão da torre fusora, limpeza da colher (ver fig. 12) e acompanhamento, abastecimento e limpeza do forno autónomo e complementar às necessidades de vazamento na linha automática (ver fig. 13).



Fig.12 - Recolha para transferência de Alumínio e limpeza da torre fusora

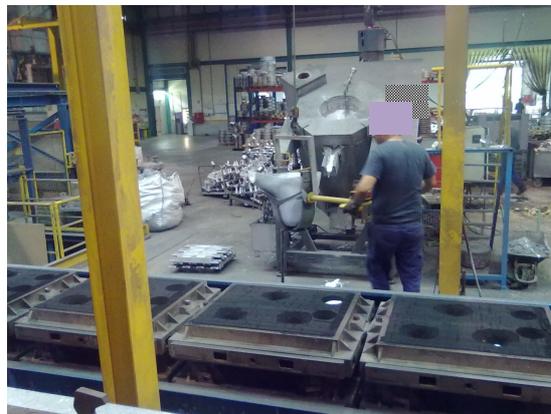


Fig.13 - Forno auxiliar

3.4.4 Linha moldação automática

Este posto de trabalho é constituído por uma engrenagem automatizada que recebe no seu início a ordem de fabrico que, após introduzida através do seu sistema computadorizado, reajusta as várias fases da linha, tendo como objetivo final produzir de acordo com as especificações desenhadas no seu *input* inicial (ver fig. 14).

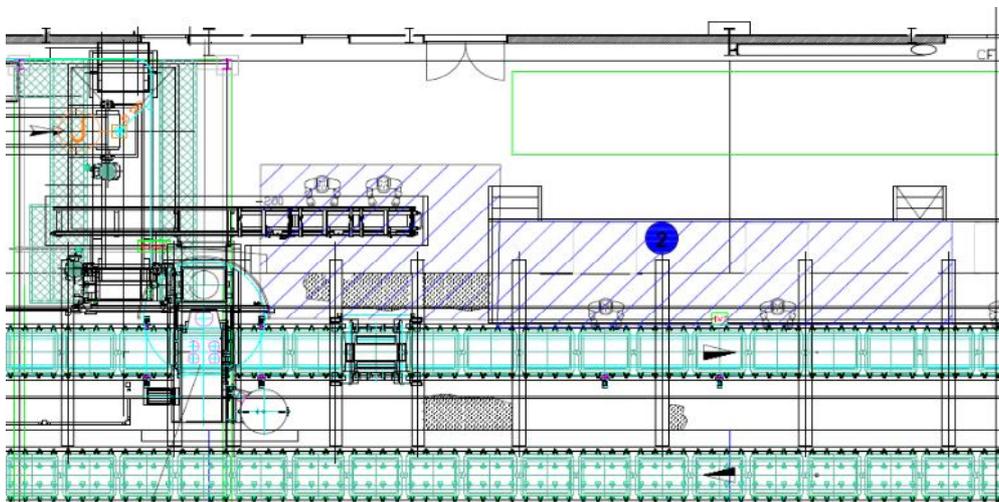


Fig.14 - Corte do Layout – Linha moldação automática

A sequência das várias etapas do percurso do sistema, ora referenciado, vai chamando os operadores envolvidos no sistema para que adicionem ou desobstruam os meios necessários ao seu desempenho programado e assim seja possível alcançar o sucesso predefinido, otimizando os processos na produção esperada na jornada de trabalho.

Este posto de trabalho tem adstritos 3 (três) colaboradores que ao longo da jornada de trabalho executam as seguintes tarefas; Receção e introdução da ordem de fabrico no sistema computadorizado da máquina, identificação das partes da futura caixa de moldação que contém os requisitos do cliente, identificadas são limpas e introduzidas no sistema. Em seguida é necessário colocar os machos na caixa de moldação, varejamento dos pontos de circulação do alumínio, limpeza de areias soltas, vazamento automático ou manual consoante os requisitos pré definidos, recolha de provetes e amostras, controle de temperatura e parâmetros de moldação e controle do sistema de areias cruciais ao sistema (ver fig. 15).



Fig.15 - Linha moldação automática

3.4.5 Abate

Este posto de trabalho consiste na remoção de machos (que na sua forma virgem, não são mais nem menos do que a aglutinação de areias agregadas com ajuda de secantes, definindo a forma da peça a produzir e que no final dos processos a que ficaram sujeitos se encontram recozidos e solidificados o que obriga a parti-los para que a peça fique limpa (temperatura das peças é elevada).

Este posto de trabalho tem adstritos 2 (dois) operários que ao longo da jornada de trabalho procedem à limpeza da obra saída das linhas de moldação automática e semiautomática (ver fig. 16).

Certas partes, mais frágeis da condução do alumínio necessárias para a obtenção do produto final (rede de enchimento da caixa de moldação) e que em linguagem metalúrgica se chama de gitos são também removidos nesta fase de produção (ver fig. 17).

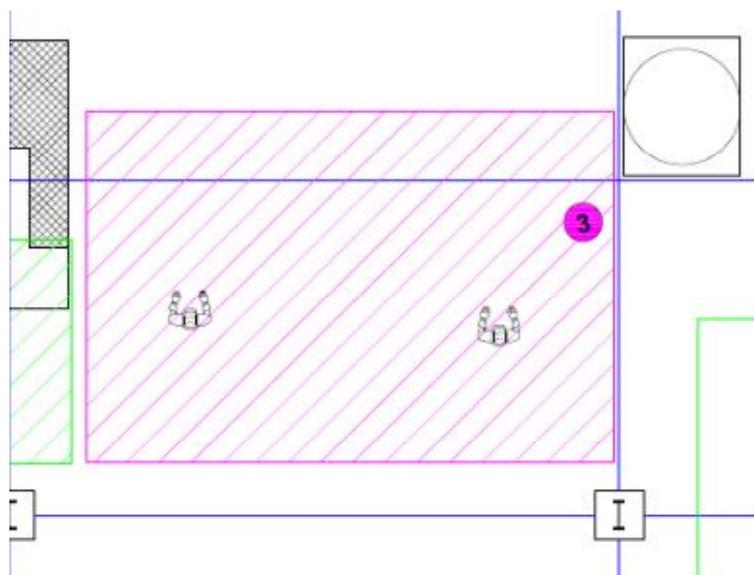


Fig.16 - Corte do *Layout* - Abate



Fig.17 - Abate da Produção

3.4.6 Granalhadora

Este posto de trabalho consiste na regularização e polimento da superfície das peças produzidas e que não foram conseguidas nas fases anteriores. Este processo envolve máquinas que projetam a uma determinada velocidade esferas de aço que no impacto com a peça a regularizam e a pulem (ver fig. 18).



Fig.18 - Granalhadora

Este posto de trabalho tem adstritos 2 (dois) colaboradores que, ao longo da jornada de trabalho, procedem à colocação e remoção das peças de tamanhos e pesos diferentes nas máquinas que irão proceder à transformação necessária nesta fase dos processos de acabamento da produção (ver fig. 19).

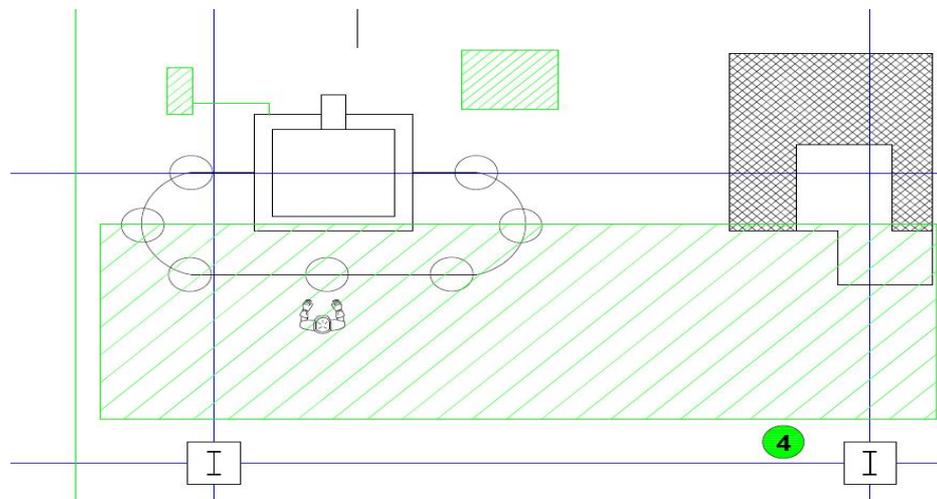


Fig.19 - Corte do Layout - Granalhadora

3.4.7 Shake out

Este posto de trabalho é constituído por dois terminais oriundos das linhas de moldação automática e semiautomática que se encontram no mesmo espaço e que se irão descrever por linha (ver fig 20).

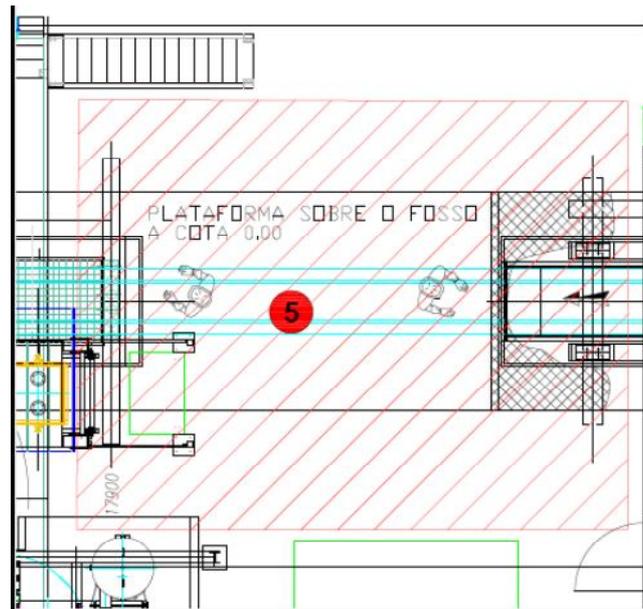


Fig.20 - Corte do Layout – Shake out

3.4.8 Linha moldação automática

No conjunto de processos desta linha, este posto de trabalho, fica no seu final e consiste na remoção dos cachos da câmara de batimento e vibração, ou seja, na parte de desmontagem da caixa de moldação (realizada de forma automática no termino da linha) onde, através dos passos atrás enunciados, é feita a separação de areias de preenchimento da caixa de moldação e que serão através de um outro sistema, também automático, reaproveitadas para reintrodução no sistema de areias e a libertação do cacho.

Este posto de trabalho tem adstrito 1 (um) colaborador que, ao longo da jornada de trabalho, retira arrefecedores, já soltos e o cacho que transporta para a paleta amovível e que cheia irá para o setor de abate. Os *outputs* de saída são diversificados em tamanho e peso. O operador para peças de dimensão superior e peso usa o meio auxiliar de apoio e que é o pórtico rotativo. Convém recordar que os referidos *outputs* saem do sistema com temperaturas elevadas o que obriga o operador a usar pincha para a remoção (ver fig 21).



Fig.21 - Shake out

3.4.9 Linha moldação semiautomática

No conjunto de processos desta linha, este posto de trabalho, fica no seu final e consiste com ajuda da ponte de elevação e transporte na colocação da caixa de moldação no término da linha semiautomática destinada à sua abertura e respetivo batimento e vibração.

Este posto de trabalho tem adstrito 1 (um) colaborador que, ao longo da jornada de trabalho, retira o cacho, após a separação das areias de preenchimento da caixa pelos processos de batimento e vibrações com a ajuda dos meios de elevação e transporte para a paleta amovível de produtos fabricados. Convém recordar que os referidos *outputs* saem do sistema com temperaturas elevadas o que obriga o operador a usar pincha e outros meios para a sua remoção (ver fig 21).

3.4.10 Acabamentos

Este posto de trabalho é constituído por 3 (três) secções diferenciadas e que ora se identificam; mesa, serrotes e lixagem e que se irá descrever, respetivamente (ver fig 22).

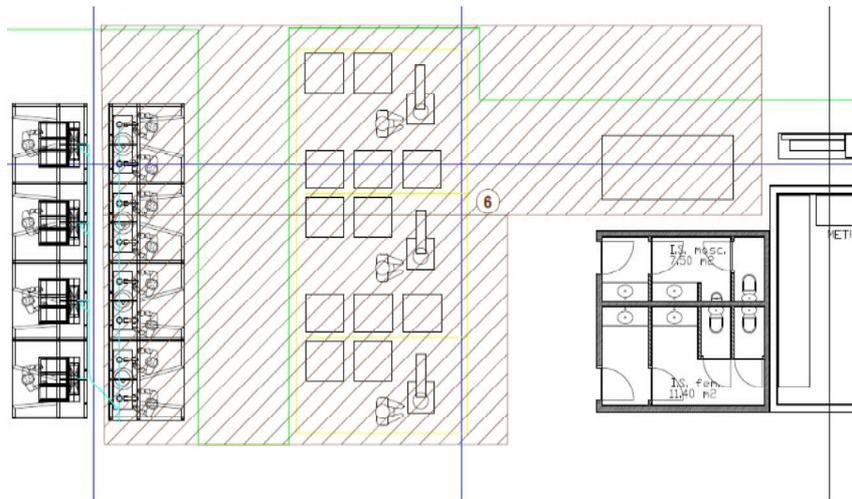


Fig.22 - Corte do *Layout* – Acabamentos

3.4.11 Mesa

Esta secção trata de remover, com ajuda de ferramentas próprias, as rebarbas alojadas nas zonas de difícil acesso.

Nesta secção estão adstritos 2 (dois) colaboradores que têm por missão remover as rebarbas em pontos de difícil acesso.

As peças a tratar são diversificadas em tamanho e peso. O operador para peças de dimensão superior e peso recorre à ajuda de colegas para as colocar no espaço de maquinação.

3.4.12 Serrotes

Esta secção trata de remover, através do corte, os gitos com a ajuda de máquinas de corte.

Estão adstritos a esta secção 3 (três) colaboradores que têm como missão cortar os gitos à produção.

As peças a tratar são diversificadas em tamanho e peso. O operador, para peças de dimensão superior e peso, recorre à ajuda dos colegas para as colocar no espaço de maquinação (ver fig 23).



Fig.23 – Serrotes

3.4.13 Lixagem

Esta secção trata de polir as superfícies das peças com ajuda de máquinas de lixagem.

Estão adstritos a esta secção 4 (quatro) colaboradores que têm como missão polir a produção.

As peças a tratar são diversificadas em tamanho e peso. O operador, para peças de dimensão superior e peso, recorre à ajuda dos colegas para as elevar, no entanto, tem que as segurar no processo de polir.

3.4.14 Linha moldação semiautomática

Este posto de trabalho é constituído por uma engrenagem semiautomática sem comandos computadorizados (ver fig. 24).

Este posto de trabalho tem adstritos 3 (três) colaboradores interligados nos processos da máquina semiautomática mais o forneiro com tarefas autónomas e relacionadas com os 4 (quatro) fornos convencionais e que ao longo da jornada de trabalho procedem de acordo com as ordens de fabrico. A linha está delineada em três pontos de produção e que se designam; Início do processo, fecho da caixa de moldação e vazamento (todos os três operadores intervêm no vazamento e quando um deles está ocupado é o forneiro que se junta ao processo) e o abate. Um deles está com as tarefas de abate

descritas no posto de trabalho 5 (ver o ponto 3.4.2.5.2 – Linha moldação semiautomática) pelo que falta explicar as tarefas dos outros dois e que se passa a descrever.

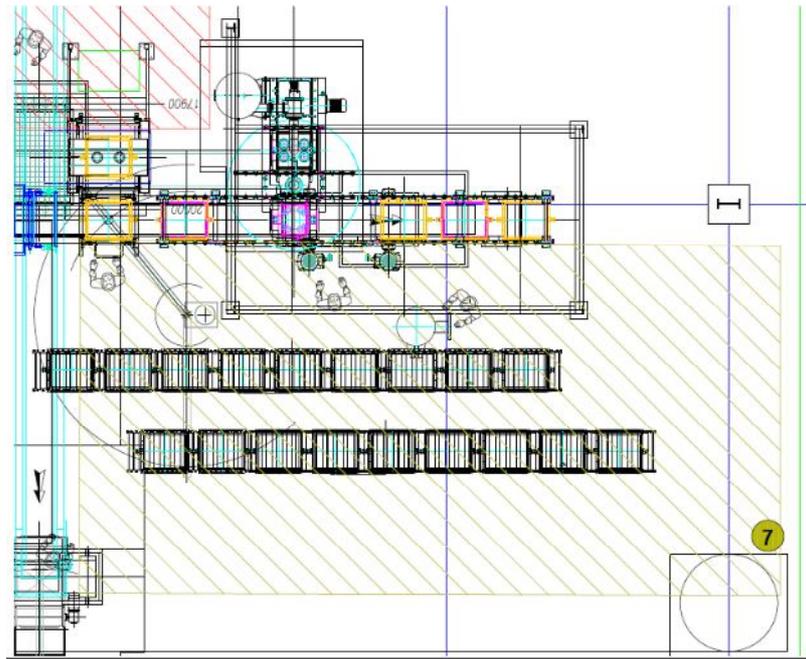


Fig.24 - Corte do *Layout* – Linha moldação semiautomática

No início da linha o operador recebe a ordem de fabrico, depois de estudada, recolhe o molde a introduzir na caixa de moldação (esta, é dividida em duas partes que numa fase seguinte se fecha), depois coloca os arrefecedores, depois faz a sua limpeza, após isto desloca a caixa para a zona da linha aonde se procede ao seu enchimento com areia verde que após cheia, esta é batida com a ajuda de um pau e alisada com a mão. Segue para o ponto da linha de prensagem. Volta ao início para que possa concluir a caixa, isto é, coloca na outra parte da caixa (superior) o molde, depois coloca os arrefecedores e limpa, depois faz o enchimento, bate e alisa a areia verde, depois prensa e concluiu voltando ao início. O segundo operador adiciona o macho e arrefecedores, vareja e limpa a caixa que depois fecha. Após o fecho desloca a caixa para a zona de enchimento/vazamento.

As tarefas diárias do forneiro consistem na alimentação dos fornos, no tratamento e estabilização do alumínio, na manutenção dos fornos quanto à sua operacionalidade e qualidade do *output* da matéria-prima, na recolha de provetes e amostras e na interajuda nos processos de vazamento e transporte da produção para os postos de trabalho seguintes (ver fig. 25).



Fig.25 - Linha moldação semiautomática

3.4.15 Rebarbagem

Esta secção trata de remover, com ajuda de ferramentas próprias, a rebarba na produção (ver fig. 26).

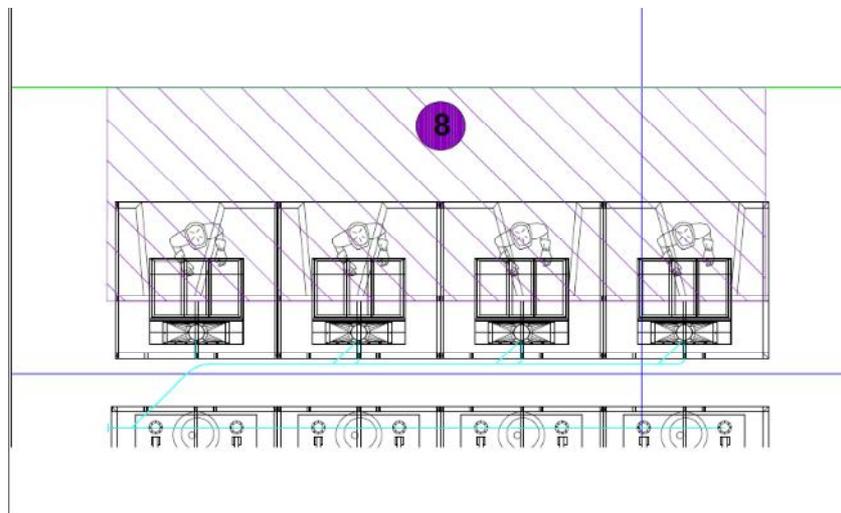


Fig.26 - Corte do *Layout* – Rebarbagem

Estão adstritos a esta secção 4 (quatro) colaboradores que têm como missão rebarbar a produção.

As peças a tratar são diversificadas em tamanho e peso. O operador, para as peças de dimensão superior e peso, recorre à ajuda de colegas para as colocar no espaço de maquinação (ver fig. 27).



Fig.27 - Rebarbagem

3.4.16 Macharia

Esta secção produz os machos a incorporar na produção com a ajuda de máquinas computadorizadas (ver fig. 28).



Fig.28 - Macharia

Estão adstritos a esta secção 3 (três) colaboradores que têm como missão produzir machos de acordo com as ordens de fabrico. Para essa realização têm como tarefas; Estudar a ordem de fabrico, programar a máquina, recolher a caixa de machos da palete que se encontra ao lado das máquinas, coloca-a em cima da mesa de apoio, depois coloca-a na máquina no ponto de entrada, faz o ajuste dos pontos de saída da areia, limpa e ordena a execução, remove a caixa, desfaz e retira o macho e retoca-o e depois coloca-o na paleta correspondente (ver fig. 29).

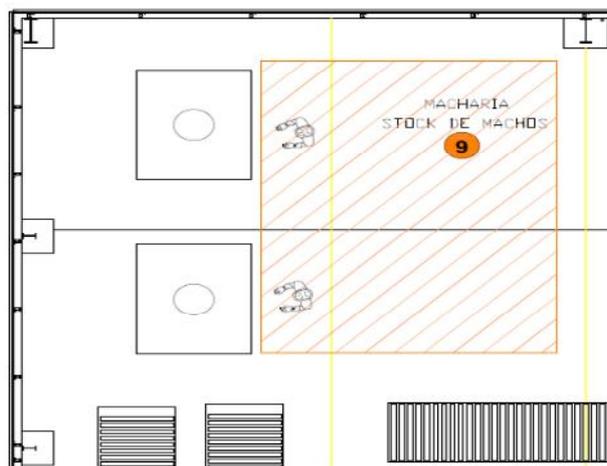


Fig.29 - Corte do Layout - Macharia

3.4.17 Moldação manual

Este posto de trabalho é constituído por três processos interligados e que tem o seu início na ordem de fabrico e que se encadeiam até obtenção do produto pretendido. Estes processos designam-se; armação da caixa de moldação, vazamento e abate para remoção do cacho e que se passa a descrever;

Este posto de trabalho tem adstritos 5 (cinco) colaboradores que, ao longo da jornada de trabalho, procedem de acordo com as ordens de fabrico (ver fig. 30).

Recebida a ordem de fabrico começa o processo de armação da moldação, pela obtenção do molde que se encontra numa palete predestinada e que, entretanto, chegou do armazém de moldes.

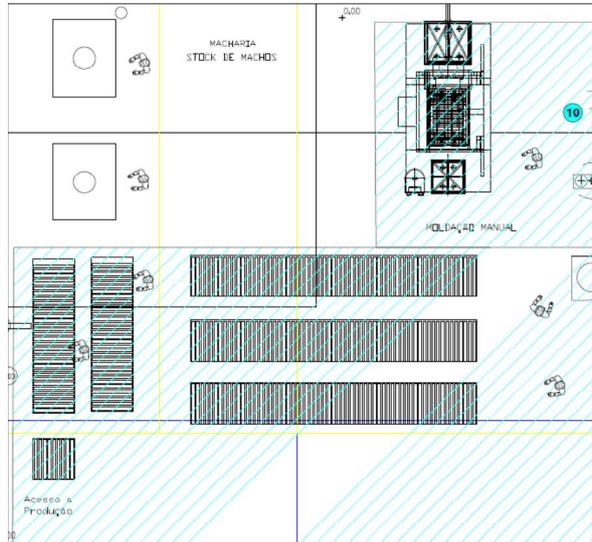


Fig.30 - Corte do *Layout* – Moldação manual

O molde é colocado numa das partes da caixa de moldação num carril de transporte. É deslocada para o ponto de enchimento de areia verde que é batida e alisada. A outra parte da caixa é transportada nos carris na direção da colocação de machos. É varejada e limpa e então, coloca-se o macho, dá-se mais uma limpeza para que esta possa ser fechada e selada. Pronta é deslocada para o carril de enchimento, ou seja, vazamento do alumínio. Depois de enchida vai ficar em repouso durante um tempo.

Decorrido o tempo necessário de repouso e com a ajuda da ponte é transportada para o carril que irá leva-la à máquina de abate. Decorrido o processo de abate, o cacho é limpo e passa para a zona de marcação a quente da referência do cliente, sendo depois depositada na paleta amovível de produtos acabados (ver fig. 31).



Fig.31 - Moldação manual

Como exposto e, através do levantamento do *layout in loco* da nave fabril e que, com as várias mini entrevistas espontâneas realizadas aos operadores que se conjugaram com as demoradas observações. Foi possível caracterizar os postos de trabalho em estudo que com as contribuições técnicas dadas pela direção de produção se aprimoraram (ver anexo 3).

Com a caracterização realizada ficamos com os dados necessários que, conjugados com os valores das variáveis físicas do ambiente térmico, permitiram obter os índices recomendados para estes ambientes térmicos quentes e muito quentes e que são; *wbgt*, *phs* e *ten/tec* (ver anexos 4, 5, 6, e 7).

3.5 APLICAÇÃO DE QUESTIONÁRIOS

Utilizaram-se questionários de resposta direta e fechada, que numa primeira abordagem foram sujeitos a ajustes, por força das recomendações tiradas de um pequeno ensaio realizado de forma aleatória a três colaboradores da empresa, sendo assim pré validado para aplicação no estudo.

O questionário aplicado foi construído com o objetivo de avaliar os trabalhadores dos 10 (dez) postos de trabalho quanto à sua caracterização e percepção sobre o conforto térmico que sentem no seu dia de trabalho (ver anexos 8 e 9). As respostas foram recolhidas em momentos diferentes, mas sendo o seu preenchimento realizado de forma individual pelos inquiridos e na presença do investigador.

A primeira parte do questionário reúne um conjunto de perguntas do tipo; categoria profissional, idade, sexo, peso, altura, há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar.

Uma parte intermédia de caracterização das condições de trabalho como seja; como considera pessoalmente as condições térmicas no seu local de trabalho, períodos do dia em que sentem mais calor no seu local de trabalho, durante a sua atividade sente necessidade de procurar um local mais fresco para repor o seu conforto térmico e em média qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho.

