



UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Daniel Filipe Ferreira Pinto

**MONITORIZAÇÃO E ANÁLISE DE CONDIÇÕES
AMBIENTAIS EM TREINOS DE PREPARAÇÃO
PARA OS JOGOS OLÍMPICOS**

**Dissertação no âmbito do Mestrado Integrado em Engenharia Mecânica no ramo
de Produção e Projeto orientada pelo Professor Doutor Adélio Gaspar e pelo
Professor Doutor Virgílio Monteiro e apresentada ao Departamento de
Engenharia Mecânica da Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de
Coimbra**

Outubro de 2021

1 2



9 0

FACULDADE DE
CIÊNCIAS E TECNOLOGIA
UNIVERSIDADE DE
COIMBRA

Monitorização e