E na parte final uma série de perguntas que permitem caracterizar as percepções e atitudes que têm sobre o conforto ocupacional nos postos de trabalho em que operam.

O tipo de respostas ao questionário e, no seu conjunto, pediu respostas diretas e fechadas. Sendo que, as quatro últimas perguntas foram apresentadas na forma de escala de likert de 10 pontos de avaliação, em que o seu valor ínfimo é 1 e representa “pouco” e o seu valor máximo é 10 que representa “muito”. A opção, por incluir 10 pontos na escala, em vez de cinco, advém da necessidade de obter respostas mais perto da sensação instantânea do entrevistado quanto à pergunta formulada (likert, 1932).

O tratamento da informação recolhida foi realizado no *software SPSS* e com base num conjunto de técnicas estatísticas (Maroco, J. 2007).

3.6 MONITORIZAÇÃO DO AMBIENTE TÉRMICO E EQUIPAMENTOS DE MEDIÇÃO

A monitorização dos parâmetros físicos do ambiente térmico em observação é um dos pontos-chave da metodologia que foi adotada nesta dissertação.

Para que haja evidência na análise dos valores a registar, foram efetuadas várias medições aos postos de trabalho, a monitorizar por equipamentos adequados e reconhecidos, para que fosse possível pré validar o ponto certo de colocação dos equipamentos de medição.

Os requisitos para a validação dos locais de acolhimento dos equipamentos de medida consistiram em que estes não interferissem com o decurso dos processos e também não ficassem sujeitos à exposição de fatores inviabilizadores do ambiente térmico em observação (ver anexo 1).

Os testes realizados incidiram sobre as variáveis ambientais em estudo e que são; temperatura do ar, temperatura húmida, temperatura de globo e velocidade do ar. Os períodos de colheita dos registos das monitorizações foram realizados com base em informação dada pela Direção de Produção e pela leitura das respostas recolhidas no pequeno ensaio de pré validação dos questionários e foram realizadas entre as 14 e as 16 horas em três dias distribuídos de forma aleatória no período de duas semanas (ver anexo 10).

3.6.1 Equipamentos de medição

Os equipamentos de medição usados foram os seguintes; Termoanemómetro para medir a velocidade do ar da marca TSI VelociCheck com escala de medição em (m/s) e modelo 8330, para a temperatura de globo foi usado um Termómetro de Globo da marca Casella com escala de medição em ($^{\circ}$ C) e para a temperatura de bolbo seco e húmido um Psicrómetro rotativo da marca Casella e com escalas de medição em ($^{\circ}$ C) (ver fig. 32).



Fig.32 – Equipamentos de medição

3.6.2 Utilização dos equipamentos de medição

Como já foi referido, a validação dos pontos acolhedores dos equipamentos foi definida na fase de levantamento do *layout in loco* e refletidas as recomendações da Direção de Produção.

Para cada lugar a usar na recolha dos valores das variáveis em estudo, 10 postos de trabalho, foram consideradas com relevância a disposição dos elementos da constituição da nave fabril, como seja portas e janelas e também a movimentação dos operadores na execução das suas tarefas diárias.

A norma ANSI/ASHRAE Standard 55-2004 recomenda que as medições deverão ser realizadas no ponto mais representativo do posto de trabalho e, caso não seja possível a sua realização nesse lugar, então deve-se optar pelo ponto central em observação, o que acolhemos (ponto central).

As medições das variáveis em estudo foram todas elas realizadas a uma altura de 120 cm e optou-se, dado que os ambientes em observação são homogéneos, por realizar uma só medição.

O termoanemómetro e o termómetro de globo foram colocados num tripé à altura, ora referida, e estabilizados durante 15 minutos no início da realização das medições, sendo que, após esse período e na presença da homogeneidade do ambiente térmico em análise, decidiu-se que o período de estabilização entre postos de trabalho seria suficiente nos 5 minutos.

3.6.3 Tratamento dos dados

Para obter o cálculo dos índices indicados para ambientes quentes e muito quentes e que são o *wbgt*, *phs* e *ten/tec*, recorreu-se a folhas de cálculo do Excel, carta psicométrica e à tabela de cálculo da humidade relativa (Malajovich, M.A.)⁴.

Os valores do peso, altura, metabolismo basal, posturas e deslocamentos do corpo, tipo de trabalho, metabolismo, isolamento do vestuário, temperatura de bolbo seco e húmido, temperatura de globo, humidade relativa e velocidade do ar foram trabalhados para obter valores médios por variável.

Para obter valores do índice *phs* utilizou-se a folha de cálculo disponibilizada pelo Prof. Malchaire.

Com os dados obtidos e que foram trabalhados com rigor, criou-se duas bases de dados em Excel para serem tratadas no *software SPSS*.

Uma para registar e relacionar as respostas obtidas aos questionários e que pretende aferir a caracterização da população em análise e bem como a sua perceção para as sensações e atitudes sobre o calor que sentem no decurso da jornada de trabalho diário nos seus postos de trabalho e a outra pretende relacionar os parâmetros ambientais, metabolismo, vestuário e índices existentes para a avaliação da caracterização dos riscos a que estes estão sujeitos quando expostos a ambientes térmicos de calor elevado.

Definidas as variáveis para análise, procedeu-se ao seu tratamento estatístico e que os resultados são apresentados no capítulo quarto desta dissertação.

⁴ Consultado na Internet em <http://www.bteduc.bio.br> em 17/08/2014 (Maria Antónia Malajovich/Guias de atividades)

4. RESULTADOS – APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO

4.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende apresentar os resultados com discussão do estudo realizado numa empresa da indústria da metalomecânica (com fundição).

Os seus objetivos incidiram na caracterização, com análise das transferências de calor libertadas ao longo dos processos de fabrico no desempenho, segurança e saúde dos trabalhadores expostos.

A estruturação do capítulo está dividido em secções, que ora se apresentam; 4.2 - Caracterização da amostra; 4.3 - Análise da caracterização e perceção dos trabalhadores quanto ao conforto térmico nos postos de trabalho; 4.4 - Apresentação com análise dos resultados obtidos nos três índices aplicados; 4.5 - Análise estatística e discussão dos resultados.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRA

No seguimento do exposto no capítulo anterior e que caracterizou o *layout* da fabrica (ponto 3.4 - Caracterização do *layout* da fabrica), cumpre agora detalhar e interpretar no modo descritivo a forma como as variáveis inerentes à obtenção da produção interferem no desempenho dos operadores, tendo como referência a estruturação do trabalho, posturas e deslocamentos do corpo e o tipo de trabalho na interação homem – máquina na jornada de trabalho diário num ambiente térmico ocupacional quente e ou muito quente.

Começou-se por agrupa-las do seguinte modo; *Layout* e estruturação do trabalho vs. posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho por posto de trabalho; características individuais dos operadores; variáveis de conforto térmico e parâmetros físicos do ambiente térmico em observação.

4.2.1 *Layout* dos postos de trabalho

A nave de fundição está disposta fisicamente sobre um retângulo dimensionado ao longo do seu comprimento em 80 metros, e de largura em 40 metros e com 7 metros de pé-direito e, sem janelas e ou respiros e oito portas assim dispostas; este para oeste duas, norte duas, oeste para este uma e a sul três. A disposição dos postos de trabalho ocorre ao longo do seu comprimento e com a produção a convergir para o centro da nave. O ponto inicial de fusão da matéria-prima está disposto de este para oeste com a implantação da torre fusora e linha automática de moldação e, de oeste para este, o segundo ponto de fusão de matéria-prima constituído por quatro fornos de fusão do tipo convencional e que alimentam a moldação manual e a linha de moldação semiautomática. Sendo que o abate da produção fica na zona oposta ao *input* da linha de moldação automática, mas central e, que recebe a produção da linha automática e semiautomática. O abate da moldação manual é realizado na zona de

intervenção desse posto de trabalho e, que já se descreveu na caracterização do *layout* da fábrica no capítulo terceiro desta dissertação.

Na linha oposta do corredor em comprimento e na zona oposta aos fornos convencionais estão implantados os postos de trabalho de acabamentos da produção em bruto e que são: Acabamentos (mesa, serrotes e lixagem) e rebarbagem.

Relembrando o já exposto sobre os postos de trabalho descritos no capítulo anterior reteu-se com relevância a orientação dos fluxos de calor libertados pelos processos de produção em trânsito e as quantidades de calor radiante libertadas e que conforme a disposição do *layout* indiciam o seu deslocamento de forma tranquila para o centro da nave de fundição.

4.2.2 Estruturação do trabalho vs. posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho por posto de trabalho

No levantamento realizado à nave fabril ficou registado as observações *in loco*, o resultado de minientrevistas espontâneas realizadas aos trabalhadores e registos fotográficos da execução das tarefas em execução por posto de trabalho.

Apresenta-se agora, uma descrição caracterizada da estruturação do trabalho por posto de trabalho, com a descrição das posturas e deslocamento do corpo e tipo de trabalho realizado pelos operadores que lhe estão afetos (ver anexo 3) e os ritmos e ciclos da produção diária esperada.

4.2.3 Fusão e vazamento

Este posto de trabalho está organizado num turno, ao longo da jornada de trabalho, que controla e acompanha o funcionamento em contínuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 6 horas e término às 21 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição). As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas como já enunciadas no capítulo terceiro e que são realizadas por dois trabalhadores e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e o tipo de trabalho sendo que as posturas e deslocamentos são as seguintes; a atividade desenvolvida de pé representa na jornada de trabalho 25%, sentado 25%, andar sem carga a 2 km/h 30%, subir c/inclinação de 10° a 3 km/h 10% e descida c/inclinação de 10° a 3 km/h 10%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e ligeiro em 10%, com os dois braços e ligeiro em 10%, com o corpo todo e ligeiro em 75% e com um braço e ligeiro em 5%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores concentração e agilidade nas respostas pedidas pelo encadeamento dos processos de produção.

4.2.4 Linha de moldação automática

Este posto de trabalho está organizado em dois turnos, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível controlar e acompanhar o funcionamento em contínuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 6 horas e término às 21 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição) num dos turnos e no outro num período de 15 minutos. As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por três trabalhadores e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e o tipo de trabalho, sendo que as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes por operário (ver tab 5);

Tabela 5 - Linha de moldação automática (valores médios)

Posturas e deslocamentos do corpo	Operário 1	Operário 2	Operário 3
De pé	10 %	10 %	10 %
Andar sem carga a 2 km/h	70 %	90 %	70 %
Subir c/inclinação de 10° a 3 km/h	10 %		10 %
Descida c/inclinação de 10° a 3 km/h	10 %		10 %
Tipo de Trabalho			
Manual/ligeiro	10 %	10 %	10 %
Corpo todo/médio	90 %		90 %
Com os dois braços/médio		90 %	

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos, distribuídos em ciclos automatizados, que requerem da parte dos operadores concentração e agilidade nas respostas pedidas pelo encadeamento dos processos de produção.

4.2.5 Abate

Este posto de trabalho está organizado em função dos *outputs* da produção e em geral começa pelas 10 horas da manhã e prolonga-se até às 21 horas, sendo que o seu maior volume de produção está concentrado no período da tarde e fim de tarde. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição), conforme os trabalhadores escalados. As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por dois trabalhadores, eventualmente, três trabalhadores num dia trabalho e que, em geral, são ocupados pelos operários não especializados e recém-chegados à empresa e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho, sendo que as posturas e deslocamentos são as seguintes; As tarefas em 90% são realizadas na posição de debruçado, andar sem carga a 2 km/h 10%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e pesado em 20% e com o corpo todo e pesado em 80%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos, distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.6 Granalhadora

Este posto de trabalho está organizado em dois turnos ao longo da jornada de trabalho para que seja possível satisfazer a saída esperada da fase de acabamento em bruto e se reinicie um novo ciclo de produção em que o encadeamento dos processos passa pelos acabamentos finais que envolve a maquinação, acabamentos finais, controle das especificações e requisitos da ordem de fabrico e embalagem da produção requisitada pelo mercado.

As atividades têm início às 6 horas e término às 17,45 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos, um de 15 minutos e o outro de sete minutos, conforme o turno. As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por dois trabalhadores num dia de trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho e que são as seguintes por operário (ver tab 6);

Tabela 6 - Granalhadora (valores médios)

Posturas e deslocamentos do corpo	Operário 1	Operário 2
De pé	45 %	25 %
Andar sem carga a 2 km/h	45 %	25 %
Tipo de Trabalho		
Manual/ligeiro		25 %
Manual/médio	10 %	
Corpo todo/médio	90 %	
Com os dois braços/médio		25 %

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.7 *Shake out*

O espaço físico do *layout* do *shake out* reúne os *outputs* da produção da linha automática e da linha semiautomática e que se entendeu apresentar a sua organização do trabalho separadamente;

4.2.8 *Shake out* da linha de moldação automática

Este posto de trabalho está organizado em dois turnos, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível controlar e acompanhar o funcionamento em continuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 6 horas e término às 21 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos, um de quinze minutos para o primeiro turno e de sete minutos para o segundo. As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por dois trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de

trabalho sendo que as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; A atividade desenvolvida de pé representa na jornada de trabalho 45% e andar sem carga a 3 km/h 45%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e ligeiro em 10% e com o corpo todo e médio em 90%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.9 *Shake out* da linha moldação semiautomática

Este posto de trabalho está organizado num turno, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível controlar e acompanhar o funcionamento em continuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 8 horas e término às 17,45 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição). As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro (linha moldação semiautomática) e são realizadas por um trabalhador e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e o tipo de trabalho, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; A atividade desenvolvida de pé representa na jornada de trabalho 90% e andar sem carga a 2 km/h 10%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e médio em 40% e com o corpo todo e pesado em 60%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.10 Acabamentos

Este posto de trabalho reúne três secções com tarefas diferenciadas e que se designam por mesa, serrotes e lixagem e o trabalho está organizado em dois turnos, ao longo da jornada de trabalho. Para que seja possível corresponder ao funcionamento em continuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 6 horas e término às 21 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição) num dos turnos e, no outro num período de 15 minutos. As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas respetivamente por dois, três e quatro trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; As atividades desenvolvidas de pé representam na jornada de trabalho 70% e andar com carga de 10 kg a 4 km/h 30%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e ligeiro em 10% e com os dois braços e médio em 90%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.11 Linha de moldação semiautomática

Este posto de trabalho está organizado num turno, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível executar, controlar e acompanhar o funcionamento dos ciclos de produção esperados e que têm início às 8 horas e término às 17,45 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição). As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por quatro trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes por operário (ver tab 7);

Tabela 7 - Linha de moldação semiautomática

Posturas e deslocamentos do corpo	Operário 1	Operário 2	Operário 3 a)	Operário (fornos)
De pé	90%	90%		90%
Andar sem carga a 2 km/h	10%	10%		10%
Tipo de Trabalho				
Manual/ligeiro				10%
Manual/médio	10%	10%		
Corpo todo/médio	90%	90%		90%

a) Ver ponto 4.2.2.5.2 – *Shake out* da linha semiautomática

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores concentração e agilidade nas respostas pedidas pelo encadeamento dos processos de produção.

4.2.12 Rebarbagem

Este posto de trabalho está organizado num turno, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível executar, controlar e acompanhar o funcionamento dos ciclos de produção esperados e que têm início às 8 horas e término às 17,45 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição). As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por quatro trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; As atividades desenvolvidas requerem que os operadores estejam na posição de debruçado, ao longo da jornada de trabalho em 45% e andar com carga de 10 kg a 4 km/h 10%, valores médios. O tipo de trabalho é manual e ligeiro em 20% e com o corpo todo e pesado em 80%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores esforço e agilidade nas tarefas inerentes aos processos pedidos por este posto de trabalho.

4.2.13 Macharia

Este posto de trabalho está organizado em dois turnos, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível controlar e acompanhar o funcionamento em contínuo dos ciclos de produção esperados e que têm início às 6 horas e término às 21 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição) num dos turnos e no outro num período de 15 minutos. As tarefas a desenvolver neste posto trabalho estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por três trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; As atividades desenvolvidas de pé representam na jornada de trabalho 10% e andar sem carga a 2 km/h 90%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e médio em 10% e com os dois braços e médio em 90%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos automatizados que requerem da parte dos operadores concentração e agilidade nas respostas pedidas pelo encadeamento dos processos de produção.

4.2.14 Moldação manual

Este posto de trabalho está organizado num turno, ao longo da jornada de trabalho, para que seja possível executar, controlar e acompanhar o funcionamento dos ciclos de produção esperados e que têm início às 8 horas e término às 17,45 horas do dia de trabalho. As pausas estão distribuídas em dois períodos de sete minutos e um outro de 60 minutos (refeição). As tarefas a desenvolver, neste posto trabalho, estão descritas no capítulo terceiro e são realizadas por cinco trabalhadores num dia trabalho e que agora se detalha as posturas e deslocamentos do corpo e tipo de trabalho para quatro deles, sendo que, as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; As atividades desenvolvidas de pé representam na jornada de trabalho 80% e andar sem carga a 2 km/h 20%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e ligeiro em 20% e com os dois braços e médio em 80%, valores médios no dia trabalho.

Para o quinto trabalhador (abate) as posturas e deslocamentos do corpo são as seguintes; As atividades desenvolvidas de pé representam na jornada de trabalho 80% e andar com carga de 10 kg a 4 km/h 10%, valores médios.

O tipo de trabalho é manual e médio em 10% e com o corpo todo e pesado em 80%, valores médios no dia trabalho.

Os ritmos de trabalho são repetitivos e monótonos distribuídos em ciclos que requerem da parte dos operadores concentração e agilidade nas respostas pedidas pelo encadeamento dos processos de produção.

4.2.15 Características individuais dos operadores

Estas variáveis foram recolhidas do questionário aplicado na presença do investigador aos trabalhadores afetos aos postos de trabalho distribuídos pelo *layout* da nave de fundição e que são; categoria profissional; idade; sexo; peso; altura; como considera pessoalmente as condições térmicas no seu local de trabalho; há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar.

Os resultados obtidos foram recolhidos da análise descritiva da distribuição obtida na utilização do *software SPSS* e que agora se apresentam.

4.2.16 Categoria profissional

As categorias profissionais são o escalonamento profissional próprio de cada colaborador no universo da fundição, bem como de qualquer atividade que envolva pessoas e serve para caracterizar a diferença entre elas, ordenando cada um em patamares que contemplem os seus saberes de estar e ou fazer, reconhecendo-se as competências adquiridas em institutos ou ao longo da vida. Esta ordenação por patamares foi recentemente ajustada, neste setor da indústria da metalomecânica (com fundição), por força da necessidade deste se uniformizar, encurtando os níveis dessa distribuição para que esta fique mais agilizada.

As categorias profissionais da população em observação estão assim distribuídas (ver fig. 33).

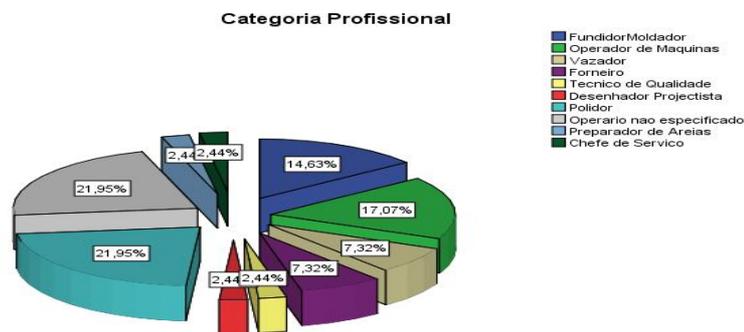


Fig.33 - Categorias profissionais

Da leitura do gráfico pode-se concluir com alguma evidência estatística, que a categoria “Operário não especificado” representa em termos percentuais uma fatia considerável do universo das categorias profissionais em análise (21,95%), o que indicia que esta empresa tem rotatividade de pessoal.

Que pretende balizar-se a sua importância na interpretação do conjunto das respostas que se relacionará no capítulo seguinte.

4.2.17 Idade

As idades desta população estão compreendidas entre os 19 anos e 62 anos, sendo que, a sua média é de 41 anos ($dp=11,4$) e que estão distribuídas ao longo dos postos de trabalho da seguinte forma (ver fig. 34).

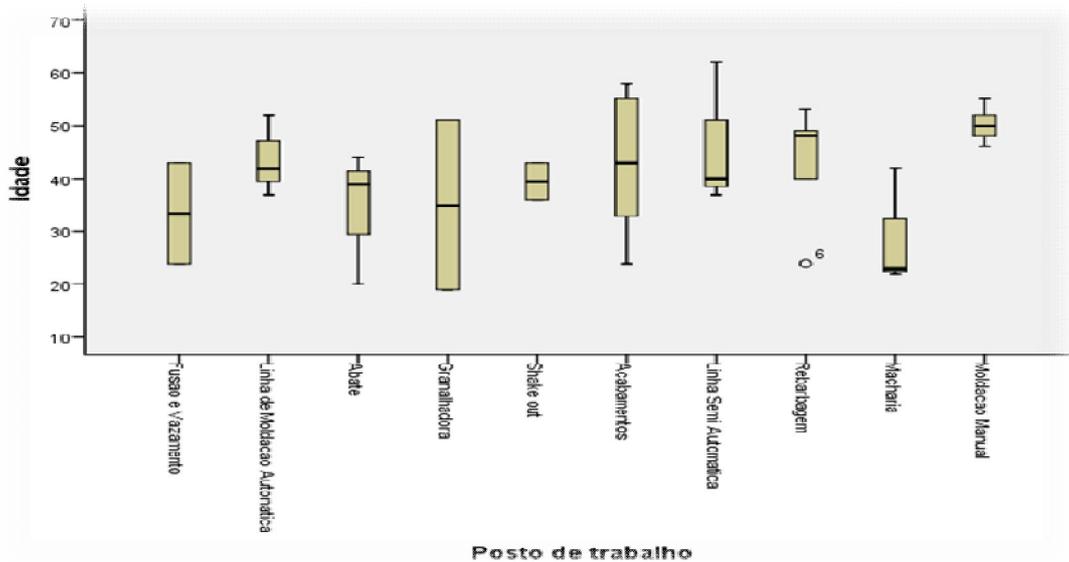


Fig.34 - Distribuição da idade por posto de trabalho

Da leitura do gráfico, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que os postos de trabalho aonde a média das idades da população em observação se aproximam são; linha de moldação automática, abate e *shake out* e, do mesmo modo, também se concluiu que a distribuição não tende para a normalidade.

4.2.18 Sexo

Da amostra de 41 colaboradores em análise, 39 são do sexo masculino e 2 do sexo feminino, sendo que, um dos dois está adstrito de forma direta à produção (posto de trabalho 9 - Macharia) e o outro de forma indireta (direção de produção) e assim distribuídos em percentagem (ver fig. 35);

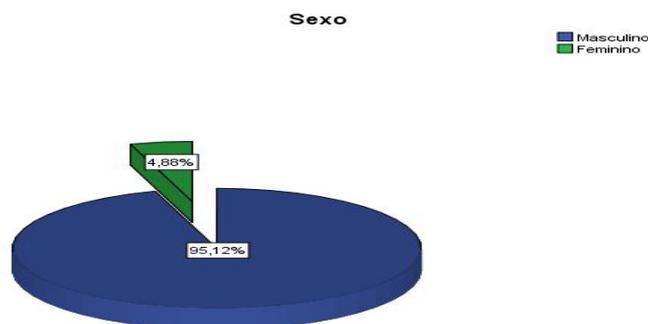


Fig.35 - Sexo

Da leitura do gráfico, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que o gênero é de predominância masculina (95,12%).

4.2.19 Peso

Da amostra de 41 colaboradores o peso está distribuído entre os 57 e os 98 kg, com uma média de 75,6 kg (dp=10,6), assim distribuídos por posto de trabalho (ver fig. 36).

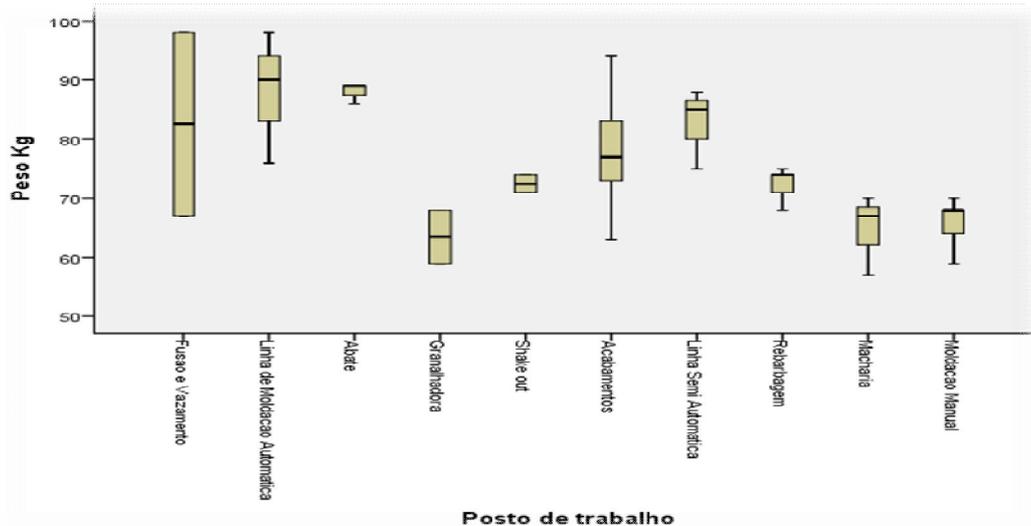


Fig.36 - Distribuição do peso por posto de trabalho

Da leitura do gráfico, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que o posto de trabalho aonde a média do peso da população em observação se aproxima é; rebarbagem e, do mesmo modo, também se concluiu que a distribuição não tende para a normalidade.

4.2.20 Altura

Da amostra em estudo e, que é composta por 41 trabalhadores, a distribuição das alturas situam-se entre os 157 cm e os 192 cm, sendo a média de 172 cm ($dp=0,07$), assim distribuídas por posto de trabalho (ver fig. 37).

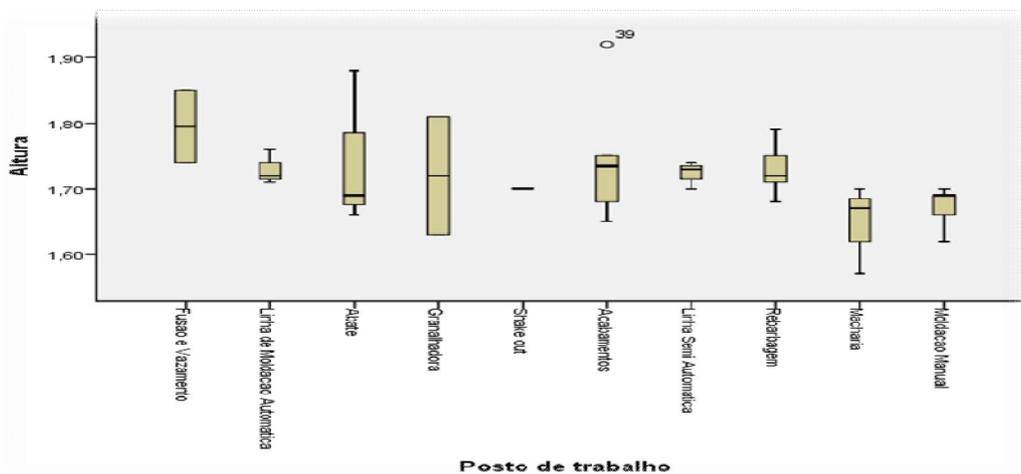


Fig.37 - Distribuição da altura por posto de trabalho

Da leitura do gráfico, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que o posto de trabalho aonde a média da altura da população em observação se aproxima é; linha de moldação automática, granalhadora e rebarbagem e, do mesmo modo, também se concluiu que a distribuição não tende para a normalidade.

4.2.21 Como considera pessoalmente as condições térmicas no seu local de trabalho

Da amostra de 41 colaboradores envolvidos no estudo, obteve-se as seguintes respostas quanto à sensação que estes experimentam (muito quente; quente; neutro; frio e muito frio) nos seus postos de trabalho (ver tab 8);

Tabela 8 - Ambiente Térmico – Postos de trabalho

	Respostas	Porcentagem
Muito Quente	18	43,9
Quente	21	51,2
Neutro	2	4,9
Total	41	100,0

Sobre as sensações experimentadas pelos inquiridos nos seus postos de trabalho e representadas no diagrama de bigodes (ver fig. 38) que indicia, com evidência estatística, que a média das respostas tendem para os postos de trabalho de acabamentos (43,9% - muito quente) e rebarbagem (51,2% - quente).

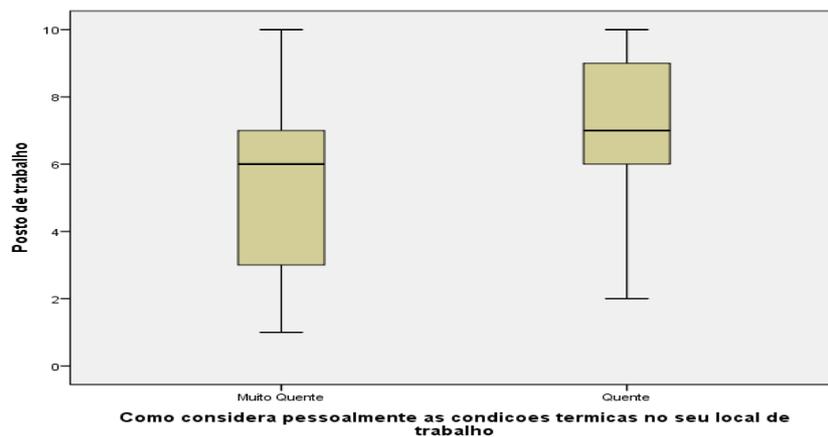


Fig.38. - Diagrama de bigodes - distribuição da sensação térmica por posto de trabalho

4.2.22 Há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar

Da amostra que envolve 41 colaboradores, 17 trabalham há mais de vinte anos e 7 há mais cinco e menos dez anos, assim distribuídos em percentagem, (ver fig. 39);

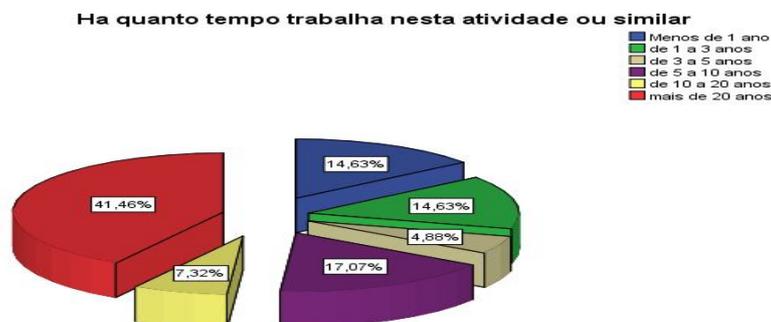


Fig.39 - Antiguidade dos colaboradores

Da leitura do gráfico, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a fatia correspondente à antiguidade na atividade; “mais de 20 anos” é dominante e representa 41,46% das respostas e que as correspondentes há “menos de 1 ano” e “de 1 a 3 anos” perfazem 29,26% da população inquirida, sendo que desse valor 14,63% exerce a atividade há menos de 1 ano.

4.2.23 Variáveis de conforto térmico

Estas variáveis foram recolhidas dos questionários aplicados na presença do investigador e que são; período do dia em que sente mais calor no seu local de trabalho; durante a sua atividade sente necessidade de procurar um local mais fresco para repor o seu conforto térmico; em média qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho; tem algum tipo de informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso; transpira no exercício da sua atividade; gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor; gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio.

O tratamento das respostas dadas foi enquadrado e tratado estatisticamente e que agora se apresentam os resultados.

4.2.24 Período do dia em que sente mais calor no seu local de trabalho

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, só um deles não respondeu, no entanto, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas aponta para que o período entre 14 e as 16 horas é crítico (ver tab 9).

Tabela 9 - Período do dia em que sentem mais calor

	Respostas	Porcentagem
8 - 10 horas	1	2,4
10 - 12 horas	5	12,2
12 - 14 horas	2	4,9
14 - 16 horas	32	78,0
Total	40	97,6

Sobre os períodos do dia em que os inquiridos sentem maior calor nos seus postos de trabalho, apresenta-se o diagrama de bigodes que indicia, com evidência estatística, que a média das respostas tendem para os postos de trabalho de acabamentos (78% - entre as 14 - 16 horas) e para a linha moldação semiautomática (entre as 10 - 12 horas - 12,2%).

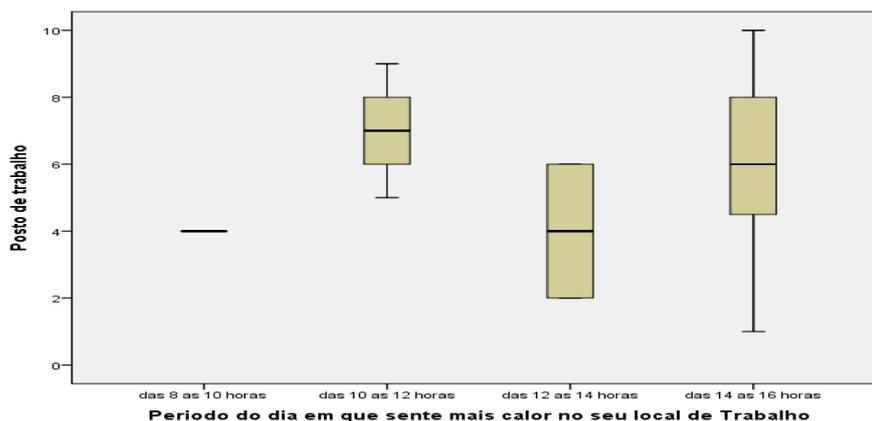


Fig.40 - Diagrama de bigodes - distribuição dos períodos do dia de mais calor

4.2.25 Durante a sua atividade sente necessidade de procurar um local mais fresco para repor o seu conforto térmico

Quanto à necessidade que os inquiridos têm de procurar um local mais fresco, as respostas obtidas no universo da população inquirida (41 pessoas) mostram, com evidência estatística, que 80% tem por vezes necessidade de o fazer e com frequência 14% dos inquiridos (ver fig. 41).

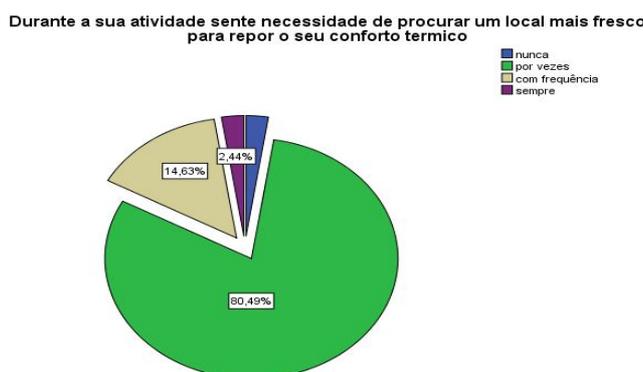


Fig.41 - Necessidade de procurar um local mais fresco

4.2.26 Em média qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas aponta para consumos de água de “1 a 3 litros” (87,8%), sendo que os consumos de “1 a 2 litros” é dominante (53,7%) por dia de trabalho (ver tab 10).

Tabela 10 - Consumos de água por dia trabalho

	Respostas	Percentagem
menos de 1 litro	2	4,9
de 1 a 2 litros	22	53,7
de 2 a 3 litros	14	34,1
mais de 3 litros	3	7,3
Total	41	100,0

Sobre os consumos de água ingeridos por dia trabalho, apresenta-se o diagrama de bigodes que indicia, com evidência estatística, que a média das respostas tendem para os postos de trabalho de acabamentos (87,8%). Para consumos acima de 3 litros (7,3%) no posto de trabalho rebarbagem (ver fig. 42);

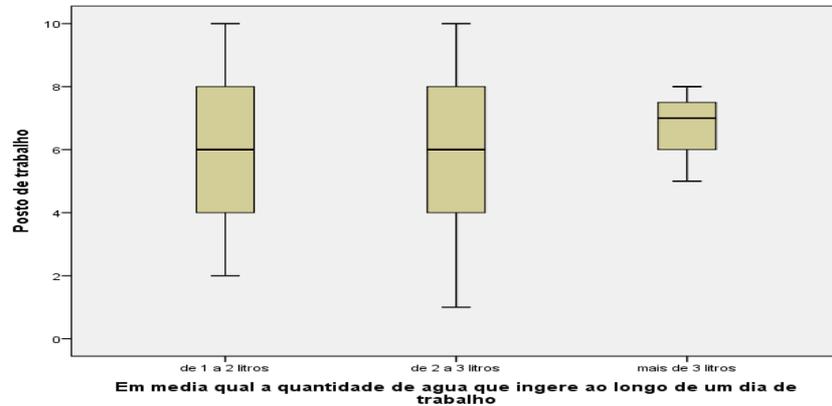


Fig.42 - Diagrama de bigodes - Distribuição da média de água ingerida durante um dia de trabalho

4.2.27 Tem algum tipo de informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas, aponta para um nível intermédio de opinião (65,85%) sobre como prevenir o calor em excesso (ver fig. 43).

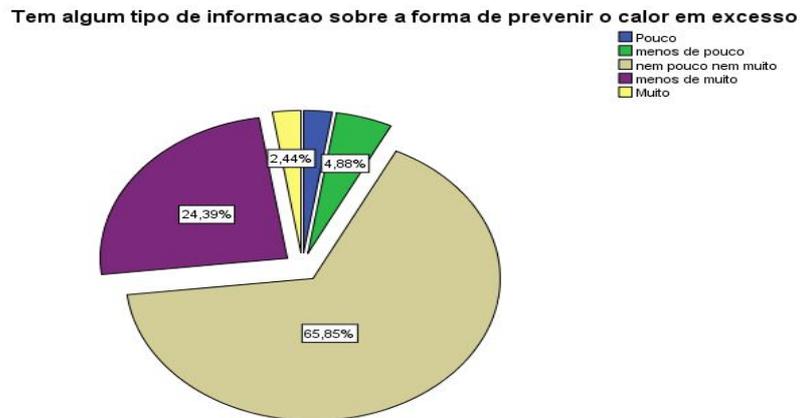


Fig.43 - Informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso

4.2.28 Transpira no exercício da sua atividade

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas aponta para níveis de transpiração elevada, 90% das respostas, por dia de trabalho (ver tab 11).

Tabela 11 - Transpiração por dia trabalho

	Respostas	Porcentagem
menos de pouco	2	4,9
nem pouco nem muito	2	4,9
menos de muito	25	61,0
muito	12	29,3
Total	41	100,0

Sobre as respostas dadas pelos inquiridos sobre as perdas de água nos seus postos de trabalho, apresenta-se o diagrama de bigodes que indicia, com evidência estatística, que a média das respostas tendem a concentrarem-se nos postos de trabalho localizados na zona central da nave fabril e que são; granalhadora, *shake out*, acabamentos, linha moldação semiautomática e rebarbagem (87,8%) (ver fig. 44);

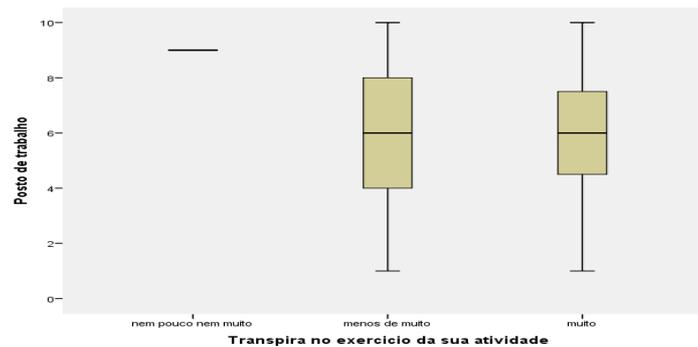


Fig.44 Diagrama de bigodes - Média de transpiração durante um dia de trabalho

4.2.29 Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas, aponta para um nível muito elevado de opiniões (95%), sobre a sensação e percepção térmica sentida durante a época de maior calor nos postos de trabalho (ver fig. 45), como sendo crítica.

Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor

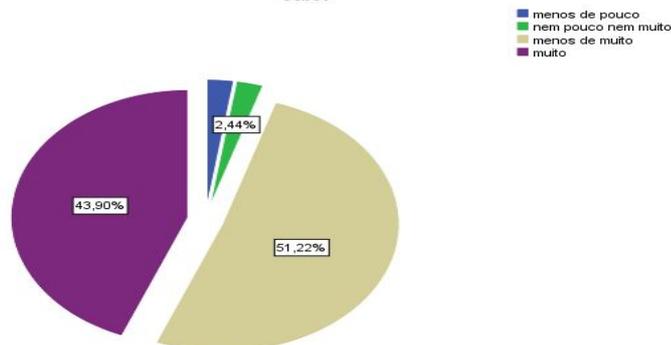


Fig.45 Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor

4.2.30 Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio

Da análise das respostas à questão em análise, e no universo de 41 inquiridos, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a tendência das respostas aponta para um nível elevado de opiniões (75%), sobre a sensação e percepção térmica sentida durante a época de maior frio nos postos de trabalho (ver fig. 46), como sendo confortável.

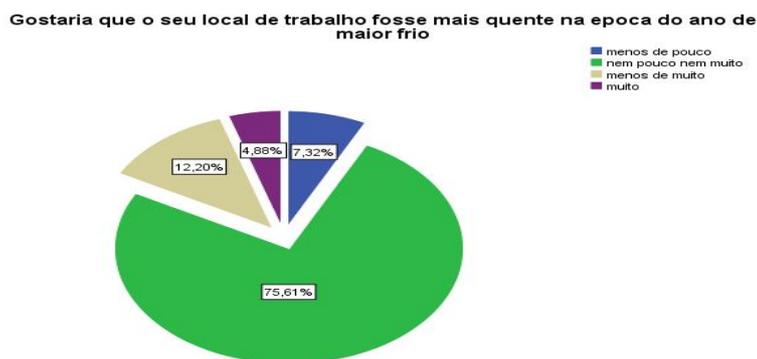


Fig.46 – Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio

4.2.31 Parâmetros físicos do ambiente térmico em observação

Estas variáveis foram recolhidas, depois do processamento de testes e premissas que já se enunciaram no capítulo terceiro desta dissertação, mais concretamente no ponto 3.6 e no período compreendido entre 02 e 26 de Setembro do ano 2014 e, que foram recolhidas pelo investigador e, que conforme os pontos 3.3.2; 3.6.1 e 3.6.2 do capítulo ora referenciado, permitiram a sua validação.

As variáveis em estudo são a temperatura do ar, temperatura húmida, temperatura de globo, velocidade do ar e humidade relativa.

Os valores obtidos destas variáveis foram tratados estatisticamente no *software SPSS* e que agora se apresentam.

4.2.32 Temperatura do ar

O valor quantitativo desta variável no exterior da nave fabril nos dias e horas já enunciadas no capítulo terceiro no ponto 3.3.2 foi em valor médio de 26,3° C. No interior da nave os registos desta variável e, recorrendo à análise descritiva, obtida do tratamento dos dados tratados no *software SPSS* são os seguintes para a média, desvio padrão, variância, mínimos e máximos que agora se apresentam (ver tab 12).

Tabela 12 - Temperatura seca no interior da nave de fundição

Temperatura seca (ta) ° C	
Média	28,9
Desvio Padrão	1,66
Variância	2,77
Mínimo	24,5
Máximo	31,5

Da análise dos dados, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que houve um aumento da temperatura seca do ar (2,6 ° C) do exterior para o interior da nave.

Interessa agora perceber como esta, está distribuída pelos postos de trabalho, o que se vai agora analisar recorrendo ao diagrama de bigodes (ver fig. 47).

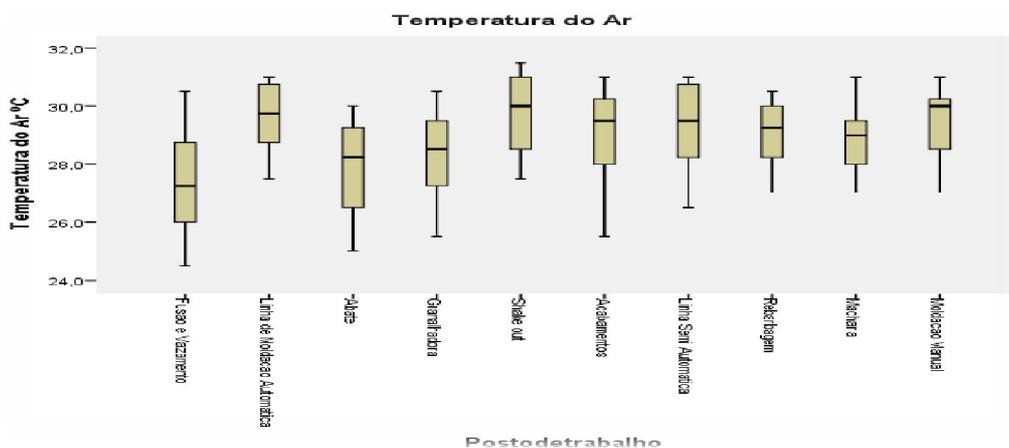


Fig.47 - Temperatura do ar no interior da nave fabril por posto de trabalho

Da análise do diagrama de bigodes, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a média (28,86 ° C) tende a concentrar-se no posto de trabalho o abate localizado a montante da torre fusora e de um forno convencional aí, instalado, no sentido este/oeste e que nas suas costas temos a produção em trânsito da linha de moldação automática. Tirando os valores do posto de trabalho da torre fusora todos os outros apresentam valores médios acima do valor médio obtido.

4.2.33 Temperatura húmida

O valor quantitativo desta variável no exterior da nave fabril nos dias e horas já enunciadas no capítulo terceiro no ponto 3.3.2 foi em valor médio de 19,8 ° C. No interior da nave os registos desta variável e, recorrendo à análise descritiva, obtida do tratamento dos dados tratados no *software SPSS* são os seguintes para a média, desvio padrão, variância, mínimos e máximos que agora se apresentam (ver tab 13).

Tabela 13 - Temperatura húmida no interior da nave de fundição

Temperatura Húmida (th) ° C	
Média	21,1
Desvio Padrão	1,73
Variância	2,99
Mínimo	17,5
Máximo	23,5

Da análise dos dados, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que houve um aumento da temperatura húmida (1,33 ° C) do exterior para o interior da nave.

Interessa agora perceber como esta, está distribuída pelos postos de trabalho, o que se vai agora analisar recorrendo ao diagrama de bigodes (ver fig. 48).

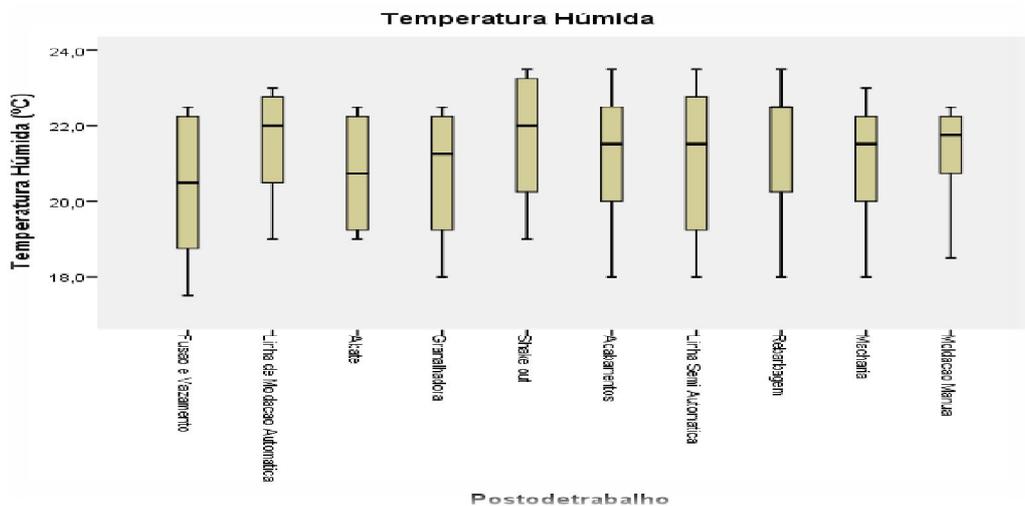


Fig.48 - Temperatura húmida no interior da nave fabril por posto de trabalho

Da análise do diagrama de bigodes, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a média (21,13 ° C) tende a concentrar-se no posto de trabalho fusão e vazamento localizado no primeiro ponto de fusão no sentido este/oeste. Todos os outros apresentam valores médios acima do valor médio obtido.

4.2.34 Temperatura de globo

O valor quantitativo médio desta variável no interior da nave e, recorrendo à análise descritiva, obtida do tratamento dos dados tratados no *software SPSS* são os seguintes para a média, desvio padrão, variância, mínimos e máximos que agora se apresentam (ver tab 14).

Tabela 14 - Temperatura de Globo no interior da nave de fundição

Temperatura globo (tg) °C	
Média	30,1
Desvio Padrão	1,50
Variância	2,25
Mínimo	26,5
Máximo	32,5

Da análise dos dados, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a média da temperatura de globo oscilou entre o mínimo de 26,5 ° C e um máximo de 32,5 ° C ao longo dos encadeamentos dos processos produtivos e por posto de trabalho na ordem dos 6 ° C no interior da nave de fundição. Interessa agora perceber como esta, está distribuída pelos postos de trabalho, o que se vai agora analisar recorrendo ao diagrama de bigodes (ver fig. 49).

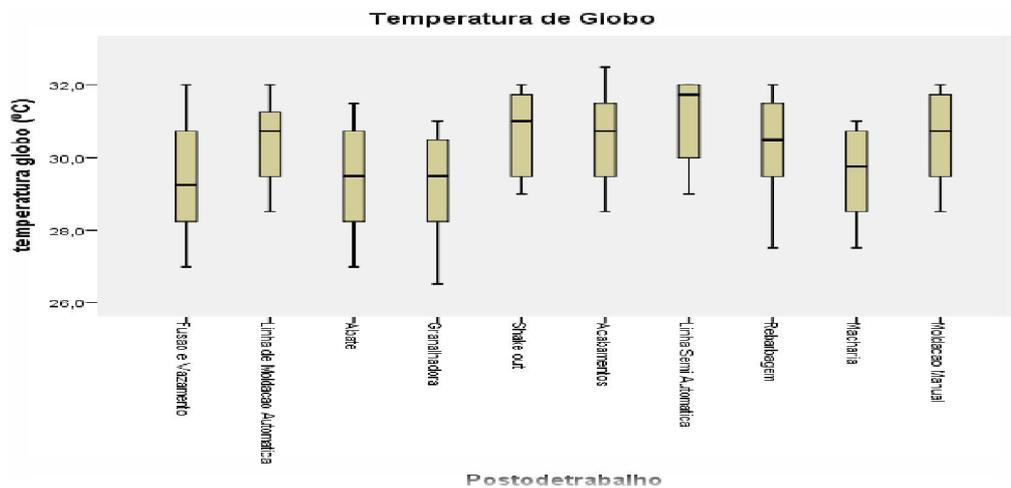


Fig.49 - Temperatura de Globo no interior da nave fabril por posto de trabalho

Da análise do diagrama de bigodes, pode-se concluir com alguma evidência estatística que a média (30,13 ° C) tende a concentrar-se no posto de trabalho a macharia localizada no canto a oeste e encravada na zona da moldação manual. Sendo que os postos de trabalho que agora se enumeram apresentam valores médios acima do valor médio obtido e que são; linha de moldação automática, *shake out*, acabamentos, linha moldação semiautomática, rebarbagem e moldação manual.

4.2.35 Velocidade do ar

O valor quantitativo médio desta variável no interior da nave e, recorrendo à análise descritiva, obtida do tratamento dos dados tratados no *software SPSS* são os seguintes para a média, desvio padrão, variância, mínimos e máximos que agora se apresentam (ver tab 15).

Tabela 15 - Velocidade do ar no interior da nave de fundição

Velocidade relativa do Ar (va) ms ⁻¹	
Média	,065
Desvio Padrão	,0731
Variância	,005
Mínimo	,00
Máximo	,23

Interessa agora perceber como está distribuída a média pelos postos de trabalho, o que se vai agora analisar recorrendo ao diagrama de bigodes (ver fig. 50).

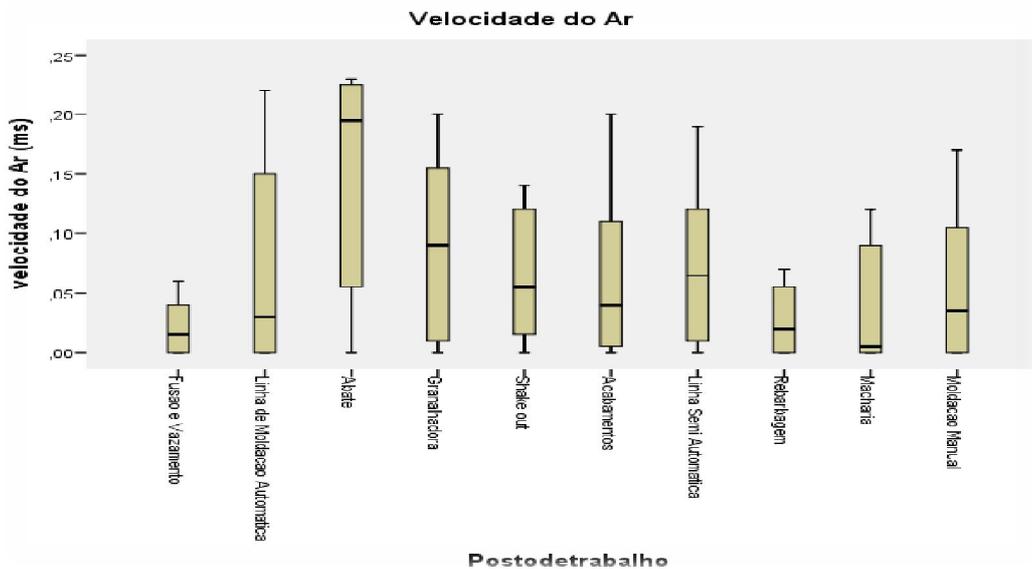


Fig.50 - Velocidade do ar no interior da nave fabril por posto de trabalho

Da análise do diagrama de bigodes, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que a média (,07 m s) tende a concentrar-se no posto de trabalho a macharia localizada no canto a oeste e encravada na zona da moldação manual. Todos os outros apresentam valores médios acima do valor médio obtido.

4.2.36 Humidade relativa

O valor quantitativo desta variável no exterior da nave fabril nos dias e horas já enunciadas no capítulo terceiro no ponto 3.3.2 foi em valor médio de 54,8%. No interior da nave os registos desta variável e, recorrendo à análise descritiva, obtida do tratamento dos dados tratados no *software SPSS* são os seguintes para a média, desvio padrão, variância, mínimos e máximos que agora se apresentam (ver tab 16).

Tabela 16 - Humidade relativa no interior da nave de fundição

Humidade Relativa (%)	
Média	50
Desvio Padrão	8,6
Variância	73,3
Mínimo	33
Máximo	67

Da análise dos dados, pode-se concluir, com alguma evidência estatística, que houve uma diminuição da humidade relativa (5%) do exterior para o interior da nave.

Interessa agora perceber como esta, está distribuída pelos postos de trabalho, o que se vai agora analisar recorrendo ao diagrama de bigodes (ver fig. 51).

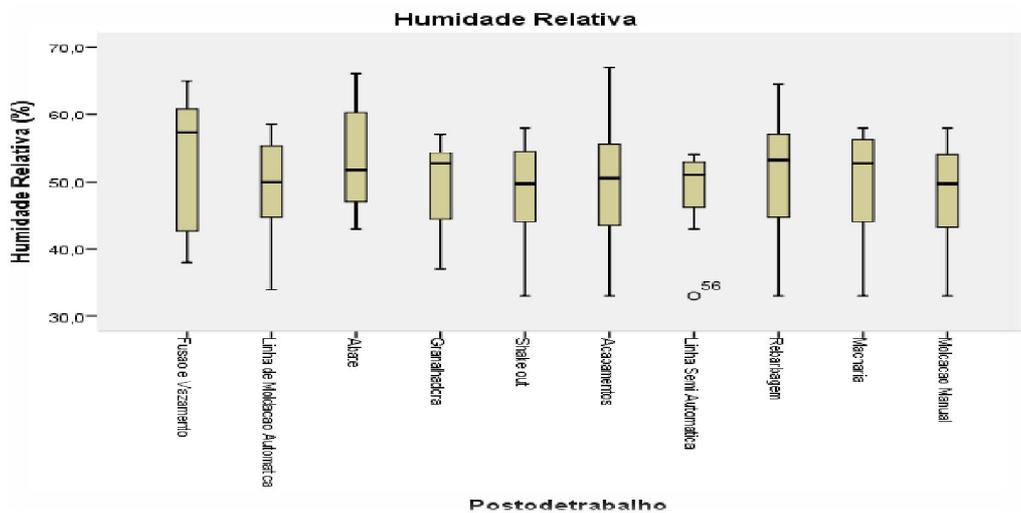


Fig.51 - Humidade relativa no interior da nave fabril por posto de trabalho

Da análise do diagrama de bigodes pode-se concluir com alguma evidência estatística que a média (50,06%) tende a concentrar-se nos postos de trabalho linha de moldação automática, *shake out* e moldação manual. Todos os outros apresentam valores médios acima do valor médio obtido.

4.3 ANÁLISE DA CARACTERIZAÇÃO E PERCEÇÃO DOS TRABALHADORES QUANTO AO CONFORTO TÉRMICO NOS SEUS POSTOS DE TRABALHO

Feita a apresentação e interpretação das variáveis, surge o momento da análise tendo em conta as deduções com evidência matemática aflorada dos seus resultados obtidos na pesquisa de campo realizada numa indústria da metalomecânica (com fundição).

A caracterização da amostra foi obtida da aplicação de questionários, e conforme foi já apresentado e interpretado numa primeira análise por pontos, caracterizar a população em estudo, bem como quantificar as sensações e percepções dos inquiridos sobre o calor a que então sujeitos nos seus postos de trabalho ao longo da jornada de trabalho.

Numa primeira abordagem relacionou-se as variáveis de caracterização e numa segunda fase as variáveis de percepção para numa terceira fase as reunir e concluir com evidência estatística a população em análise.

4.3.1 Caracterização da população em estudo

Está-se na presença de uma amostra em que a média de idades é de 41 anos (mínimo 19 anos e máximo 62 anos) e esse valor médio tende a localizar-se nos postos de trabalho; linha de moldação automática, abate e *shake out*. O peso médio da amostra é de 75,5 kg (mínimo de 57 kg e máximo de 98 kg) e tende a localizar-se no posto de trabalho a rebarbagem. A altura média é de 172 cm (mínimo de 157 cm e máximo 192 cm) e tende a localizar-se nos postos de trabalho; linha de moldação automática, granalhadora e rebarbagem. A predominância do sexo é masculina em 95% a que corresponde 39 indivíduos do sexo masculino e 2 do sexo feminino. Quanto às categorias profissionais, a amostra aponta para uma relação entre operários qualificados e que estão em maioria (cerca de 75 %) em relação aos não qualificados (21,95 %). Estes valores apontam para que se possa com alguma evidência pensar que esta empresa tem alguma rotatividade de pessoal. A estatística recolhida quanto à permanência na categoria ao longo do tempo indicia com evidência estatística que a empresa em análise tem cerca de 41,5% de colaboradores com experiência profissional de “mais de 20 anos” de antiguidade adquirida *in/out doors* na execução das atividades inerentes aos processos de produção (fundição). Por outro lado, cerca de $\pm 25\%$ dos operários têm menos de 1 ano (14,63%) e de 1 a 3 anos (14,63%). Estes valores conjugados com os valores percentuais observados nas categorias profissionais reforçam a premissa de que esta empresa tem rotatividade de pessoal. As respostas recolhidas sobre como classificam as condições térmicas nos seus locais de trabalho são claras. Os postos de trabalho em análise são muito quentes (21 pessoas responderam quente (51,2%) e 18 pessoas muito quente (43,9%) num universo de 41 pessoas).

4.3.2 Percepção dos trabalhadores quanto ao conforto térmico nos seus postos de trabalho

Está-se na presença de uma amostra que pretende salientar e evidenciar respostas à percepção e sensibilidade dada pelos operários da nave fundição quanto a um conjunto de perguntas sobre como definem o conforto térmico nos seus postos de trabalho. Da análise descritiva e que já se enunciou pode-se com alguma evidência estatística afirmar que o período do dia em que foi sentido maior calor situou-se entre as 14 – 16 horas do dia de trabalho e que a média das respostas está localizada no posto de trabalho – acabamentos. Quanto a necessidade que as pessoas têm em procurar um lugar mais fresco nos períodos de maior calor foi expressa com alguma evidência estatística “por vezes”. O

consumo de água em média ingerida pelos trabalhadores situa-se com alguma evidência estatística num dia de trabalho no intervalo de 1 a 3 litros. Da análise descritiva pode-se com alguma evidência afirmar que os consumos de água de 1 a 2 litros tendem a concentrar-se no posto de trabalho acabamentos e que no posto de trabalho rebarbagem os consumos de água estão acima dos 3 litros. Quanto à informação sobre a forma de prevenir o calor as respostas evidenciam que essa informação é assimilada dos meios de comunicação social (internet, tv ou no seio da família) e que por parte da empresa esse tipo de informação não é transmitido, o que permite indiciar que esta empresa não aposta na prevenção dos malefícios futuros para a saúde dos trabalhadores derivados da exposição prolongada ao calor formando e sensibilizando os seus colaboradores. Quando se perguntou se transpira no exercício da sua atividade a evidência das respostas são claras; sim e bastante. As tendências das respostas concentram-se nos postos de trabalho dispostos nas zonas centrais da nave de fundição e que são; granalhadora, *shake out*, acabamentos, linha de moldação semiautomática e rebarbagem.

Das respostas solicitadas aos inquiridos sobre se gostariam que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época ano de maior calor aferiu-se que as opiniões expressas foram sim em (95%) o que indicia que esta população está exposta a ambientes térmicos muito quentes e ou quentes. Por outro lado, e quando se perguntou se gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio as respostas indiciam que a maioria dos inquiridos respondem (75%) está bem assim, o que nos leva a concluir com alguma evidência estatística que estes, sentem conforto térmico nos períodos de maior frio no ano.

4.4 APRESENTAÇÃO COM ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS TRÊS ÍNDICES APLICADOS: WBGT, TEN/TEC E PHS

No seguimento do exposto no capítulo terceiro no seu ponto (3.7 - tratamento de dados) e que introduziu as premissas necessárias à validação dos cálculos efetuados, para a obtenção de resultados nos três índices apropriados e normalizados na caracterização dos ambientes quentes e ou muito quentes e que são; wbgt, phs e ten/tec.

Pretende-se começar esta apresentação, com a interpretação e análise de resultados para os índices em estudo.

4.4.1 Análise de resultados por posto de trabalho dos índices em estudo

As variáveis e, já enunciadas no capítulo segundo desta dissertação (revisão da bibliografia) e necessárias para obter resultados para os cálculo dos índices; wbgt (wet bulb globe temperature), ten/tec (Temperatura efetiva normal/temperatura efetiva corrigida) e phs (predicted heat strain) e, que agora se apresenta e analisa por posto de trabalho.

4.4.2 Fusão e vazamento (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.1 do capítulo terceiro e 4.2.2.1 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 17) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 17 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Fusão e vazamento

Resultados	wbgt (° C)	ten/tec (° C)	Phs	metabolismo kcal/h m2	isolamento vestuário (clo)
Valores	23,09	25		319,27	0,465
Débito Sudoral (g/h)			280		
Perda Total de Água (g)			2160		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			43		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,2		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	319,27	0,465

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em ± 2 (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são aceitáveis. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 17) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m2), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m2) e que para este posto de trabalho é de 205,75 (w/m2). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predeline. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 280 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 43 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.3 Linha de moldação automática (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.2 do capítulo terceiro e 4.2.2.2 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 18) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 18 -Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Linha de moldação automática

Resultados	wbgt (°	ten/tec (°	phs	metabolismo	isolamento
	C)	C)		kcal/h m2	vestuário (clo)
Valores	24,23	26		454,40	0,53
Débito Sudoral (g/h)			460		
Perda Total de Água (g)			3540		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			26		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,5		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	454,40	0,53

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,7$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 18) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m2), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m2) e que para este posto de trabalho é de 292,83 (w/m2). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir

que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 460 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 26 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.4 Abate (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.3 do capítulo terceiro e 4.2.2.3 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes.

A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 19) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 19- Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Abate

Resultados	wbgt (° C)	ten/tec (° C)	phs	isolamento	
				metabolismo kcal/h m2	vestuário (clo)
Valores	23,36	25		481,34	0,51
Débito Sudoral (g/h)			450		
Perda Total de Água (g)			3510		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			27		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37.5		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	481,34	0,51

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,6$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 19) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m2), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m2) e que para este posto de trabalho é de 310,2 (w/m2). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do

calculado do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 450 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 27 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.5 Granalhadora (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.4 do capítulo terceiro e 4.2.2.4 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 20) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 20- Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Granalhadora

Resultados	wbgt (° C)	ten/tec (° C)	phs	isolamento	
				metabolismo kcal/h m2	vestuário (clo)
Valores	23,30	26		376,88	0,54
Débito Sudoral (g/h)			330		
Perda Total de Água (g)			2530		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			36		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,4		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	376,88	0,54

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 2,7$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 20) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m2), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m2) e que para este posto de trabalho é de 242,88

(w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de cálculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do cálculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 330 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 36 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.6 *Shake out* (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.5 do capítulo terceiro e 4.2.2.5 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes.

A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 21) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 21 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – *Shake out*

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	metabolismo	isolamento vestuário (clo)
Valores	24,39	26		417,80	0,54
Débito Sudoral (g/h)			410		
Perda Total de Água (g)			3210		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			29		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,5		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	417,80	0,54

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em ± 1,6 (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas

aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 21) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 269,25 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 410 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 29 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.7 Acabamentos (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.6 do capítulo terceiro e 4.2.2.6 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 22) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 22 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Acabamentos

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	metabolismo	isolamento vestuário (clo)
Valores	24,00	25,9		429,83	0,66
Débito Sudoral (g/h)			450		
Perda Total de Água (g)			3500		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			27		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,5		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	429,83	0,66

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da

nave fabril varia em $\pm 1,9$ ($^{\circ}$ C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 22) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 277,00 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 450 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 27 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 ($^{\circ}$ C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.8 Linha de moldação semiautomática (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.7 do capítulo terceiro e 4.2.2.7 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes.

A forma de calculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 23) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 23 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Linha moldação semiautomática

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	isolamento vestuário (clo)
Valores	24,06	26		385,80
Débito Sudoral (g/h)			380	
Perda Total de Água (g)			2960	
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10 ^o C e cada (minutos)			32	
Temperatura central após 8 horas ($^{\circ}$ C)			37,4	
Perda hídrica máxima não ultrapassada Temperatura central máxima não ultrapassada ($^{\circ}$ C)				
Condição climática de categoria			2	
	Sem	Sem	Sem	
Riscos para a Saúde	risco	risco	risco	385,80
				0,59

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,9$ ($^{\circ}$ C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 23) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 248,63 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 380 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 32 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 ($^{\circ}$ C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.9 Rebarbagem (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.8 do capítulo terceiro e 4.2.2.8 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes.

A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 24) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 24 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Rebarbagem

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	metabolismo	isolamento vestuário (clo)
Valores	24,14	25,8		485,69	0,83
Débito Sudoral (g/h)			610		
Perda Total de Água (g)			4750		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			20		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,6		
Perda hídrica máxima não ultrapassada			370		
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			3		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Com risco a após várias horas	485,69	0,83

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,7$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são elevados (perto das 500 kcal/h), mas aceites. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 24) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 313,00 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 610 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 20 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência para os índices wbgt e ten/tec indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde. Por outro lado, o índice phs aponta para riscos a longo prazo para a saúde dos operários e após várias horas de exposição.

4.4.10 Macharia (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.9 do capítulo terceiro e 4.2.2.9 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que seja possível obter valores para os índices que se pretende analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor

vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes. A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 25) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 25 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Macharia

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	metabolismo	isolamento vestuário (clo)
Valores	23,61	25,1		280,86	0,61
Débito Sudoral (g/h)			220		
Perda Total de Água (g)			1740		
É recomendável ingerir 200 ml de água a					
10° C e cada (minutos)			55		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,2		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
	Sem		Sem		
Riscos para a Saúde	risco	Sem risco	risco	280,86	0,61

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que o valor dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,5$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas são aceitáveis. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 25) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 181,00 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 220 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 55 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.4.11 Moldação manual (wbgt, ten/tec e phs)

Este posto de trabalho foi caracterizado quanto às tarefas, estruturação do trabalho, tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo nos capítulos terceiro e quarto desta dissertação nos pontos 3.4.2.10 do capítulo terceiro e 4.2.2.10 do capítulo quarto desta dissertação e que por uniformização dos cálculos considerou-se a tabela da norma ISO Standard 7243 para a obtenção dos valores do metabolismo para os três índices. Pretende-se agora, juntando as variáveis em falta para que possamos

obter valores para os índices que seja possível analisar e com isso perceber qual os efeitos das transferências de calor vs. trabalho a realizar no desempenho dos operadores expostos e, quais os riscos a que estão sujeitos quanto a segurança, higiene e saúde no trabalho, em ambientes térmicos quentes e ou muito quentes.

A forma de cálculo de cada índice foi enunciada no capítulo segundo – revisão da bibliografia e, os valores obtidos estão distribuídos (ver tab 26) pelos índices em estudo, mais valores de metabolismo e isolamento do vestuário e que agora se analisa.

Tabela 26 - Valores dos índices, metabolismo e isolamento do vestuário para o posto de trabalho – Moldação manual

Resultados	wbgt	ten/tec	phs	metabolismo	isolamento vestuário (clo)
Valores	24,09	25,9		278,69	0,594
Débito Sudoral (g/h)			250		
Perda Total de Água (g)			1930		
É recomendável ingerir 200 ml de água a 10° C e cada (minutos)			48		
Temperatura central após 8 horas (° C)			37,3		
Perda hídrica máxima não ultrapassada					
Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)					
Condição climática de categoria			2		
Riscos para a Saúde	Sem risco	Sem risco	Sem risco	278,69	0,594

O valor do wbgt e o do ten/tec aproximam-se o que nos faz concluir que os valores dos parâmetros ambientais – Temperatura húmida mais a temperatura de globo e a temperatura efetiva no interior da nave fabril varia em $\pm 1,8$ (° C) e a sobrecarga fisiológica (metabolismo) média dos operadores, resultante da execução das tarefas que lhes são requeridas aceitáveis. A unidade que quantifica o metabolismo (ver tab 26) aplica-se ao índice wbgt (kcal/h m²), mas para o phs e ten/tec o valor é expresso em (w/m²) e que para este posto de trabalho é de 179,60 (w/m²). Sendo que o vestuário utilizado pelos operadores está dentro dos parâmetros recomendados, mas que para efeitos de calculo não foram corrigidos seguindo o recomendado pelos parâmetros do calculo do wbgt que os predefine. Analisando os resultados obtidos para o índice phs pode-se concluir que as perdas de água pelos operadores para este posto de trabalho é de 250 (g/h), valor que sugere a ingestão a cada 48 minutos de exposição de 200 (ml) de água a 10 (° C).

Para os valores obtidos e que comparados com os valores de referência indiciam que nestas condições térmicas os trabalhadores não estão sujeitos a risco para a sua saúde.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Do aprofundamento e da apresentação e interpretação subjetiva dos questionários e, dos resultados obtidos nos três índices em estudo, neste capítulo e que se vai agora analisar e discutir da seguinte

forma: Análise subjetiva dos questionários, resultados obtidos nos três índices e a sua análise estatística.

4.5.1 Análise subjetiva dos questionários

Está-se na presença de uma população com uma média de idades de 41 anos, peso 75,5 kg, altura 172 cm e de predominância em gênero masculino. Esta população é na sua maioria mão-de-obra especializada e com anos de experiência e que nos levou a concluir que 70,74% da população está aclimatada. Esta população expressou neste estudo, que os seus postos de trabalho são muito quentes nas épocas de maior calor do ano. No entanto, pensa-se que há indícios estratégicos da gestão em regenerar os seus quadros, ou para fazer face a acréscimos extemporâneos da produção e ou, por otimização de custos de produção poderão estes, ou não, validar os dados analisados e que são de 29,26% de pessoas com antiguidade “menos de 1 ano” e de “1 a 3 anos” e, que fortalecem os sinais da prática de rotatividade de pessoal na empresa. Senão, então será conveniente perceber se essa rotatividade pode ser provocada por baixas médicas por doença natural ou por acidentes ou incidentes de trabalho. No desenvolvimento deste estudo foram efetuadas algumas diligências junto do departamento de pessoal no sentido de recolher da parte da medicina de trabalho dados clínicos estatísticos sobre a saúde dos colaboradores da nave de fundição, mas por vicissitudes de tempo e oportunidade não foi possível obtê-los.

Quanto à segunda parte do questionário e que aborda a percepção e a sensibilidade dos operadores para as questões relacionadas com a exposição a ambientes térmicos adversos pode-se concluir dos resultados obtidos e, com evidência estatística que da reunião subjetiva das respostas, há fortes probabilidades dos fluxos de calor libertados pelos processos de produção em trânsito e as quantidades de calor radiante libertados e que indiciam que o seu deslocamento se dá de forma tranquila no sentido do centro da nave de fundição. Pois e de acordo com o já escrito, quer na parte da revisão da bibliografia (Rodhl, 2002) quer na percepção das zonas do *layout* de trabalho (ver o ponto 4.2.1 - *Layout* dos postos de trabalho), requerem um aumento do metabolismo por força das respostas a fornecer às tarefas que são solicitadas pelos processos de fabrico, bem como, na necessidade de reposição de água solicitada pelo organismo humano através do sistema de termorregulação defensivo do mecanismo funcional do corpo humano (Parsons, 2003) e que valida as respostas dadas à questão; transpira no exercício da sua atividade. Quanto há questão da necessidade de procurar um lugar mais fresco para repor o conforto térmico, o resultado das opiniões expressas indiciam um enviesamento na tendência das respostas que tal vez indicie questões associadas aos vínculos contratuais existentes na empresa em estudo. Foi também, necessário perceber como opinava a população em estudo para a questão levantada sobre o tipo de informação que tem como recurso, para prevenir as temperaturas elevadas na jornada de trabalho e, foi com surpresa que registamos com alguma evidência estatística que as suas opiniões indiciam uma ausência de informação por parte da empresa. Pelo exposto, pode-se pensar que a empresa em estudo não possuiu um plano anual de formação e sensibilização que

permita manter os trabalhadores informados e treinados para a prevenção que envolvam as questões relacionadas com a sua segurança, e higiene e saúde no trabalho. Por fim o investigador necessitou de perceber o que pensa esta população para as questões de conforto térmico emergente das condições de temperaturas adversas, quer na época de maior calor, quer na de mais frio e, concluiu que as respostas dadas tendem a ser uniformes e evidentes quer para um cenário quer para o outro. Da análise ao conjunto das respostas fornecidas para os dois cenários pode-se com alguma evidência estatística dizer que os alarmes a minimizar e controlar estão situados nas épocas de maior calor pois é aí, que está centrada a expressão crítica das opiniões. Quanto às épocas de maior frio as respostas são claras, com relevância estatística permitindo dizer que esta população se sente confortável nesses períodos.

4.5.2 Resultados obtidos nos três índices

Apresentados os resultados dos índices (wbgt, phs e ten/tec) por posto de trabalho surge agora a necessidade de os sintetizar com análise. Para isso, e como facto inicial relevante sinaliza-se as vicissitudes decorrentes das condições climatéricas que acabaram por de alguma maneira influenciar as conclusões da investigação. No período em que decorreu o estudo, época do ano de verão e, com toda normalidade seriam esperadas temperaturas ambiente externas próprias, o que não se verificou e, que o IPMA confirma, que este foi atípico, conforme já exposto no ponto 3.3.1 e 3.3.2 do capítulo terceiro desta dissertação. Posto isto, conclui-se que os resultados do wbgt e ten/tec por posto de trabalho indiciam que a disposição do *layout* da fábrica interfere na movimentação do calor radiante emergente dos processos de fabrico que de forma tranquila se dissipam para as zonas centrais da nave inferindo no ambiente térmico ocupacional aí, registado (ver fig. (s) 52 e 53).

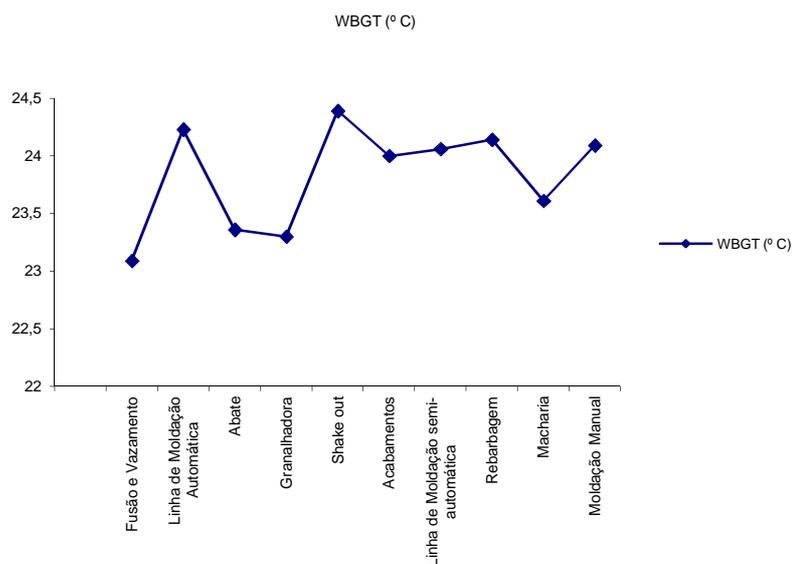


Fig.52 - : Gráfico – Wbgt

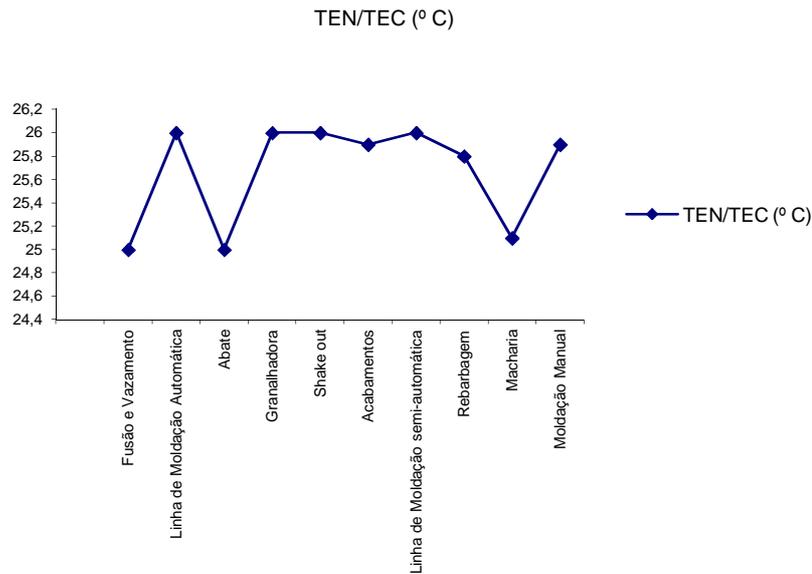


Fig.53 - Gráfico – Ten/Tec

Da leitura do gráfico para os postos de trabalho fusão e vazamento, abate, granalhadora, macharia e zonas adjacentes à moldação manual e fornos convencionais os resultados indiciam que o efeito das portas se encontrarem abertas permitem a circulação de correntes de ar que provocam sensações térmicas de choque vs. alívio. Contudo, a oeste da nave e dada as dimensões da porta em (5/5 metros), a corrente de ar é maior permitindo assim, explicar as oscilações do wbg_t e ten/tec. Os operadores das zonas adjacentes queixam-se de choques térmicos provocados por essas correntes de ar na sua saúde (constipações, e dores musculares e outras).

Da análise do gráfico do índice phs (ver fig. 54), pode-se concluir que o débito sudoral e perdas de água estão distribuídos pelos postos de trabalho seguindo a tendência dos fluxos de calor radiante que se deslocam de forma tranquila para o centro da nave.

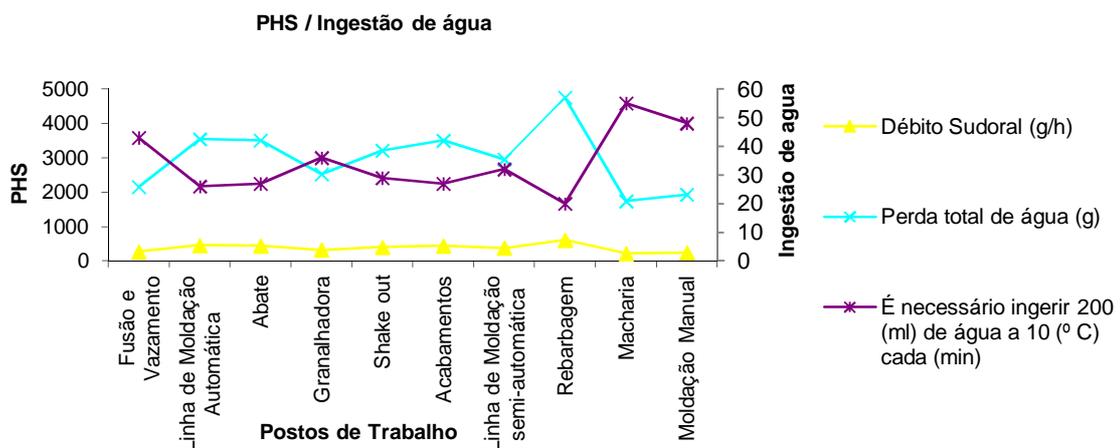


Fig.54 - Gráfico PHS / Ingestão de água

O metabolismo médio (ver fig. 55), dos operadores que lhes estão adstritos e que variam em função das tarefas a executar (ver anexo 3) apresenta as maiores oscilações nos postos de trabalho; Abate e

rebarbagem.

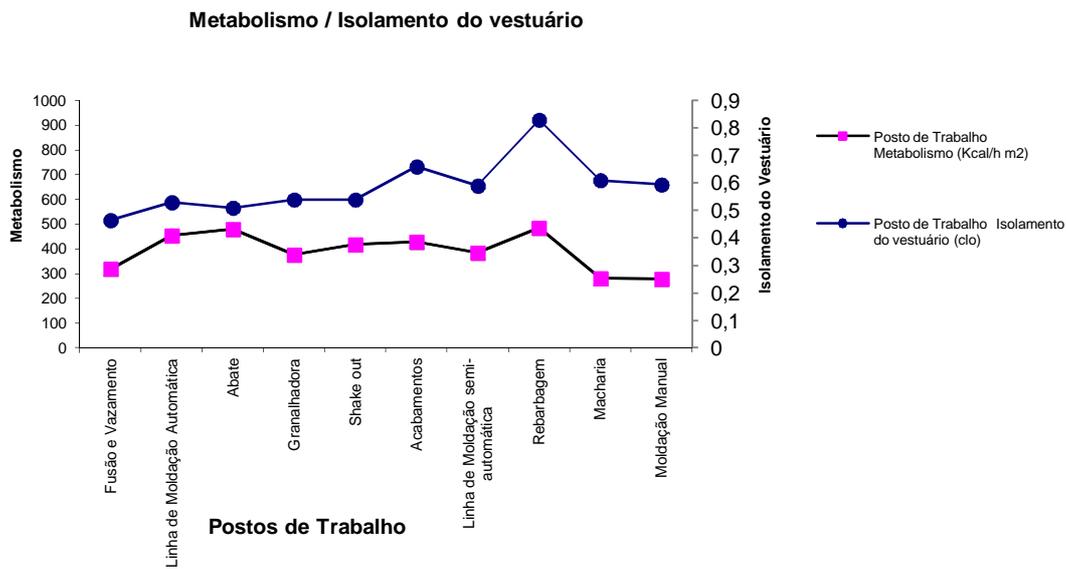


Fig.55 - Gráfico Metabolismo / Isolamento do vestuário

Em síntese, concluiu-se com sinais de relevância matemática que dos três índices estudados e, que independentemente das vicissitudes da temperatura exterior, já enumeradas nesta dissertação para a época do ano, cruzadas com as transferências de calor em trânsito da produção no seu interior, tipo de trabalho, posturas e deslocamento e estruturação do trabalho permitem afirmar que para os índices wbgt e ten/tec os resultados apresentados não oferecem riscos para a saúde dos trabalhadores expostos. Enquanto que o índice phs identifica um dos postos de trabalho como crítico para a saúde dos operários e que é; rebarbagem (ver fig. 56).

Posto de Trabalho	Isolamento do vestuário (clo)	Metabolismo (Kcal/h m2)	PHS							WBGT (° C)	TEN/TEC (° C)	Risco
			Débito Sudoral (g/h)	Perda total de água (g)	É necessário ingerir 200 (ml) de água a 10 (° C) cada (min)	Temperatura central após 8 horas (° C)	Perda hídrica máxima não ultrapassada (g)	Temperatura central máxima não ultrapassada (° C)	Condição climática de categoria			
Fusão e Vazamento	0,465	319,27	280	2160	43	37,2			2	23,09	25	Incomodo, Sem risco
Linha de Moldação Automática	0,53	454,4	460	3540	26	37,5			2	24,23	26	Incomodo, Sem risco
Abate	0,51	481,34	450	3510	27	37,5			2	23,36	25	Incomodo, Sem risco
Granalhadora	0,54	376,88	330	2530	36	37,4			2	23,3	26	Incomodo, Sem risco
Shake out	0,54	417,8	410	3210	29	37,5			2	24,39	26	Incomodo, Sem risco
Acabamentos	0,66	429,83	450	3500	27	37,5			2	24	25,9	Incomodo, Sem risco
Linha de Moldação semi-automática	0,59	385,8	380	2960	32	37,4			2	24,06	26	Incomodo, Sem risco
Rebarbagem	0,83	485,6	610	4750	20	37,6	370		3	24,14	25,8	Com risco
Macharia	0,61	280,86	220	1740	55	37,2			2	23,61	25,1	Incomodo, Sem risco
Moldação Manual	0,594	278,69	250	1930	48	37,3			2	24,09	25,9	Incomodo, Sem risco

Fig.56 – Apresentação de resultados wbgt, ten/tec, phs

4.5.3 Análise estatística dos resultados obtidos nos três índices

Sujeitou-se os resultados obtidos a testes estatísticos não parâmetros de variáveis independentes de Kruskal Wallis (ver anexo 11) e da sua análise, concluiu-se que os resultados indiciam com evidência estatística $p < 0,05$ que o índice phs sinaliza o deslocamento de forma tranquila do calor radiante para o centro da nave fabril, interferindo no ambiente térmico ocupacional dos postos de trabalho ai instados (ver fig. 57).

Estatísticas de teste ^{a,b}							
	WBGT	PHSDebito Sudoralg h	PHSPerda deAguag	PHSreco mendaveli ngerir200 mldeagua a10Cmin	PHSTemp eraturacen tralapos8h orasC	PHSCondi caoclimati catedateg oria	TENTEC
Qui- quadrado	0,000	79,000	79,000	79,000	79,000	79,000	0,000
df	9	9	9	9	9	9	9
Significân cia Sig.	1,000	,000	,000	,000	,000	,000	1,000
a. Teste Kruskal Wallis							
b. Variável de Agrupamento: Postodetrabalho							

Fig.57 - Apresentação da Estatística de teste de Kruskal Wallis – wbg, ten/tec e phs

Testou-se o metabolismo e o isolamento do vestuário (ver fig. 58) que também, indiciam com evidência estatística que o tipo de trabalho, posturas e deslocamentos do corpo, estruturação do trabalho e tipo de vestuário interferem no conforto térmico dos trabalhadores.

Estatísticas de teste ^{a,b}		
	Isolamento do Vestuário media (clo)	Metabolismo media kcal/h
Qui- quadrado	79,000	78,974
df	9	9
Significân cia Sig.	,000	,000
a. Teste Kruskal Wallis		
b. Variável de Agrupamento: Postodetrabalho		

Fig.58 - Apresentação da Estatística de teste de Kruskal Wallis – Isolamento de vestuário e metabolismo

Para os índices wbg e ten/tec, os testes retêm a hipótese nula (ver anexo 11) o que nos permite confirmar com evidência estatística que para estes índices os trabalhadores não estão sujeitos a riscos para a sua saúde na jornada de trabalho e, quando expostos a estas condições de ambiente térmico ocupacional.

Reteve-se também, da comparação dos resultados dos três índices estudados que há sinais para que este setor de atividade da metalomecânica (com fundição), de que os índices wbg e ten/tec não se apliquem. Estas incertezas surgem da tabela de risco do phs caracterizada na condição; “condição climática de categoria”, que atribui a todos os postos de trabalho o desconforto térmico,

independentemente das tarefas exigidas pelos processos que lhe estão adstritos (metabolismo de trabalho). Para os índices wbgt e ten/tec, cruzaram-se os respectivos valores nas tabelas classificativas de risco e nada indicia que, quanto ao desconforto térmico, quando os respectivos valores ficam abaixo das linhas indicadoras de risco para a saúde dos trabalhadores expostos a ambientes térmicos quentes e muito quentes, apresentem risco.

Baseados nos resultados apresentados nesta dissertação, pode-se dizer com evidência estatística que o índice mais apropriado para quantificar o ambiente térmico ocupacional em ambientes quentes e muito quente no setor da metalomecânica (com fundição) é o phs.

Procurou-se ainda perceber nos detalhes dos dados recolhidos, se estatisticamente a amostra tende para a normalidade, é exponencial e binomial ou seja, na análise da sua distribuição esta, tende para ciclos de periodicidade temporal numa ou mais variáveis e, assim, encontrar sinais que permitam equacionar as variáveis de cálculo do wbgt e ten/tec para esta dúvida existencial, sobre o desconforto térmico a que se chegou nos cálculos do índice phs, nesta dissertação.

Desafiando as probabilidades estatísticas das variáveis em estudo, no seu tratamento de sujeição fica-se ainda mais confusos, pois as distribuições tendem para a normalidade e o efeito (parâmetros físicos do ambiente térmico mais o metabolismo e isolamento do vestuário) acrescentam às variáveis tendências para crescerem exponencialmente, bem como, algumas variáveis têm periodicidade temporal, o que vêm sem certezas e fundamentos e, com um grau de ambiguidade, indiciar incertezas quanto aos parâmetros substantivos do cálculo do wbgt e ten/tec (ver anexo 11).

Dos fatores de adição ao cálculo do wbgt (valor substantivo das variáveis, tais como, a variável do isolamento do vestuário) são valores hoje questionados pela comunidade científica (Charles 2003), citado por (Parsons 2003).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

5.1 INTRODUÇÃO

Este capítulo pretende apresentar um conjunto de medidas preventivas e corretivas a implementar na empresa acolhedora e que emergiram da discussão dos resultados do estudo realizado, bem como, sugerir perspectivas futuras de investigação para a inferência das trocas de calor radiante vs. temperaturas ambiente quentes no desempenho e saúde dos trabalhadores expostos, neste setor de atividade da metalomecânica (com fundição).

A estruturação do capítulo está dividida em secções, que agora se apresenta; 5.2 - Proposta de medidas de prevenção e correção dos riscos para a saúde dos operadores expostos; 5.3 - Considerações finais e perspectivas futuras.

5.2 PROPOSTA DE MEDIDAS DE PREVENÇÃO E CORREÇÃO DOS RISCOS PARA A SAÚDE DOS OPERADORES EXPOSTOS

Divide-se em dois tipos as medidas que se propõe apresentar e que são as seguintes; *Layout* da nave de fundição e da organização do trabalho, sobrecarga fisiológica e proteção individual.

5.2.1 *Layout* da nave de fundição

O ideal seria intervir na configuração da nave e redistribuir os postos de trabalho permitindo assim, dissipar os fluxos de calor produzidos pelo encadeamento dos processos de fabrico através de sistemas de climatização e arejamento natural estrategicamente delineados e implementados na nave de fundição e da organização do trabalho. Estas medidas de correção são economicamente desafiantes, tendo em conta os custos de reinvestimento do ativo e da paragem temporal da produção. Posto isto, sugere-se ajustamentos ao *layout* da nave e organização do trabalho que nos parecem ajustados economicamente e que irão atenuar o *stress* térmico a que estão sujeitos os trabalhadores nos seus postos de trabalho.

No corpo da nave sugere-se aberturas de respiro apropriados e colocados a uma altura mínima de cinco metros que permitam a circulação de ar fresco do exterior e distribuir ao longo da nave ventiladores que permitam dispersar o ar contaminado e sobreaquecido. Manter fechada a porta a oeste para evitar choques térmicos prejudiciais e regar a cobertura com água em ciclos curtos e periódicos nas horas em que a temperatura exterior é mais elevada.

5.2.2 Organização do trabalho, sobrecarga fisiológica e proteção individual

Com base nos resultados do estudo apresentado e, começando pela organização do trabalho sugere-se o reajuste dos horários de trabalho. Possibilitando que estes estejam dependentes dos períodos em que a temperatura ambiente exterior é mais elevada. Propõe-se uma análise ao planeamento da produção esperada para a jornada de trabalho, que possibilite ajustamentos nesses períodos, que passem por pausas mais extensas, ou então, aumentar o número de pausas em ciclos curtos e periódicos que permitam aos operadores reporem o seu conforto térmico, disponibilizando os meios (bancadas que permitam lavar o rosto e bebedouros com água potável à temperatura de 10 (° C)) que permitam que estes, se refresquem e ingiram as quantidades de água recomendadas pelo índice PHS conforme se apresentou no ponto 4.4.1 do capítulo quarto desta dissertação.

5.2.3 Sobrecarga fisiológica

Dos resultados obtidos identifica-se cinco postos de trabalho como críticos para os operadores (metabolismo acima das 400 kcal/h) e que são; linha de moldação automática, abate, *shake out*, acabamentos e rebarbagem e que, para além das medidas já enumeradas no ponto 5.2.2, propor um acréscimo de medidas a implementar que permitam atenuar esses valores e que respetivamente se apresenta (ver tab 27);

Tabela 27 - Recomendações

Recomendações	Linha moldação automática	Abate	<i>Shake out</i>	Acabamentos	Rebarbagem
Rotatividade de operadores	X	X	X		
Planeamento e implementação de formas que permitam atenuarem o esforço nas posturas e deslocamentos do corpo dos operadores expostos.		X c)		X	X
Limpeza do posto de trabalho		X			
Planeamento e implementação de sistemas mecânicos com hidráulicos simples. (arrastar, levantar e descer peças pesadas para as bancadas de trabalho)				X a)	X a)
Condicionar a um peso aceitável para os operadores em ambiente de stress térmico a maquinaria de peças pesadas				X b)	X b)

a) Postos de trabalho com bancada; b) Postos de trabalho sem bancada (lixagem e 1 posto na rebarbagem); c) Disposição da produção em chão firme e livre de remoções já extraídas

5.2.4 Proteção individual

Recomenda-se o uso de óculos e viseiras de proteção com vidro refletor sempre que os trabalhadores têm que executar tarefas que os coloquem em contacto com quantidades em trânsito de calor radiante libertado pela matéria-prima (alumínio em estado líquido) como seja operações de preparação e vazamento e limpeza dos fornos convencionais e torre fusora. Neste último caso sugere-se também o uso de vestuário aluminizado, com boa ventilação e flexível quando é realizada a limpeza da fornalha da câmara de combustão da torre e que na caracterização realizada, esta, é sujeita a manutenção uma vez por semana e sempre à sexta-feira ao final da jornada de trabalho.

Ao exposto, acrescenta-se como recomendação final a importância de fornecer aos trabalhadores formação e sensibilização sobre os malefícios do calor vs. temperatura elevada nos seus postos de trabalho.

5.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPETIVAS FUTURAS

Este trabalho, só foi possível pelo interesse e disponibilidade de acolhimento por uma empresa do setor da metalomecânica (com fundição), de média dimensão, e com localização na região de Braga. Esse interesse permitiu aplicar a metodologia desta dissertação e, assim obter o *feedback* quanto à sensação térmica na sua nave de fundição e, como esta indicia zonas mais vulneráveis ao desconforto térmico provocado pelas inferências das trocas de calor radiante vs. temperaturas ambiente quentes com efeitos no desempenho e saúde dos seus trabalhadores.

Da comparação dos valores obtidos nos índices aplicados e, que são os apropriados e normalizados para quantificar o *stress* térmico, resultou a caracterização do *layout* da nave fabril e, que permitiu propor medidas de melhoramento para que haja um melhor desempenho e proteção da saúde dos trabalhadores na execução das tarefas afetas aos seus postos de trabalho.

Os resultados obtidos permitiram concluir que as condições ambientais exteriores condicionam o ambiente térmico ocupacional no interior da nave e por posto de trabalho.

Em geral, pode-se concluir com evidência estatística que nas condições em que se realizou o presente estudo, os índices wbgt e ten/tec não são os indicados para avaliar o ambiente térmico no setor da metalomecânica (com fundição). Por esta razão, há necessidade de encontrar um novo modelo para avaliar ambientes em *stress* térmico.

Em trabalhos futuros seria interessante analisar os resultados da aplicação do índice EsConTer (talaia & Simões, 2009) a esta indústria e compará-los com as conclusões deste trabalho.

As vicissitudes que ocorreram no decurso do trabalho (temperaturas de verão atípicas) estreitaram as conclusões do estudo. Assim, seria muito interessante recolher dados representativos das variáveis em

estudo nas quatro estações do ano e reequacionar os cálculos e as distribuições estatísticas e comparar os resultados com as conclusões obtidos neste estudo.

Será também importante perceber se outros agentes do ambiente ocupacional tais como; ruído, vibrações, agentes químicos e iluminação interferem e de que forma no desempenho, conforto e saúde dos trabalhadores expostos a ambientes ocupacionais de *stress* térmico e compará-los com os ambientes ocupacionais moderados, neutros ou frios.

Por fim, seria interessante confrontar os índices existentes.

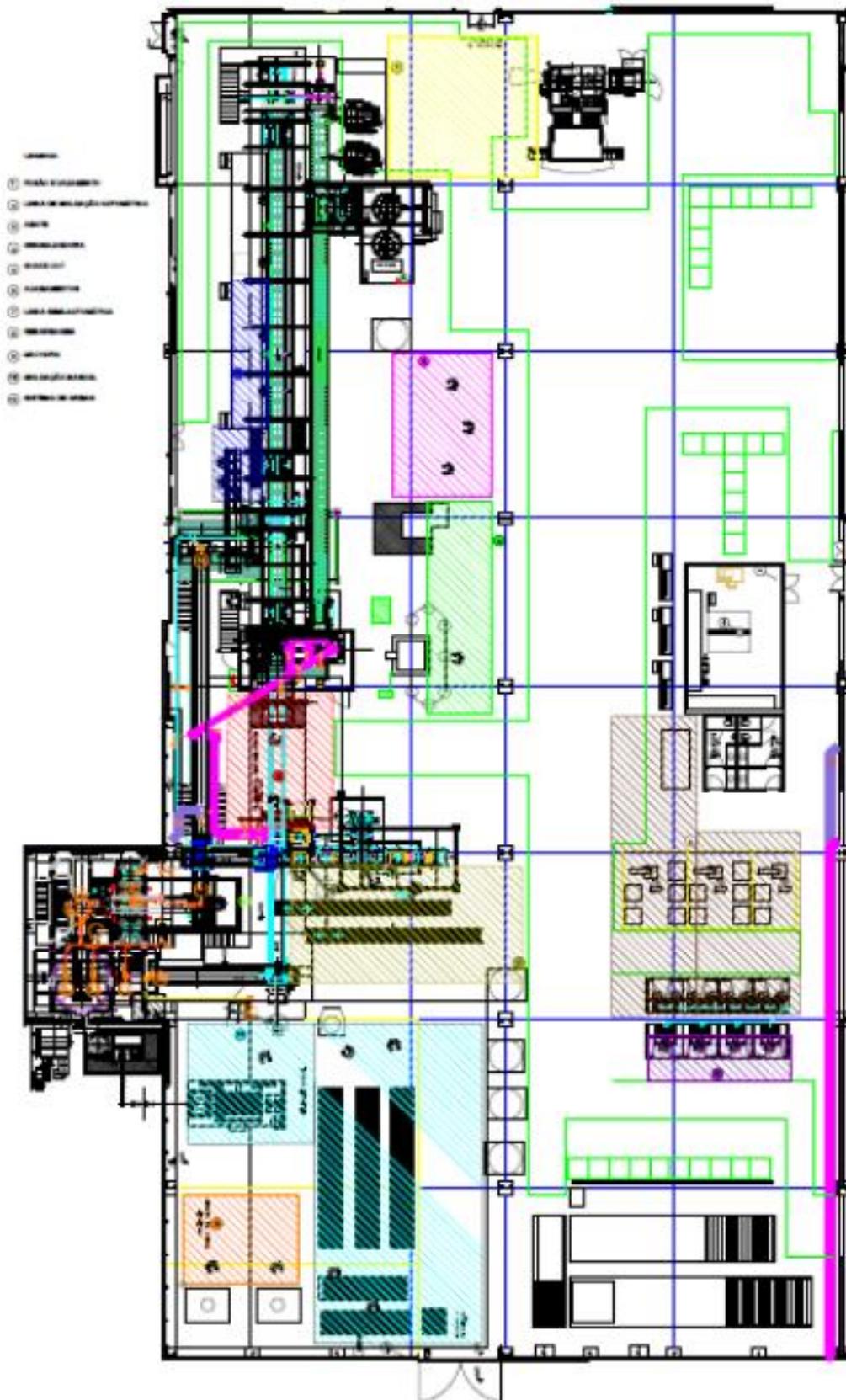
6. BIBLIOGRAFIA

- Araújo, M. E. (2012). Desempenho Cognitivo em Ambientes Térmicos Moderados. Dissertação apresentada para obtenção do grau de mestre em engenharia humana. Guimarães. Universidade do Minho - Departamento de Produção e Sistemas.
- ANSI/ASHRAE Standart 55-2004. (2004). Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Ashrae Standard. Atlanta.
- Bernard, T.; Cross, R. (1999). Heat stress management: Case study in an aluminum smelter. *International Journal of Industrial Ergonomics*, Vol. 23, Issue 5-6, pp. 609-620.
- Charles, K. E. (2003). Fanger 's Thermal Comfort and Draught Models Franger's Thermal Comfort and Draught Models IRC Research Report RR-162. October.
- Corleto, R. (1998). The evaluating of Heat Stress índices using physiological comparisons in an alumina refinery in sub-tropical climate, Master Science Thesis, Faculty of Science and Technology at Deakin University, Geelong, Austrália, pp.176.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work (2005). Facts, n.60. Expert forecast on emerging physical risks related. E. Facts. Bilbao.
- EASHW – European Agency for Safety and Health at Work (2008).
- Epstein, Y. & Moran, D.S. (2006). Thermal comfort and the heat stress índices. *Ind Health* 44:388-398.
- Esteves, P.J. (2012). Sectores com elevado potencial. *Cadernos de Economia* nº 99 pp. 39.
- Fanger, P. (1972). Thermal Comfort. McGraw-Hill. New-York, 2º ed.
- Ferreirinha, A. J. (1995) O Grande Desafio - contributos para a historia da Associação Portuguesa de Fundição. *Fundição Revista da APF* nº 200. pp. 9-10.
- Fortin, M. F., (2009). Fundamentos e etapas do processo de investigação. (Lusodidacta, Ed.). Loures.
- Gallagher, M.; Robertson, R.; Goss, F.; Stille, E.; Schafer, M.; Suyama, J.; Hostler, .(2012).Development of a perceptual hyperthermia index to evaluate heat strain during treadmill exercise. *Eur J Appl Physiol* , Vol. 112, pp. 2025 – 2034.
- Gaona, N. (2010). Cognitive function in hot environments: a question of methodology. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 20, 60-70.
- Gaona, Nadia, Racinais, S., Grantham, J., & El Massioui, F. (2011). Alterations in cognitive performance during passive hyperthermia are task dependent. Research and Education Centre, ASPETAR, Qatar Orthopaedic and Sports Medicine Hospital, Doha, Qatar, Laboratoire de Psychologie et de Neurosciences Groupe IME, Paris, France, and Laboratoire Cognition Humaine et Artificielle, UFR de Psychologie, Univerver, 27 (1), 1-9.
- Houghen & Yaglon. (1923). ASHVE Recherche Report No 673, ASHVE Transactions, 29, 361.
- Houghen & Yaglon. (1924). "Cooling effect on human beings produced by various air velocities". In: ASHVE transactions, V.30.
- IAGCA da Universidade de São Paulo, Brasil. (2014). Conceito de ambiente térmico. http://www.master.iag.usp.br/conforto/ambiente_termico.html (consultado 26/07/2014).
- ISO 7243, (1989). Hot environments - Estimation of the heat stress on working men based on the wbg_t-Índex (wet bulb globe temperature), International Standardisation Organisation, geneva, Suisse.

- ISO 7933, (2004). Index based on thermal balance: Predicted Heat Strain PHS. International Standardization Organization, Geneva, Suisse.
- Kroemer, K. H. E., & Grandjean, E. (1997). *Fitting The Task to The Human*. 5ª Edição. London: Taylor & Francis.
- Lan, L., Wargocki, P., & Lian, Z. (2012). Optimal thermal environment improves performance of office work. *Indoor Environment*, (January), 12-17.
- Likert, R. (1932). "A Technique for the Measurement of Attitudes". *Archives of Psychology*, 140, pp. 1-55.
- Malchaire, J. (2012). *Ergonomics of the climatic environment of work*. Minho Seminar. pp. 1-15.
- Maroco, J. (2007). *Análise Estatística Com Utilização do SPSS*. 3ª Edição. Lisboa. Edições Sílabo.
- 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), 166-176.
- Mcintyre, D.A. (1980). *Indoor Climate*, London, Applied Science Publishers.
- McIntosh, D.H. & Thon, A.S. (1981). *Essentials of Meteorology*. Taylor & Francis LTD, London, 5º ed.
- Mcpherson, M.J. (1992). The generalization of ACP. In: proceedings of the 5th International Mine Vent Cong, johannesburg, pp. 27-35.
- Miguel, A.S. (2012). *Manual de Higiene e Segurança do Trabalho*, 12ª Edição, Porto Editora.
- Miguel, A.S. (1991). *Manual de Higiene e Segurança do trabalho*, 2ª Edição? Porto Editora.
- Miller, V.; Graham, P. (2007). The Thermal Work Limit is a Simple Reliable Heat Index for the Protection of Workers in Thermally Stressful Environments. (2007). *Occup. Hyg.*, Vol. 51, No. 6, pp. 553–561.
- Nunes, F. (2006). *Segurança e Higiene do Trabalho - Manual Técnico*. Amadora: Edições Gustave Eiffel.
- NIOSH. (1986). Criteria for a recommended standard: occupational exposure to hot environments. DHHS (NIOSH) Publication 86-113. National Institute for Occupational Safety and Health, Washington, D.C., pp 101-114.
- Parsons, K. (1993). *Human Thermal Environments* 1ª Edição. Taylor & Francis.
- Parsons, K. C. (2000). Environmental ergonomics: a review of principles, methods and models. *Applied ergonomics*, 31(6), 581-594.
- Parsons, K. (2003). *Human Thermal Environments* 2ª Edição. Taylor & Francis.
- Parsons, K. (2006). Heat Stress Standart ISO 7243 and its global application. *Ind Health* 44:368-379.
- Parsons, K. (2014). *Human Thermal Environments: The Effects of Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance*, Third Edition, April 9, by Crc Press.
- Pereira, L. (2011). *Conforto e desconforto térmico numa nave industrial*. Dissertação apresentada para obtenção de grau mestre em engenharia física. Aveiro, Universidade de Aveiro - Departamento de Física.
- Prado, L. (2009). *A Grande Depressão: Política e Economia na Década de 1930*. Europa, Américas, África e Ásia, capítulo 1, Editora Brasileira.
- Rebelo, G. (2012). Crise, austeridade e criação de emprego. *Cadernos de Economia* nº 99 pp. 32-36.

- Riniolo, T.C. & Schmidt.L.A. (2006). Chronic heat stress and cognitive development: An example of thermal conditions influencing human development. *Developmental Review*, 26, 277-290.
- Rodahl, K. (2002). Occupational Health Conditions in Extreme Environments. *British Occupational Hygiene Society*, Vol. 47, No. 3, pp. 241–252.
- Talaia, M. (2013). Riscos no local de trabalho – ambiente térmico quente. Riscos naturais antrópicos e mistos. In Departamento de Geografia, Faculdade de Letras, Universidade de Coimbra (Ed.). *Homenagem ao Professor Fernando Rebelo*. (pp. 555-567). Universidade Coimbra. Publicação 978-989-96810-1-9.
- Talaia, M. & Simões, H. (2009) Alterações Climáticas e Bem-estar do Ser Humano. Livro de resumos do 6º Simpósio de Meteorologia e Geofísica da APMG e 10º Encontro Luso-Espanhol de Meteorologia, Caparica, 16-18 (03), 55.
- Vaz, M. (2014). Reindustrialização <http://expresso.sapo.pt/a-reindustrializacao-de-um-pais-sem-capital=f87269> (consultado no dia 17/07/2014).
- Vernon, H. M. & Warner, C.G. (1932). “The influence of the humidity of the air on capacity for work at high temperatures”, *J. Hyg. Camb.*, v. 32, pp. 431-462.
- U.S. Department of energy, Thermodynamics (1992). *Heat Transfer, and Fluid Flow.Doe Fundamentals Handbook*, Vol. 2.
- Yaglou, P. & Minard, D. (1957). ”Control of heart causalities at military training camps“. *Am A Arch, Ind. Health*, 16, pp. 302-316.
- Yaglou, C.P., Miller, W.E., (1925). ”Effective temperature with clothing“, In: *ASHVE transactions*, v. 31, pp. 89-99.
- Zhao, J., Zhu, N. & Lu, S. (2009). Productivity model in hot and humid environment based on heat tolerance time analysis. *Building and Environment*, 44, 2202-2207.
- 4shared, 2014, www.4shared.com/photo/Byn0VmPx/carta_psicrometrica.htm, acedido em dezembro de 2014.

ANEXO I – LAYOUT DA FÁBRICA



ANEXO II – LISTA DE VERIFICAÇÃO



Avaliação da Exposição a Riscos inerentes à atividade (Processos de fundição) Fernandes, A. 2014

Universidade do Minho
Faculdade de Engenharia

1-Ponto (s) Crítico (s) a identificar ou já identificado (s);

1.1- Local:

1.2- Questões:

2-Ambiente físico em observação;

2.1 – Área.

2.1.1 - largura:

2.1.2 – Comprimento:

2.1.3 - Pé-Direito:

2.1.4 – Janelas:

2.1.5 – Portas:

2.1.6 – Ventilação (descrição):

2.2 - Secção de Trabalho (descrição):

2.3 - Processos e ritmos de produção (descrição):

2.4 - Condições ambientais dos postos de trabalho.

2.4.1 - Temperatura Humida:

2.4.2 - Temperatura Seca:

2.4.3 - Temperatura de Globo:

2.4.4 - Velocidade do Ar:

2.5 - Ruído (descrição):

2.6 - Estado físico dos produtos a manipular.

2.6.1 - Estado Sólido:

2.6.2 - Estado líquido:

2.6.3 - Estado gasoso:



Avaliação da Exposição a Riscos inerentes à atividade (Processos de fundição) Fernandes, A. 2014

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

2.7 - Local aonde estão armazenados.

2.7.1 - Cumprem as regras de segurança.

Sim

Não

2.7.2 - Senão, identificar as anomalias (descrição):

2.8 - Estão longe/perto do posto de trabalho.

2.8.1 - Perto

2.8.2 - Longe

2.9 - Riscos Ergonómicos (descrição):

2.10 - Riscos Mecânicos (descrição):

2.11 - Outros agentes

2.11.1 - Sim Quais:

2.11.2 - Não

3-Ambiente Ocupacional em observação;

3.1 - Nº Pessoas:

3.2 - Idades:

3.3 - Sexo:

3.4 - Altura:

3.5 - Peso:



Avaliação da Exposição a Riscos inerentes à atividade (Processos de fundição) Fernandes, A. 2014

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

3.6 - Nº de Turnos:

3.7 - Tempo de exposição ao(s) agente(s):

3.7.1 - Parte do dia:

3.7.2 - Tempo diário de exposição:

3.7.3 - Nº de intervalos de exposição:

3.8 - Há rotatividade de pessoas:

3.8.1 - Sim Ou não:

3.8.2 - Não

3.9 - Descrição dos processos em que interagem:

4-Data e hora da visita

4.1 - Dia do calendário/Semana:

4.2 - Hora de Entrada/Saída:

4.3 - Registro fotográfico para memória futura:

ANEXO III – CARACTERIZAÇÃO DOS POSTOS DE TRABALHO



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de trabalhos; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Fusão e Vazamento						Codificação do posto de Trabalho					
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op[s]		Tempo máximo por dia de trabalho		480 min		1					
	Postura e Deslocamento do Corpo						Tipo de Trabalho					
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado
Carga da Torre de fusão	5	15	75		Sim		Não		Não		Sim	
Enchimento da Colher e Tratamento do Alumínio	16	7	112	De Pé	Sim		Não		Não		Sim	
Transporte e Transferência para os fornos	16	3	48	Sentado	Sim		Não		Sim	Ligeiro		
Comandos de Operação dos fornos	16	2	32	De Pé	Sim		Sim		Não			
Enchimento de Provetes	16	3	48	Andar sem carga a	Sim		Não		Não		Sim	
Amostras	16	4	64		Sim		Não		Não		Sim	
Comandos de Memória dos Programas de Vazamento	15	2	30	Subir c/Inclinação de 10º. 3Km/h	Sim		Não		Sim	Ligeiro		
Limpeza Torre Fusora	1	20	20	Descida c/Inclinação de 10º. 3Km/h	Sim		Não		Não		Sim	
Limpeza diária dos fornos			0		Sim		Não		Não		Sim	
Pausas	2	7	14									
Operações Diversas	1	290	290	De Pé Andar sem carga a 2Km/h	Sim		Não		Não		Sim	
Carga Forno de fusão Auxiliar	1	15	15		Sim		Não		Não		Sim	
Preparação do Alumínio	1	15	15	Subir c/Inclinação de 10º. 3Km/h Descida c/Inclinação de 10º. 3Km/h	Sim		Não		Não		Sim	
Vazamento	1	30	30		Sim		Não		Não		Sim	
Registo das Amostras	16	4	64		Sim		Não		Não		Sim	
De Pé 25% Sentado 25% Andar sem carga a 2Km/h 30% Subir c/Inclinação de 10º 3Km/h 10% Descida c/Inclinação de 10º 3Km/h 10%						Manual Ligeiro 10% Com os dois Braços Ligeiro 10% Com o corpo todo Ligeiro 75% Com um Braço Ligeiro 5%						



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos postos de trabalho; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Linha Automatica						Codificação do posto de Trabalho					
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op(s)		Tempo máximo por dia de trabalho		480 min		2					
	Postura e Deslocamento do Corpo						Tipo de Trabalho					
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado
Operario 1/Operario 3												
Mudança e preparação das Placa	10	5	50	De Pé Andar sem carga a 2Km/h			Não		Não		Sim	
Controle da Máq Areias/Máq Moldalgem	40	1	40		Sim		Não		Não		Sim	
Registo OF(s)	10	1	10	Andar a subir inclinação 5º, 5Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Não		Sim	
Programação da Máq por OF(s)	10	1	10		Sim		Não		Não		Sim	
Colocação de Arrefecedores	90	1	90	Andar a descer inclinação 5º, 5Km/h	Sim		Não		Não		Sim	
Moldações	440	3	1320		Sim		Não		Não		Sim	
Pausas	2	7	14									
Operario 2												
Colocação de Machos e preparação da Moldação	440	5	2200	De Pé Andar sem carga a 2Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Sim	Médio	Não	
Pausas	2	7	14									
Op 1 Op 2 Op 3 De Pé 10% 10% 10% Andar sem carga a 2Km/h 70% 90% 70% Subir c/inclinação de 5º 4Km/h 10% 10% Descida c/inclinação de 5º 5Km/h 10% 10%						Manual Ligeiro Com o corpo todo Médio Com os dois braços Médio Op 1 Op 2 Op 3 10% 10% 10% 90% 90% 90%						



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalho; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Abate										Codificação do posto de Trabalho									
	Nº Op(s)		2	Tempo máximo por dia de trabalho			480 min					3								
Tarefas por dia de trabalho	Postura e Deslocamento do Corpo				Tipo de Trabalho															
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado								
Operario 1																				
Abatimento de Machos	70	3	210	Debruçado	Sim	Pesado	Não		Não											
Remoção de Gitos	200	0,5	100		Sim			Não		Não		Sim								
Colocação das Peças para cortar em paletes	200	0,5	100		Andar sem carga a 2Km/h		Sim		Não		Não									
Pausas	1	30	30																	
Operario 2																				
Abatimento de Machos	70	3	210	Debruçado	Sim	Pesado	Não		Não											
Remoção de Gitos	200	0,5	100		Sim			Não		Não		Sim								
Colocação das Peças para cortar em paletes	200	0,5	100		Andar sem carga a 2Km/h		Sim		Não		Não									
Pausas	1	30	30																	
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="text-align:center;">Debruçado</td> <td style="text-align:right;">90%</td> <td style="text-align:center;">Manual Pesado</td> <td style="text-align:right;">20%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">Andar sem carga a 2Km/h</td> <td style="text-align:right;">10%</td> <td style="text-align:center;">Com corpo todo Pesado</td> <td style="text-align:right;">80%</td> </tr> </table>													Debruçado	90%	Manual Pesado	20%	Andar sem carga a 2Km/h	10%	Com corpo todo Pesado	80%
Debruçado	90%	Manual Pesado	20%																	
Andar sem carga a 2Km/h	10%	Com corpo todo Pesado	80%																	



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalho; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Granalhadora										Codificação do posto de Trabalho																					
	Nº Op(s)		2	Tempo máximo por dia de trabalho			480 min					4																				
Tarefas por dia de trabalho	Postura e Deslocamento do Corpo				Tipo de Trabalho																											
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado																				
Operario 1																																
Granalhar peças (carga e descarga da máquina, operação da máquina e verificação e acondicionamento das peças)	140	2,5	350	De Pé Andar sem carga a 4Km/h	Sim	Médio	Não		Não		Sim	Médio																				
Outras operações	30	1	30		Sim		Não		Não		Sim																					
Pausas	1	30	30																													
Operario 2 a)																																
Granalhar peças (carga e descarga da máquina, operação da máquina e verificação e acondicionamento das peças)	20	2,5	50	De Pé Andar sem carga a 4Km/h	Sim	Médio	Não		Não		Sim	Médio																				
Outras operações	30	1	30		Sim		Não		Não		Sim																					
Pausas	1	7	7																													
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td style="text-align:center;">op 1</td> <td style="text-align:center;">Op2</td> <td style="text-align:center;">Op 1</td> <td style="text-align:center;">Op2</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">De Pé</td> <td style="text-align:right;">45%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">Andar sem carga a 4Km/h</td> <td style="text-align:right;">45%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">Manual</td> <td style="text-align:right;">Médio</td> <td style="text-align:right;">10%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> </tr> <tr> <td style="text-align:center;">Com corpo todo</td> <td style="text-align:right;">Médio</td> <td style="text-align:right;">90%</td> <td style="text-align:right;">25%</td> </tr> </table>													op 1	Op2	Op 1	Op2	De Pé	45%	25%	25%	Andar sem carga a 4Km/h	45%	25%	25%	Manual	Médio	10%	25%	Com corpo todo	Médio	90%	25%
op 1	Op2	Op 1	Op2																													
De Pé	45%	25%	25%																													
Andar sem carga a 4Km/h	45%	25%	25%																													
Manual	Médio	10%	25%																													
Com corpo todo	Médio	90%	25%																													
a) Este op só trabalha neste Posto de trabalho 2 h/dia																																



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalho; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Shake out										Codificação do posto de Trabalho	5																																							
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op(s)		2		Tempo máximo por dia de trabalho			480 min																																											
	Postura e Deslocamento do Corpo				Tipo de Trabalho																																														
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado																																							
Operario 1																																																			
Remoção do Cacho Abatido	440	0,5	220	De Pé	Sim	Ligeiro	Não		Não		Sim	Médio																																							
Colocação no Carrinho de Transporte	440	0,5	220	Andar sem carga a 3Km/h	Sim		Não		Não		Sim																																								
Pausas	1	30	30																																																
Operario 2																																																			
Remoção do Cacho Abatido	440	0,5	220	De Pé	Sim	Ligeiro	Não		Não		Sim	Médio																																							
Colocação no Carrinho de Transporte	440	0,5	220	Andar sem carga a 3Km/h	Sim		Não		Não		Sim																																								
Pausas	1	7	7																																																
<table border="0" style="width:100%"> <tr> <td colspan="4" style="text-align:center">op 1 e 2</td> <td colspan="4" style="text-align:center">op 1 e 2</td> <td colspan="5"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>De Pé</td> <td>45%</td> <td colspan="2"></td> <td>Manual</td> <td>Ligeiro</td> <td>10%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Andar sem carga a 3Km/h</td> <td>45%</td> <td colspan="2"></td> <td>Com corpo todo</td> <td>Médio</td> <td>90%</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>													op 1 e 2				op 1 e 2											De Pé	45%			Manual	Ligeiro	10%							Andar sem carga a 3Km/h	45%			Com corpo todo	Médio	90%				
op 1 e 2				op 1 e 2																																															
		De Pé	45%			Manual	Ligeiro	10%																																											
		Andar sem carga a 3Km/h	45%			Com corpo todo	Médio	90%																																											



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalho; Fernandes, A

Posto de Trabalho:	Acabamentos										Codificação do posto de Trabalho	6																										
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op(s)		9		Tempo máximo por dia de trabalho			480 min																														
	Postura e Deslocamento do Corpo				Tipo de Trabalho																																	
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos	Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado																										
Bancada																																						
Remoção de pequenas rebarbas não removidas em processos anteriores, em função das Gamas Operatórias (acabamento final)	135	3	405	De Pé Andar com carga de 10 Kg(s) a 4Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Sim	Médio	Não																											
Pausas	2	7	14																																			
Serras																																						
Corte de alimentadores (e gilos) dos cachos em função das Gamas de fabrico	135	3	405	De Pé Andar com carga de 10 Kg(s) a 4Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Sim	Médio	Não																											
Pausas	2	7	14																																			
Lixagem																																						
Lixagem das peças em função das OF(s) de saída	135	3	405	De Pé Andar com carga de 10 Kg(s) a 4Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Sim	Médio	Não																											
Pausas	2	7	14																																			
Obs: Cada posto de trabalho é preenchido por 3 operadores																																						
<table border="0" style="width:100%"> <tr> <td colspan="2"></td> <td>De Pé</td> <td>70%</td> <td colspan="2"></td> <td>Manual</td> <td>Ligeiro</td> <td>10%</td> <td colspan="4"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>Andar com carga de 10 Kg(s) 4Km/h</td> <td>30%</td> <td colspan="2"></td> <td>Com os dois braços</td> <td>Médio</td> <td>90%</td> <td colspan="4"></td> </tr> </table>															De Pé	70%			Manual	Ligeiro	10%							Andar com carga de 10 Kg(s) 4Km/h	30%			Com os dois braços	Médio	90%				
		De Pé	70%			Manual	Ligeiro	10%																														
		Andar com carga de 10 Kg(s) 4Km/h	30%			Com os dois braços	Médio	90%																														



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalhos; Fernandes, A

Universidade do Minho - Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Linha Semi-Automática										Codificação do posto de Trabalho																																																				
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op(s)		Tempo máximo por dia de trabalho		Postura e Deslocamento do Corpo						Tipo de Trabalho																																																				
	4		480 min		Manual		Ligeiro Médio Pesado		Com um braço		Ligeiro Médio Pesado		Com os dois braços		Ligeiro Médio Pesado		Com o corpo todo		Ligeiro Médio Pesado																																												
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos		Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado																																																		
Operário 1/Operário 2																																																															
Preparação das Placa de Molde de acordo com a OF	3	5	15	De Pé	Andar sem carga a 2Km/h	Sim	Médio	Não		Não					Sim	Médio																																															
Operário 1																																																															
Preparação da Caixa de Moldação	90	0,5	45	De Pé		Sim	Médio	Não		Não				Sim	Médio																																																
Colocação de Arrefecedores	20	0,5	10			Sim		Não		Não		Sim																																																			
Enchimento da caixa de moldação com Areia verde e operação da máquina	90	4	360	Andar sem carga a 2Km/h	Sim		Não		Não		Sim																																																				
Pausas	2	7	14																																																												
Operário 2																																																															
Preparação da moldação	90	4	360	De Pé	Andar sem carga a 2Km/h	Sim	Médio	Não		Não				Sim	Médio																																																
Fecho da caixa de moldação	45	1	45			Sim		Não		Não				Sim																																																	
Pausas	2	7	14																																																												
Operário 3																																																															
Vacamento	45	2	90	De Pé		Sim	Médio	Não		Não				Sim	Pesado																																																
Abate das moldações	45	6	270			Sim		Não		Não		Sim																																																			
Remoção de arrefecedores	20	3	60	Andar sem carga a 2Km/h	Sim		Não		Não		Sim																																																				
Outras actividades	30	1	30			Sim		Não		Não		Sim																																																			
Pausas	2	7	14																																																												
Fornos																																																															
Carregamento dos fornos	6	20	120	De Pé		Sim	Ligeiro	Não		Não				Sim	Médio																																																
Preparação do Alumínio	6	30	180	Andar sem carga a 2Km/h	Sim		Não		Não				Sim																																																		
Registo das Amostras	6	5	30			Sim		Não		Não				Sim																																																	
Pausas	2	7	14																																																												
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">op(s) 1, 2, 3 e Fornos</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Op 1 e 2</td> <td colspan="2">Fornos</td> <td colspan="2">op 3</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">De Pé 90%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Manual Ligeiro 10%</td> <td colspan="2">Manual 10%</td> <td colspan="2">Médio 40%</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Andar sem carga a 2Km/h 10%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Com o corpo todo Médio 90%</td> <td colspan="2">Com o corpo todo Pesado 60%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>																								op(s) 1, 2, 3 e Fornos				Op 1 e 2		Fornos		op 3						De Pé 90%				Manual Ligeiro 10%		Manual 10%		Médio 40%						Andar sem carga a 2Km/h 10%				Com o corpo todo Médio 90%		Com o corpo todo Pesado 60%					
		op(s) 1, 2, 3 e Fornos				Op 1 e 2		Fornos		op 3																																																					
		De Pé 90%				Manual Ligeiro 10%		Manual 10%		Médio 40%																																																					
		Andar sem carga a 2Km/h 10%				Com o corpo todo Médio 90%		Com o corpo todo Pesado 60%																																																							



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Caracterização dos Postos de Trabalho; Fernandes, A

Universidade do Minho - Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Rebarbagem										Codificação do posto de Trabalho																																						
Tarefas por dia de trabalho	Nº Op(s)		Tempo máximo por dia de trabalho		Postura e Deslocamento do Corpo						Tipo de Trabalho																																						
	4		480 min		Manual		Ligeiro Médio Pesado		Com um braço		Ligeiro Médio Pesado		Com os dois braços		Ligeiro Médio Pesado		Com o corpo todo		Ligeiro Médio Pesado																														
	Nº de Ciclos Dia	Tempo da tarefa min	Valor total min	Posturas e Deslocamentos		Manual	Ligeiro Médio Pesado	Com um braço	Ligeiro Médio Pesado	Com os dois braços	Ligeiro Médio Pesado	Com o corpo todo	Ligeiro Médio Pesado																																				
Remoção dos excedentes de material e uniformização da peças após o corte, em função das OF(s) de saída	150	3	450	Debruçado	Andar com carga a 10 Kg(s) 4Km/h	Sim	Ligeiro	Não		Não				Sim	Pesado																																		
Pausas	2	7	14																																														
<table style="width:100%; border:none;"> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Debruçado 90%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Manual Ligeiro 20%</td> <td colspan="2">Manual 10%</td> <td colspan="2">Médio 40%</td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Andar com carga de 10Kg(s) a 4Km/h 10%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2">Com o corpo todo Médio 90%</td> <td colspan="2">Com o corpo todo Pesado 80%</td> <td colspan="2"></td> <td colspan="2"></td> </tr> </table>																								Debruçado 90%				Manual Ligeiro 20%		Manual 10%		Médio 40%						Andar com carga de 10Kg(s) a 4Km/h 10%				Com o corpo todo Médio 90%		Com o corpo todo Pesado 80%					
		Debruçado 90%				Manual Ligeiro 20%		Manual 10%		Médio 40%																																							
		Andar com carga de 10Kg(s) a 4Km/h 10%				Com o corpo todo Médio 90%		Com o corpo todo Pesado 80%																																									

ANEXO IV – VESTUÁRIO



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A. 2014 Firmago - Vestuário

Artigo de Vestuário	clo	Artigo de Vestuário	clo
Roupa Interior		Vestidos e Saias	
Cueca	0,03	Saias de verão finas	0,15
Boxers	0,10	Saias de Inverno grossas	0,25
Camisola cavlada	0,04	Vestido fino de manga curta	0,20
T-shirt	0,09	Vestido de Inverno manga comprida	0,40
Camisola interior de manga	0,12		
Cueca e sutiã	0,03		
Camisas e Blusas		Fibra-Pele	
Manga curta	0,15	Macacão	0,90
Fina, manga comprida	0,20	Calças compridas	0,35
Normal, manga comprida	0,25	Casaco	0,40
Camisa flanela manga comprida	0,30	Colete	0,20
Blusa fina manga comprida	0,15		
Calças		Roupa - ambiente exterior	
Calção	0,06	Casaco comprido	0,60
Fino	0,20	Casaco acolchoado	0,55
Normal	0,25	Parca	0,70
Flanela	0,28	Macacão fibra-pele	0,55
Camisolas		Diversas	
Colete	0,12	Meias	0,02
Malha fina	0,20	Meias tomazelo grossas	0,05
Malha normal	0,28	Meis cano alto grossas	0,10
Malha grossa	0,35	Meias calças de fibra	0,03
		Sapato de sola fina	0,02
		Sapato de sola grossa	0,04
Casaco			
verão	0,25	Botas	0,10
Meia-estação	0,35	Luvras	0,05
Bata	0,30		

ANEXO V – CÁLCULOS – WBGT



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Fusão e Vazamento							Codificação do posto de Trabalho 1									
Variáveis	Nº Med	Data da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{mw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	15:10	22,5	32	25,35										
	2		16:26	22	30,5	24,55										
	3	04-09-2014	14:38	20	27,5	22,25										
	4		15:35	19,5	27	21,75										
	5	09-09-2014	14:50	22,5	31	25,05										
	6		15:50	21	29,5	23,55										
	7	26-09-2014	14:05	17,5	29	20,95										
	8		15:07	18	29	21,3										
WBGT (médio)						23,09										
Vestuário							1	0,43	M	43	98	1,85				
							1	0,5	M	34	87	1,74				
Vai (médios) Icl								0,465			33,5	82,5	1,80			
Postura e Desl Corpo	a)						1							63,75		
							1							63,75		
Vai (médio) Postura														63,75		
Tipo de Trabalho	b)						1						45		97	
							1						45		97	
Vai (médio) Tipo Trab															97	
T Op/Met (média)							2						45			205,75
a) e b) Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho												Kcal/h m2	319,27			

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Ganga	Sapato biqueira de Aço	Meia fina	cueca fina Algodão	Bokeres Algodão	Soma
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina e cueca fina de Algodão	1	0,09	0,25	0,04	0,02	0,03		0,43
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina e Bokeres de Algodão	1	0,09	0,25	0,04	0,02		0,1	0,5
(média) Total Icl								0,465



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Linha de Moldação Automatica										Codificação do posto de Trabalho 2					
Variáveis	Nº Med (s)	Data da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{mw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (do)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	16:17	28	33	25,7										
	2		17:10	28	31,5	25,55										
	3	04-09-2014	15:25	21,5	28,5	23,6										
	4		16:25	21,5	28,5	23,6										
	5	09-09-2014	15:42	22,5	31	25,05										
	6		17:00	22,5	31	25,05										
	7	26-09-2014	15:00	19,5	30,5	22,8										
	8		16:02	19	30,5	22,45										
WBGT (média)						24,23										
Vestuário							1	0,55	M	52	75	1,72				
							1	0,55	M	72	58	1,67				
							1	0,48	M	42	90	1,76				
Val (médios) Icl								0,53		38,67	74,33	1,72				
Postura e Desl Corpo	a)						1							56,5		
							1+1							151		
Val (média) Postura														106,8		
Tipo de Trabalho	b)						1						45	78		
							1+1						90	345		
Val (média) Tipo Trab													45		141	
T Op/Met (média)							3						45		292,83	
a) e b) Ver Quadro de Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h m2	454,40				

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Ganga	Sapato biqueira de Aço	Luvax	Meia fina	cueca fina Algodão	Bokeres Algodão	Soma
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvax	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,02	0,03		0,48
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina e Bokeres de Algodão e luvax	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,02		0,1	0,55
t-shirt, Calça Sarja, Sapato biqueira de Aço, Meia fina e Bokeres de Algodão e luvax	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,02		0,1	0,55
(média) Total Icl									0,53



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Abate										Codificação do posto de Trabalho				
Varáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{rw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m ²	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m ²)
Nº medições	1	02-09-2014	15:35	22,5	31,5	25,2										
	2		16:31	22	30,5	24,55										
	3	04-09-2014	14:43	20	27,5	22,25										
	4		15:42	19,5	27	21,75										
	5	09-09-2014	14:55	22,5	31	25,05										
	6		15:55	21,5	30	24,05										
	7	16-09-2014	14:10	19	29	22										
	8		15:12	19	29	22										
WBGT (média)						23,36										
Vestuário							1	0,54	M	44	68	1,69				
Val (médios) Icl							1	0,48	M	39	88	1,65				
Postura e Desl Corpo	a)						1	0,51		41,5	78	1,67			33	
Val (média) Postura							1								33	
Tipo de Trabalho	b)						1						45		232	
Val (média) Tipo Trab							1						45		232	
T Op/Met (média)							2						45			310,20
a) e b) Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho												Kcal/h m ²	481,34			

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Ganga	Bota biqueira de Aço	Luvax	Meia fina	cueca fina Algodão	Bokere s Algodão	Soma
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,02	0,03		0,54
t-shirt, Calça Ganga, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,02	0,03		0,48
(média) Total Icl									0,51



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Granalhadora										Codificação do posto de Trabalho 4				
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{nw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	15:35	22	31	24,7										
	2		16:36	22,5	31	25,05										
	3	04-09-2014	14:48	20,5	27,5	22,6										
	4		15:48	19,5	26,5	21,6										
	5	09-09-2014	15:00	22,5	30	24,75										
	6		16:00	22	30	24,4										
	7	26-09-2014	14:15	19	29	22										
	8		15:17	18	29	21,3										
WBGT (média)						23,30										
Vestuário							1	0,54	M	51	59	1,63				
							1	0,54	M	19	76	1,8				
Val (médios) Icl								0,54		35	67,5	1,715				
Postura e Desl Corpo							1							65,25		
							1							36,25		
Val (média) Postura														83,38		
Tipo de Trabalho							1						45		174	
							1						45		55	
Val (média) Tipo Trab															114,50	
T Op/Met (média)							2						45			242,88
a) e b) Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho												Kcal/h m2	376,88			

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Gangas	Bota biqueira de Aço	Luvas	Meia fina	cueca fina Algodão	Boleros Algodão	Soma
t-shirt, Calça Gangas, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,02	0,03		0,54
t-shirt, Calça Gangas, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,02	0,03		0,54
(média) Total Icl									0,54



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Cálculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Shake out										Codificação do posto de Trabalho					5
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{rw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Cálculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m ²	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m ²)	
Nº medições	1	02-09-2014	15:42	23,5	32	26,05											
	2		16:41	23	32	25,7											
	3	04-09-2014	14:52	21,5	29	23,75											
	4		15:54	21	29	23,4											
	5	09-09-2014	15:05	23,5	31	25,75											
	6		16:05	22,5	31,5	25,2											
	7	16-09-2014	14:25	19,5	31	22,95											
	8		15:22	19	30	22,3											
WBGT (médio)						24,39											
Vestuário							1	0,52	M	36	72	1,72					
							1	0,56	M	54	78	1,7					
Val (médios) Icl								0,54		45	75	1,71					
Postura e Desl Corpo							1								51,75		
							1								51,75		
Val (médio) Postura															51,75		
Tipo de Trabalho							1								172,5		
							1						45		172,5		
Val (médio) Tipo Trab															172,50		
T Op/Met (média)							2						45		269,25		
	aj e bj Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h m ²	417,80				

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Gangs	Sapato biqueira de Aço	Luvas		Meia fina	cueca fina Algodão	Manguito	Bokeros Algodão	Soma
t-shirt, Calça Gangs, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,04	0,05		0,02	0,03	0,05		0,53
t-shirt, Calça Gangs, Sapato biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02		0,05	0,1	0,56
(média) Total Icl											0,545



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Rio de Janeiro
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Acabamentos										Codificação do posto de Trabalho					
Variáveis	Nº Med (h)	Data Medição	Hora de início	Temp. Humida (°C)	Temp. Globo (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(x)	Calculo Icl (cal)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met. BaseI (W/m.2)	Post. deI. Corpo	Tipo de Trabalho	Metab. (média) (W/m.2)
Nº medições	1	02-09-2014	15:52	22,5	32,5	25,5										
	2	02-09-2014	16:46	23,5	31,5	25,5										
	3	04-09-2014	14:57	23	30	23,4										
	4	04-09-2014	15:59	23	30,5	23,5										
	5	05-09-2014	15:30	22,5	31,5	25,5										
	6	05-09-2014	16:30	22	31,5	24,80										
	7	26-09-2014	14:30	19	30	22,3										
	8	26-09-2014	15:27	18	30	21,6										
WBGT (média)						24,00										
Vestúário							1	0,78	M	59	77	1,76				
							1	0,78	M	55	82	1,72				
							1	0,78	M	39	66	1,68				
							1	0,54	M	42	73	1,72				
							1	0,58	M	58	85	1,78				
							1	0,58	M	32	62	1,71				
							1	0,61	M	53	81	1,68				
							1	0,61	M	46	76	1,72				
Val (médias) Icl							1	0,66		45,6	75,9	1,71				
Postura e Deal. Corpo							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
							1						59,5			
Val (média) Postura							1						59,5			
Tipo de Trabalho							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
							1						45		172,5	
Val (média) Tipo Trab							1						45		172,50	
T Op/Met (média)							8						45		277,00	
a) e b) Ver Quadro de Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h.m2		420,83			

Vestúário	Op(x)	t-shirt	Calça Gangá	Bota biqueira de Aço	Louvas	Avental de Couro	Mela fina	casca fina Algodão	Manguito	Botões Algodão	Soma
t-shirt, Calça sarja, Sapato biqueira de Aço, Mela fina, casca fina de Algodão e luvas e avental couro	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,3	0,02	0,03			0,78
t-shirt, Calça Bombazine, Bota de biqueira de Aço, Mela fina, casca fina de Algodão e luvas e avental couro	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,3	0,02	0,03			0,84
t-shirt, Calça gangá, sapato de biqueira de Aço, Mela fina, casca fina de Algodão e luvas e avental couro	1	0,09	0,25	0,04	0,05	0,3	0,02	0,03			0,78
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, casca fina de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03			0,54
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, casca fina de Algodão, luvas e Manguito	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03	0,05		0,59
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, Botões de Algodão e luvas.	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, Botões de Algodão e luvas.	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, Botões de Algodão e luvas.	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça gangá, bota de biqueira de Aço, Mela fina, Botões de Algodão e luvas.	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
(média) Total Icl											0,66



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Linha Semi Automática						Codificação do posto de Trabalho 7								
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida trw (°C)	Temp Globo Tg (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	15:57	22,5	32	25,35										
	2		16:54	23,5	32	26,05										
	3	04-09-2014	15:02	20,5	29	23,05										
	4		16:04	20,5	29	23,05										
	5	09-09-2014	15:15	23	32	25,7										
	6		16:15	22,5	32	25,35										
	7	16-09-2014	14:35	18	31	21,9										
	8		15:35	18	31,5	22,05										
WBGT (média)						24,06										
Vestuário							1+1	0,51	M	62	85	1,73				
							1	0,54	M	50	88	1,77				
							1	0,51	M	40	85	1,72				
Val (médios) Id								0,59		50,67	79,33	1,75				
Postura e Desl Corpo							1+1								57	
							1								28,5	
							1								28,5	
Val (média) Postura															28,5	
Tipo de Trabalho							1+1						45		348	
							1						45		180	
							1						45		172,5	
Val (média) Tipo Trab													45		175,13	
T Op/Met (média)							3						45		248,63	
a) e b) Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h m2	385,80				

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Gangá	Bota biqueira de Aço	Luvas	Avental de Couro	Meia fina	cueca fina Algodão	Manguito	Bokers Algodão	Soma
t-shirt, Calça sarja, Bota biqueira de Aço, Meia fina, cueca fina de Algodão, luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03			0,54
t-shirt, Calça gangá, sapato de biqueira de Aço, Meia fina, Bokers de Algodão, luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça gangá, Bota de biqueira de Aço, Meia algodão, Bokers de Algodão, luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
(média) Total Icl											0,59



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Rebarbagem										Codificação do posto de Trabalho					8
Variáveis	Nº Med (x)	Data da Medição	Hora de recolha	Temp Húmido t _{sw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(x)	Calculo ICI (do)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post decil Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	16:02	22,5	31,5	25,2										
	2		16:54	23,5	32	26,05										
	3	04-09-2014	15:07	22,5	27,5	24										
	4		16:10	22	28	24,5										
	5	05-09-2014	15:20	22,5	31,5	25,2										
	6		16:24	22,5	31	25,05										
	7	05-09-2014	14:40	18,5	30	21,55										
	8		15:42	18	30	21,5										
WBGT (média)						24,14										
Vestudário							1	0,96	M	53	68	1,74				
							1	0,91	M	28	71	1,7				
							1	0,91	M	40	74	1,70				
							1	0,94	M	40	75	1,75				
Val (média) ICI							0,83			41,5	72	1,74				
Postura e Decil Corpo							1							41		
							1							41		
							1							41		
							1							41		
Val (média) Postura														41		
Tipo de Trabalho							1							45	227	
							1							45	227	
							1							45	227	
							1							45	227	
Val (média) Tipo Trab														45	227	
T Op/Met (média)						4								45	227	111,00
a) e b) Ver Quadro de Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h m2	405,05				

Vestudário	Op(x)	t-shirt	Calça Gangas	Bota biqueira de Aço	Luvas	Avental de Couro	Mela fina	cunca fina Algodão	Manguito	Bokers Algodão	Soma
t-shirt, Calça gangas, Bota biqueira de Aço, Mela fina, Bokers de Algodão, luvas, Manguito e avental	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,3	0,02		0,05	0,1	0,96
Camiseta, Calça gangas, Bota biqueira de Aço, Mela fina, Bokers de Algodão, luvas, avental e mela fina	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,3	0,02			0,1	0,91
t-shirt, Calça gangas, Bota biqueira de Aço, Mela fina, Bokers de Algodão, luvas, avental	1	0,09	0,25	0,1	0,05	0,3	0,02			0,1	0,91
t-shirt, Calça gangas, Bota de biqueira de Aço, Mela fina, cunca de Algodão, luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03			0,54
(média) Total ICI											0,83



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
Calculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Macharia					Codificação do posto de Trabalho 9									
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp Húmida t _{mw} (°C)	Temp Globo T _g (°C)	WBGT (°C)	Nº Op(s)	Calculo Icl (clo)	Sexo	Idade	Peso (Kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	02-09-2014	16:07	22,5	31	25,05										
	2		16:59	22	30,5	24,55										
	3	04-09-2014	15:07	21	27,5	22,95										
	4		16:15	21	28	23,1										
	5	09-09-2014	15:25	22	31	24,7										
	6		16:35	23	30,5	25,15										
	7	26-09-2014	14:50	19	29	22										
	8		15:47	18	29	21,3										
WBGT (médio)						23,61										
Vestuário							1	0,61	M	23	70	1,7				
							1	0,61	M	21	80	1,7				
							1	0,61	M	53	98	1,81				
Val (médios) Icl								0,61		32,33	76	1,74				
Postura e Desl Corpo							1							56,5		
							1							56,5		
Val (médio) Postura														56,5		
Tipo de Trabalho							1						45	79,5		
							1						45	79,5		
Val (médio) Tipo Trab													45	79,5		
T Op/Met (média)							3						45		181,00	
a) e b) Ver Quadro da Caracterização do Posto de Trabalho											Kcal/h m2	280,86				

Vestuário	Op(s)	t-shirt	Calça Ganga	Bota biqueira de Aço	Luvas	Avental de Couro	Meia fina	cueca fina Algodão	Manguito	Bokers Algodão	Soma
t-shirt, Calça Sarja, Bota biqueira de Aço, Meia fina, Bokers de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça Sarja, Bota biqueira de Aço, Meia fina, Bokers de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
t-shirt, Calça Sarja, Bota biqueira de Aço, Meia fina, Bokers de Algodão e luvas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,1	0,61
(média) Total Icl											0,61



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) - Firmago 2014 -
 Cálculo WBGT; Fernandes, A

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Moldação Manual										Codificação do posto de Trabalho				
Variáveis	Nº Med (n)	Diá de Medição	Hora de recatba	Temp Humido tw (°C)	Temp Globo Tg (°C)	WBGT (°C)	Op(x)	Cálculo (d)	Sexo	Idade	Peso (kg)	Altura (m)	Met Basal W/m2	Post desl Corpo	Tipo de Trabalho	Metab (média) (W/m2)
Nº medições	1	04-09-2014	18:12	22,5	30	26,35										
	2	04-09-2014	17:05	21	30,5	24,35										
	3	04-09-2014	15:12	21	29,5	23,25										
	4	04-09-2014	16:20	21,5	29,5	23,4										
	5	04-09-2014	15:37	22	30	25										
	6	04-09-2014	18:05	22,5	30,5	25,5										
WBGT (média) vestuário						24,58										
Val (média) Id							1	0,25	M	49	85	1,71				
							1	0,24	M	50	85,5	1,68				
							1	0,27	M	52	84	1,82				
							1	0,24	M	48	75	1,68				
							1	0,25	M	55	84	1,66				
Postura e Desl Corpo																
Val (média) Postura																
Tipo de Trabalho																
Val (média) Tipo Trabalho																
Op/Med (média)							5									
a) e b) ver Quadro de Caracterização do Posto de Trabalho												Metab/m2	276,68	179,60		

Vestuário	Op(x)	t-shirt	Calça Gangas	Bota biqueira de Aço	Luzas	Avental de Couro	Mala fina	Luvas fina Algodão	Manga	Chapéu	Saker de Algodão	Soma
t-shirt, Calça sarja, Bota biqueira de Aço, Mala fina, Saker de Algodão e Luzas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02				0,1	0,61
Camiseta, Calça Sarja, Bota de biqueira de Aço, Mala fina, cueca fina de Algodão e Luzas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03				0,34
t-shirt, Calça gangas, Bota de biqueira de Aço, Mala fina, cueca fina de Algodão e Luzas e Chapéu	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02	0,03		0,03		0,27
t-shirt, Calça gangas, Bota de biqueira de Aço, Mala fina, Saker de Algodão e Luzas e Chapéu	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02			0,03	0,1	0,64
t-shirt, Calça gangas, Bota de biqueira de Aço, Mala fina, Saker de Algodão e Luzas	1	0,09	0,25	0,1	0,05		0,02				0,1	0,61
(média) Total Id												0,584

ANEXO VI – CÁLCULOS – PHS



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Fusão e Vazamento			Cod Posto de Trabalho			
							1
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:10	30,5	0,00	32	47
	2		15:26	28,5	0,03	30,5	57,5
	3	04-09-2014	14:38	24,5	0,00	27,5	65
	4		15:35	25	0,05	27	63,5
	5	09-09-2014	14:50	29	0,01	31	57
	6		15:50	27	0,06	29,5	58
	7	26-09-2014	14:05	27	0,02	29	38
	8		15:07	27,5	0,00	29	38,5
(média) (ta)				27,38			
(média) (Va)					0,02		
(média) (Tg)						29,44	
(média) (HR)							53,06
(média) (M)	205,75		W/m2				
(média) (icl)	0,465		do				
(média do Peso)	82,5		Kg				
(média do Altura)	1,8		m				
Total de Operadores	2						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho	Descanso
Débito sudoral	280	g/h
Perda Total de Água	2160	g
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10º C cada	43	min
Temperatura central após 8 horas	37,2	°C
Perda hídrica máxima não ultrapassada		
Temperatura central máxima não ultrapassada		
Condição climática de categoria	2	
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde		



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Linha Automatica						
	Cod Posto de Trabalho 2						
Variáveis	Nº Med (x)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	16:17	31	0,00	32	50
	2		17:10	31	0,08	31,5	50
	3	04-09-2014	15:25	27,5	0,00	28,5	58,5
	4		16:25	28	0,06	28,5	56
	5	09-09-2014	15:42	29,5	0,22	31	54,5
	6		17:00	30,5	0,22	31	48,5
	7	26-09-2014	15:00	29,5	0,00	30,5	41
	8		16:02	30	0,00	30,5	34
(média) (ta)				29,63			
(média) (Va)					0,07		
(média) (Tg)						30,44	
(média) (HR)							45,06
(média) (M)	292,83	W/m2					
(média) (ic)	0,53	clo					
(média do Peso)	74,33	kg					
(média do Altura)	1,72	m					
Total de Operadores	3						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	460	g/h	
Perda Total de Água	3540	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	26	min	
Temperatura central após 8 horas	375	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Abate							Cod Posto de Trabalho	3
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %		
Nº medições	1	03-09-2014	15:35	30	0,23	31,5	52		
	2		16:31	29,5	0,00	30,5	51,5		
	3	04-09-2014	14:43	25,5	0,23	27,5	66		
	4		15:42	25	0,19	27	63,5		
	5	09-09-2014	14:55	29	0,00	31	57		
	6		15:55	29	0,2	30	51		
	7	26-09-2014	14:10	27,5	0,23	29	43		
	8		15:12	27,5	0,11	29	43		
(média) (ta)				27,88					
(média) (Va)					0,15				
(média) (Tg)						29,44			
(média) (HR)							53,38		
(média) (M)	310,2		W/m2						
(média) (icl)	0,53		clo						
(média do Peso)	78		Kg						
(média do Altura)	1,67		m						
Total de Operadores	2								

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	450	g/h	
Perda Total de Água	3510	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	27	min	
Temperatura central após 8 horas	37,5	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A. 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Granalhadora						
	Cod Posto de Trabalho 4						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:47	29,5	0,20	31	51,5
	2		16:36	30,5	0,17	31	47
	3	04-09-2014	14:48	26,5	0,04	27,5	54
	4		15:48	25,5	0,14	26,5	57
	5	09-09-2014	15:00	29,5	0,14	30	54,5
	6		16:00	29	0,01	30	54
	7	26-09-2014	14:15	28	0,00	29	42
	8		15:17	28	0,01	29	37
(média) (ta)				28,31			
(média) (Va)					0,08		
(média) (Tg)						29,25	
(média) (HR)							49,63
(média) (M)	342,88		W/m ²				
(média) (ic)	0,54		do				
(média do Peso)	67,5		Kg				
(média do Altura)	1,72		m				
Total de Operadores	2						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	330	g/h	
Perda Total de Água	2530	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	36	min	
Temperatura central após 8 horas	37,4	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Shake out						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Condições de Trabalho			
				Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:43	31,5	0,07	32	48
	2		16:41	31	0,00	32	50
	3	04-09-2014	14:52	28	0,01	29	56
	4		15:54	27,5	0,14	29	58
	5	09-09-2014	15:05	31	0,12	31	53
	6		16:05	30,5	0,02	31,5	49,5
	7	26-09-2014	14:25	29	0,04	31	40
	8		15:22	29,5	0,12	30	33
(média) (ta)				29,75			
(média) (Va)					0,07		
(média) (Tg)						30,69	
(média) (HR)							48,44
(média) (M)	209,75	W/m2					
(média) (i-c)	0,54	do					
(média do Peso)	75	Kg					
(média do Altura)	1,71	m					
Total de Operadores	2						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho	Descanso
Débito sudoral	410	g/h
Perda Total de Água	3210	g
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	29	min
Temperatura central após 8 horas	37,5	°C
Perda hídrica máxima não ultrapassada		
Temperatura central máxima não ultrapassada		
Condição climática de categoria	2	
Obs: Incomodo; sem riscos para saúde.		



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Acabamentos		Cod Posto de Trabalho					6
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %	
Nº medições	1	02-09-2014	15:52	30,5	0,20	32,5	47	
	2		16:46	31	0,01	31,5	53	
	3	04-09-2014	14:57	25,5	0,00	29	67	
	4		15:59	27,5	0,09	28,5	58	
	5	09-09-2014	15:10	30	0,04	31,5	52	
	6		16:10	30	0,13	31,5	49	
	7	26-09-2014	14:30	28,5	0,04	30	40	
	8		15:27	29	0,00	30	33	
(média) (ta)				29,00				
(média) (Va)					0,06			
(média) (Tg)						30,56		
(média) (HR)							49,88	
(média) (M)	277	W/m2 do						
(média) (ic)	0,66	kg						
(média do Peso)	75,89	m						
(média do Altura)	1,707							
Total de Operadores	9							

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	450	g/h	
Perda Total de Água	3500	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	27	min	
Temperatura central após 8 horas	37,5	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Linha Semi Automatica			Cod Posto de Trabalho			7
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:57	30	0,03	32	52
	2		16:54	31	0,13	32	53
	3	04-09-2014	15:02	26,5	0,10	29	54
	4		16:04	27,5	0,19	29	53
	5	09-09-2014	15:15	31	0,02	32	50
	6		16:15	30,5	0,00	32	49,5
	7	26-09-2014	14:35	29	0,00	31	43
	8		15:35	29	0,11	31,5	33
(média) (ta)				29,31			
(média) (Va)					0,07		
(média) (Tg)						31,06	
(média) (HR)							48,44
(média) (M)	248,63		W/m2				
(média) (ic)	0,59		clo				
(média do Peso)	79,33		kg				
(média do Altura)	1,75		m				
Total de Operadores	3						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	380	g/h	
Perda Total de Água	2960	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	32	min	
Temperatura central após 8 horas	37,4	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Rebarbagem							Cod Posto de Trabalho	8
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %		
Nº medições	1	02-09-2014	16:02	30	0,07	31,5	52		
	2		17:15	30,5	0,07	32	55		
	3	04-09-2014	15:17	27	0,03	27,5	64,5		
	4		16:10	28	0,00	29	59		
	5	09-09-2014	15:20	29,5	0,04	31,5	54,5		
	6		16:24	30	0,00	31	52		
	7	26-09-2014	14:40	28,5	0,01	30	37,5		
	8		15:42	29	0,00	30	33		
(média) (ta)				29,06					
(média) (Va)					0,03				
(média) (Tg)						30,31			
(média) (HR)							50,94		
(média) (M)	313		W/m2						
(média) (ici)	0,83		de						
(média do Peso)	72		Kg						
(média do Altura)	1,74		m						
Total de Operadores	4								

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descanso
Débito sudoral	610	g/h	
Perda Total de Água	4750	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	20	min	
Temperatura central após 8 horas:	37,6	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada	370		
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	3		
Obs: Risco a longo prazo: risco para a saúde após várias horas de exposição			



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A. 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Macharia						
	Cod Posto de Trabalho 9						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:07	29,5	0,01	31	54,5
	2		15:59	29,5	0,09	30,5	51,5
	3	04-09-2014	15:07	27	0,00	27,5	58
	4		16:15	27	0,00	28	58
	5	09-09-2014	15:25	29	0,12	31	54
	6		16:35	31	0,09	30,5	50
	7	26-09-2014	14:50	29	0,00	29	38
	8		15:47	29	0,00	29	33
(média) (ta)				28,88			
(média) (Va)					0,04		
(média) (Tg)						29,56	
(média) (HR)							49,63
(média) (M)	181	W/m2					
(média) (i _{cl})	0,61	do					
(média do Peso)	76	kg					
(média do Altura)	1,74	m					
Total de Operadores	3						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho	Descanso
Débito sudoral	220	g/h
Perda Total de Água	1740	g
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	55	min
Temperatura central após 8 horas	37,2	°C
Perda hídrica máxima não ultrapassada		
Temperatura central máxima não ultrapassada		
Condição climática de categoria	2	
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.		



Dissertação - Metalomecânica (com fundição)
Fernandes, A 2014 Firmago - Calculo PHS

Universidade do Minho
 Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Moldação Manual						
	Cod Posto de Trabalho 10						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Temp de Globo (Tg) °C	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	16:12	30	0,10	32	52
	2		17:05	30	0,00	30,5	49
	3	04-09-2014	15:12	27	0,00	28,5	58
	4		16:20	28	0,06	28,5	56
	5	09-09-2014	15:37	31	0	32	45
	6		16:55	30,5	0,17	30,5	50,5
	7	26-09-2014	14:55	29	0,11	31,5	33
	8		15:52	30	0,01	31	41,5
(média) (ta)				29,44			
(média) (Va)					0,06		
(média) (Tg)						30,56	
(média) (HR)							48,13
(média) (M)	179,6	W/m2					
(média) (icl)	0,594	do					
(média do Peso)	65,1	Kg					
(média do Altura)	1,67	m					
Total de Operadores	5						

Folha de calculo do Prof. J. Malchaire

Registos calculo P.H.S.	Trabalho		Descenso
Débito sudoral	250	g/h	
Perda Total de Água	1930	g	
É recomendavel ingerir 200 ml de água a 10° C cada	48	min	
Temperatura central após 8 horas	37,3	°C	
Perda hídrica máxima não ultrapassada			
Temperatura central máxima não ultrapassada			
Condição climática de categoria	2		
Obs: Incomodo: sem risco para a saúde.			

ANEXO VII – CÁLCULOS – TEN/TEC



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Fusão e Vazamento				Cod Posto de Trabalho 1				
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:10	30,5	22,5	32	0,00	47
	2		16:26	28,5	22	30,5	0,03	57,5
	3	04-09-2014	14:38	24,5	20	27,5	0,00	65
	4		15:35	25	19,5	27	0,05	63,5
	5	09-09-2014	14:50	29	22,5	31	0,01	57
	6		15:50	27	21	29,5	0,06	58
	7	26-09-2014	14:05	27	17,5	29	0,02	38
	8		15:07	27,5	18	29	0,00	38,5
(média) (ta)				27,38				
(média) (th)					20,38			
(média) (Tg)						29,44		
(média) (Va)							0,02	
(média) (HR)								53,06
(média) (M) - (W/m ²)	205,75							
(média) (icl) - (clo)	0,465							
(média do Peso) (Kg)	83							
(média do Altura) - (m)	1,8							
Total de Operadores	2							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal

Temperatura Efectiva Corrigida

Pth 20,9° C



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Linha Moldação Automatica				Cod Posto de Trabalho 2				
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	16:17	31	23	32	0,00	50
	2		17:10	31	23	31,5	0,08	50
	3	04-09-2014	15:25	27,5	21,5	28,5	0,00	58,5
	4		16:25	28	21,5	28,5	0,06	56
	5	09-09-2014	15:42	29,5	22,5	31	0,22	54,5
	6		17:00	30,5	22,5	31	0,22	48,5
	7	26-09-2014	15:00	29,5	19,5	30,5	0,00	41
	8		16:02	30	19	30,5	0,00	34
(média) (ta)				29,63				
(média) (th)					21,56			
(média) (Tg)						30,44		
(média) (Va)							0,07	
(média) (HR)								49,06
(média) (M) - (W/m ²)	292,83							
(média) (icl) - (clo)	0,53							
(média do Peso) (Kg)	74							
(média do Altura) - (m)	1,72							
Total de Operadores	3							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal

Temperatura Efectiva Corrigida

Pth 22° C



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Abate		Cod Posto de Trabalho 3						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:35	30	22,5	31,5	0,23	52
	2		16:31	29,5	22	30,5	0,00	51,5
	3	04-09-2014	14:43	25,5	20	27,5	0,23	66
	4		15:42	25	19,5	27	0,19	63,5
	5	09-09-2014	14:55	29	22,5	31	0,00	57
	6		15:55	29	21,5	30	0,2	51
	7	26-09-2014	14:10	27,5	19	29	0,22	43
	8		15:12	27,5	19	29	0,11	43
(média) (ta)				27,88				
(média) (th)					20,75			
(média) (Tg)						29,44		
(média) (Va)							0,15	
(média) (HR)								53,38
(média) (M) - (W/m ²)	310,2							
(média) (icl) - (clo)	0,51							
(média do Peso) (Kg)	78							
(média do Altura) - (m)	1,67							
Total de Operadores	2							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal

Temperatura Efectiva Corrigida

25º C

Pth 21,4º C



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Granalhadora		Cod Posto de Trabalho 4						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:47	29,5	22	31	0,20	51,5
	2		16:36	30,5	22,5	31	0,17	47
	3	04-09-2014	14:48	26,5	20,5	27,5	0,04	54
	4		15:48	25,5	19,5	26,5	0,14	57
	5	09-09-2014	15:00	29,5	22,5	30	0,14	54,5
	6		16:00	29	22	30	0,01	54
	7	26-09-2014	14:15	28	19	29	0,00	42
	8		15:17	28	18	29	0,01	37
(média) (ta)				28,31				
(média) (th)					20,75			
(média) (Tg)						29,25		
(média) (Va)							0,09	
(média) (HR)								49,63
(média) (M) - (W/m ²)	242,88							
(média) (icl) - (clo)	0,54							
(média do Peso) (Kg)	68							
(média do Altura) - (m)	1,72							
Total de Operadores	2							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal

Temperatura Efectiva Corrigida

26º C

Pth 21,1º C



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Shake out		Cod Posto de Trabalho 5						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:42	31,5	23,5	32	0,07	48
	2		16:41	31	23	32	0,00	50
	3	04-09-2014	14:52	28	21,5	29	0,01	56
	4		15:54	27,5	21	29	0,14	58
	5	09-09-2014	15:05	31	23,5	31	0,12	53
	6		16:05	30,5	22,5	31,5	0,02	49,5
	7	26-09-2014	14:25	29	19,5	31	0,04	40
	8		15:22	29,5	19	30	0,12	33
(média) (ta)				29,75				
(média) (th)					21,69			
(média) (Tg)						30,69		
(média) (Va)							0,07	
(média) (HR)								48,44
(média) (M) - (W/m ²)	269,25							
(média) (icl) - (clo)	0,54							
(média do Peso) (Kg)	75							
(média do Altura) - (m)	1,71							
Total de Operadores	2							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho: Acabamentos		Cod Posto de Trabalho 6						
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %
Nº medições	1	02-09-2014	15:52	30,5	22,5	32,5	0,20	47
	2		16:46	31	23,5	31,5	0,01	53
	3	04-09-2014	14:57	25,5	21	29	0,00	67
	4		15:59	27,5	21	28,5	0,09	58
	5	09-09-2014	15:10	30	22,5	31,5	0,04	52
	6		16:10	30	22	31,5	0,13	49
	7	26-09-2014	14:30	28,5	19	30	0,04	40
	8		15:27	29	18	30	0,00	33
(média) (ta)				29,00				
(média) (th)					21,19			
(média) (Tg)						30,56		
(média) (Va)							0,06	
(média) (HR)								49,88
(média) (M) - (W/m ²)	277							
(média) (icl) - (clo)	0,66							
(média do Peso) (Kg)	76							
(média do Altura) - (m)	1,71							
Total de Operadores	9							

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Linha Moldação Semi-automática						Cod Posto de Trabalho 7	
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Humidade Relativa (HR) %	
Nº medições	1	02-09-2014	15:57	30	22,5	32	0,03	52	
	2		16:54	31	23,5	32	0,13	53	
	3	04-09-2014	15:02	26,5	20,5	29	0,10	54	
	4		16:04	27,5	20,5	29	0,19	53	
	5	09-09-2014	15:15	31	23	32	0,02	50	
	6		16:15	30,5	22,5	32	0,00	49,5	
	7	26-09-2014	14:35	29	18	31	0,00	43	
	8		15:35	29	18	31,5	0,11	33	
(média) (ta)				29,31					
(média) (th)					21,06				
(média) (Tg)						31,06			
(média) (Va)							0,07		
(média) (HR)								48,44	
(média) (M) - (W/m2)	248,63								
(média) (icl) - (clo)	0,59								
(média do Peso) (Kg)	79								
(média do Altura) - (m)	1,75								
Total de Operadores	3								

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:		Rebarbagem						Cod Posto de Trabalho 8	
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m/s	Humidade Relativa (HR) %	
Nº medições	1	02-09-2014	16:02	30	22,5	31,5	0,07	52	
	2		17:15	30,5	23,5	32	0,07	55	
	3	04-09-2014	15:17	27	22,5	27,5	0,03	64,5	
	4		16:10	28	22	29	0,00	59	
	5	09-09-2014	15:20	29,5	22,5	31,5	0,04	54,5	
	6		16:24	30	22,5	31	0,00	52	
	7	26-09-2014	14:40	28,5	18,5	30	0,01	37,5	
	8		15:42	29	18	30	0,00	33	
(média) (ta)				29,06					
(média) (th)					21,50				
(média) (Tg)						30,31			
(média) (Va)							0,03		
(média) (HR)								50,94	
(média) (M) - (W/m2)	313								
(média) (icl) - (clo)	0,83								
(média do Peso) (Kg)	72								
(média do Altura) - (m)	1,74								
Total de Operadores	4								

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Macharia								Cod Posto de Trabalho	9
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %		
Nº medições	1	02-09-2014	16:07	29,5	22,5	31	0,01	54,5		
	2		16:59	29,5	22	30,5	0,09	51,5		
	3	04-09-2014	15:07	27	21	27,5	0,00	58		
	4		16:15	27	21	28	0,00	58		
	5	09-09-2014	15:25	29	22	31	0,12	54		
	6		16:35	31	23	30,5	0,09	50		
	7	26-09-2014	14:50	29	19	29	0,00	38		
	8		15:47	29	18	29	0,00	33		
(média) (ta)				28,88						
(média) (th)					21,06					
(média) (Tg)						29,56				
(média) (Va)							0,04			
(média) (HR)								49,63		
(média) (M) - (W/m ²)	181									
(média) (icl) - (clo)	0,61									
(média do Peso) (Kg)	76									
(média do Altura) - (m)	1,74									
Total de Operadores	3									

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth 21,2° C



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes,
A 2014 Firmago - Calculo TEN/TEC

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Posto de Trabalho:	Moldação Manual								Cod Posto de Trabalho	10
Variáveis	Nº Med (s)	Dia da Medição	Hora de recolha	Temp ar (ta) °C	Temp Húmida (th) °C	Temp de Globo (Tg) °C	Velocidade Ar (Va) m s ⁻¹	Humidade Relativa (HR) %		
Nº medições	1	02-09-2014	16:12	30	22,5	32	0,10	52		
	2		17:05	30	22	30,5	0,00	49		
	3	04-09-2014	15:12	27	21	28,5	0,00	58		
	4		16:20	28	21,5	28,5	0,06	56		
	5	09-09-2014	15:37	31	22	32	0,00	45		
	6		16:55	30,5	22,5	30,5	0,17	50,5		
	7	26-09-2014	14:55	29	18,5	31,5	0,11	33		
	8		15:52	30	20,5	31	0,01	41,5		
(média) (ta)				29,44						
(média) (th)					21,31					
(média) (Tg)						30,56				
(média) (Va)							0,06			
(média) (HR)								48,13		
(média) (M) - (W/m ²)	179,6									
(média) (icl) - (clo)	0,594									
(média do Peso) (Kg)	65									
(média do Altura) - (m)	1,67									
Total de Operadores	5									

Calculo TEN/TEC

Temperatura Efectiva Normal
Temperatura Efectiva Corrigida

Pth 22° C

ANEXO VIII – QUESTIONÁRIO



Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Questionário

Sou aluno da Universidade do Minho e no âmbito da minha tese de dissertação no Mestrado de Engenharia Humana pretendo caracterizar as condições ambientais e ocupacionais na Metalomecânica (com fundição) e como estas influenciam no decurso dos processos, o conforto e segurança ocupacional na execução das tarefas no ciclo de produção.

As vossas respostas são muito importantes para este estudo, assim garante-se toda a confidencialidade na informação disponibilizada por cada um de vós, bem como no tratamento das respostas e na idoneidade da vossa entidade patronal.

O questionário a preencher não vos gastará mais que 3 (três) minutos e que desde já agradeço a vossa inteira colaboração.

Instruções: Assinale com um X nos itens com caixa a a opção que melhor caracterize a sua situação e responda sem hesitações às perguntas ditas por favor.

1. Categoria Profissional: _____

2. Idade: _____

3. Sexo:

Masculino

Feminino

4. Peso: _____

5. Altura: _____

6. Como considera pessoalmente as condições térmicas no seu local de trabalho:

Muito quente

Quente

Neutro

Frio

Muito frio

7. Há quanto tempo trabalha nesta atividade ou similar:

- Menos de 1 ano
- 1 a 3 anos
- 3 a 5 anos
- 5 a 10 anos
- 10 a 20 anos
- Mais de 20 anos

8. Período do dia em que sente mais calor no seu local de trabalho:

- 8h - 10h
- 10h - 12h
- 12h - 14h
- 14h - 16h
- 16h - 18h
- 18h - 20h

9. Durante a sua atividade sente necessidade de procurar um local mais fresco para repor o seu conforto térmico:

- Nunca
- Por vezes
- Com frequência
- Sempre

10. Em média qual a quantidade de água que ingere ao longo de um dia de trabalho:

- Menos de 1 litro
- 1 a 2 litros
- 2 a 3 litros
- Mais de 3 litros

11. Tem algum tipo de informação sobre a forma de prevenir o calor em excesso?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Pouco

Muito

12. Transpira no exercício da sua atividade?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Pouco

Muito

13. Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais fresco na época do ano de maior calor?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Pouco

Muito

14. Gostaria que o seu local de trabalho fosse mais quente na época do ano de maior frio?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

Pouco

Muito

Gratos pela vossa colaboração!

ANEXO IX – FORMULÁRIO DE CONSENTIMENTO



Dissertação - Metalomecânica (com fundição) Fernandes, A. 2014 Firmago

Universidade do Minho
Escola de Engenharia

Formulário de Consentimento

Nome do Estudo: Caracterização do Ambiente Térmico na Indústria da Metalomecânica (com fundição).

Enquadramento: Estudo e investigação para uma dissertação de Mestrado em Engenharia Humana.

Descrição sumária: Este estudo tem como objectivo avaliar o impacto dos factores ambientais no conforto e saúde dos trabalhadores na indústria da metalomecânica (com fundição). Um conjunto de dados a obter resultará da aplicação de um questionário.

Confidencialidade e Anonimato: A informação recolhida permanecerá confidencial e anónima.

Agradeço desde já toda a colaboração e disponibilidade a prestar.

António Gomes Fernandes, aluno do Mestrado em Engenharia Humana na Universidade do Minho.

Número de telefone: 96 9974640

Correio Electrónico: aafernandes@iol.pt

Assinatura: _____ Data: __/__/____

Eu, abaixo assinado, concordo em participar no referido estudo como entrevistado. Declaro que fui devidamente informado e esclarecido sobre o direito de confidencialidade e anonimato.

Declaro ainda que autorizo o uso das informações obtidas, na divulgação do estudo através de trabalhos científicos.

Assinatura: _____ Data: __/__/____

ANEXO XI – TABELAS SPSS – TESTES DE HIPÓTESES

Teste Kruskal-wallis

Teste Normalidade

Teste Exponencial

Teste Binomial

Distribuição de Kruskal Wallis

Classificações			
Postodetrabalho		N	Postos de média
WBGT	Fusao e Vazamento	8	40,50
	Linha de Moldacao Automatica	8	40,50
	Abate	8	40,50
	Granalhadora	8	40,50
	Shake out	8	40,50
	Acabamentos	8	40,50
	Linha Semi Automatica	8	40,50
	Rebarbagem	8	40,50
	Macharia	8	40,50
	Moldacao Manual	8	40,50
	Fusao e Vazamento	8	20,50
PHS Debito Sudoral (g/h)	Linha de Moldacao Automatica	8	68,50
	Abate	8	56,50
	Granalhadora	8	28,50
	Shake out	8	44,50
	Acabamentos	8	56,50
	Linha Semi Automatica	8	36,50
	Rebarbagem	8	76,50
	Macharia	8	4,50
	Moldacao Manual	8	12,50
	Fusao e Vazamento	8	20,50
	PHS Perda de Agua (g)	Linha de Moldacao Automatica	8
Abate		8	60,50
Granalhadora		8	28,50
Shake out		8	44,50
Acabamentos		8	52,50
Linha Semi Automatica		8	36,50
Rebarbagem		8	76,50
Macharia		8	4,50
Moldacao Manual		8	12,50
Fusao e Vazamento		8	60,50
PHS recomendavel Ingerir 200 (ml) de agua a 10 (°C) minuto		Linha de Moldacao Automatica	8
	Abate	8	24,50
	Granalhadora	8	52,50
	Shake out	8	36,50
	Acabamentos	8	24,50
	Linha Semi Automatica	8	44,50
	Rebarbagem	8	4,50
	Macharia	8	76,50
	Moldacao Manual	8	68,50
	Fusao e Vazamento	8	8,50
	PHS Temperatura central após 8 horas (°C)	Linha de Moldacao Automatica	8
Abate		8	56,50
Granalhadora		8	32,50
Shake out		8	56,50
Acabamentos		8	56,50
Linha Semi Automatica		8	32,50
Rebarbagem		8	76,50
Macharia		8	8,50
Moldacao Manual		8	20,50
Rebarbagem		8	4,50
Total		8 ^a	
PHS Perda hídrica máxima não ultrapassada (°C)	Fusao e Vazamento	8	36,50
	Linha de Moldacao Automatica	8	36,50
	Abate	8	36,50
	Granalhadora	8	36,50
	Shake out	8	36,50
	Acabamentos	8	36,50
	Linha Semi Automatica	8	36,50
	Rebarbagem	8	76,50
	Macharia	8	36,50
	Moldacao Manual	8	36,50
	Fusao e Vazamento	8	40,50
PHS Condicao climática de categoria	Linha de Moldacao Automatica	8	40,50
	Abate	8	40,50
	Granalhadora	8	40,50
	Shake out	8	40,50
	Acabamentos	8	40,50
	Linha Semi Automatica	8	40,50
	Rebarbagem	8	40,50
	Macharia	8	40,50
	Moldacao Manual	8	40,50
	Fusao e Vazamento	8	40,50
	TENTEC	Linha de Moldacao Automatica	8
Abate		8	40,50
Granalhadora		8	40,50
Shake out		8	40,50
Acabamentos		8	40,50
Linha Semi Automatica		8	40,50
Rebarbagem		8	40,50
Macharia		8	40,50
Moldacao Manual		8	40,50
Fusao e Vazamento		8	40,50

a. Há apenas um grupo não vazio. O Teste Kruskal-Wallis não pode ser executado.

Estadísticas de teste^{ab}

	WBGT	PHSDebitoSudoralg/h	PHSPerda de Agua	PHSrecomendavelingerir 200mldeagua a 10°Cmin	PHSTemperatura central apos 8 horas C	PHSCondicao climaticadecategoria	TENTEC
Qui-quadrado	0,000	79,000	79,000	79,000	79,000	79,000	0,000
df	9	9	9	9	9	9	9
Significância Sig.	1,000	,000	,000	,000	,000	,000	1,000

a. Teste Kruskal Wallis

b. Variável de Agrupamento: Postodetrabalho

Teste de Hipótese de Kruskal Wallis

Resumo de Teste de Hipótese				
	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	A distribuição de WBGT é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	1,000	Reter a hipótese nula.
2	A distribuição de PHSDebitoSudoralgh é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	,000	Rejeitar a hipótese nula.
3	A distribuição de PHSPerdadeAguag é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	,000	Rejeitar a hipótese nula.
4	A distribuição de PHSPrecomendavelingerir200mldeaguaa10Cmin é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	,000	Rejeitar a hipótese nula.
5	A distribuição de PHSTemperaturacentralapos8horas C é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	,000	Rejeitar a hipótese nula.
6	A distribuição de PHSPerdahidricamaximanaoutrapas sadaC é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es		Incapaz de calcular.
7	A distribuição de PHSCondicaoclimaticadecategoria é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	,000	Rejeitar a hipótese nula.
8	A distribuição de TENTEC é a mesma entre as categorias de Postodetrabalho.	Teste de Kruskal-Wallis de Amostras Independent es	1,000	Reter a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

Teste à Exponencial

Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

	WBGT	PHSDebitoSudoralgh	PHSPerdadeAguag	PHSPrecomendavelingerir200mldeaguaa10Cmin	PHSTemperaturacentralapos8horas C	PHSPerdahidricamaximanaoutrapas sadaC	PHSCondicaoclimaticadecategoria	TENTEC
N	80 ^a	80	80	80	80	8	80	80 ^b
Parâmetro exponencial. a,c	Média	384,00	2983,00	34,30	37,410	370,00	2,10	
Diferenças Mais Extremas	Absoluto	,436	,442	,442	,630	,632	,614	
	Positivo	,204	,205	,201	,366	,368	,286	
	Negativo	-,436	-,442	-,442	-,630	-,632	-,614	
Z Kolmogorov-Smirnov		3,901	3,953	3,952	5,635	1,788	5,493	
Significância Sig. (2		0,000	0,000	0,000	0,000	,003	0,000	

a. A distribuição do teste é Exponencial.

b. As variáveis exponenciais são inválidas. O Teste Kolmogorov-Smirnov de Uma Amostra não pode ser executado.

c. Calculado dos dados.

Teste à Normal

Teste de Kolmogorov-Smirnov de uma amostra

	WBGT	PHSDebitoSudoralgh	PHSPerdadeAguag	PHSPrecomendavelingerir200mldeaguaa10Cmin	PHSTemperaturacentralapos8horas C	PHSPerdahidricamaximanaoutrapas sadaC	PHSCondicaoclimaticadecategoria	TENTEC
N	80	80	80	80	80	8	80	80
Parâmetros normais ^{a,b}	Média	0,00	384,00	2983,00	34,30	37,410	370,00	2,10
	Erro Desvio	,000 ^c	112,437	875,316	10,593	,1308	,000 ^c	,302
Diferenças Mais Extremas	Absoluto		,150	,162	,192	,254	,530	
	Positivo		,150	,162	,192	,146	,530	
	Negativo		-,121	-,123	-,117	-,254	-,370	
Estatística de teste			,150	,162	,192	,254	,530	
Significância Sig. (2 extremidades)			,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	,000 ^c	

a. A distribuição do teste é Normal.

b. Calculado dos dados.

c. A distribuição não tem nenhuma variância para essa variável. O Teste Kolmogorov-Smirnov de Uma Amostra não pode ser executado.

d. Correção de Significância de Lilliefors.

Teste à Binomial

Resumo de Teste de Hipótese

	Hipótese nula	Teste	Sig.	Decisão
1	As categorias definidas por Postodetrabalho ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	.	Incapaz de calcular.
2	As categorias definidas por TemperaturasecataC <=28,000 e >28,000 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,005	Rejeitar a hipótese nula.
3	As categorias definidas por TemperaturaHumidathC <=20,500 e >20,500 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,010	Rejeitar a hipótese nula.
4	As categorias definidas por temperaturaglobotgC <=29,500 e >29,500 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,019	Rejeitar a hipótese nula.
5	As categorias definidas por velocidaderelativadoArvams <=0,115 e >0,115 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,000	Rejeitar a hipótese nula.
6	As categorias definidas por HumidadeRelativa <=50,000 e >50,000 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,314	Reter a hipótese nula.
7	As categorias definidas por VestuárioIcmediaclo <=0,648 e >0,648 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,000	Rejeitar a hipótese nula.
8	As categorias definidas por MetabolismomediaKcal <=382,190 e >382,190 ocorrem com as probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,094	Reter a hipótese nula.
9	As categorias definidas por WBGT ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	,000	Rejeitar a hipótese nula.
10	As categorias definidas por PHSDebitoSudoralgh ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	.	Incapaz de calcular.
11	As categorias definidas por PHSPerdadeAguag ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	.	Incapaz de calcular.
12	As categorias definidas por PHSPrecomendavelingerir200mldeaguaa10Cmin ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	.	Incapaz de calcular.
13	As categorias definidas por PHSTemperaturacentralapos8horas C ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	.	Incapaz de calcular.
14	As categorias definidas por PHSPerdahidricamaximanaoultrapassadaC ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	,008 ¹	Rejeitar a hipótese nula.
15	As categorias definidas por PHSCondicaoclimaticadecategoria = Incomodo sem riscos para a saude e Risco a longo prazo risco para a saude apos varias horas de exposicao ocorrem com probabilidades 0,5 e 0,5.	Teste Binomial de Uma Amostra	,000	Rejeitar a hipótese nula.
16	As categorias definidas por TENTEC ocorrem com as probabilidades especificadas.	Teste Binomial de Uma Amostra	,000	Rejeitar a hipótese nula.

São exibidas significâncias assintóticas. O nível de significância é ,05.

¹A exata significância é exibida para este teste.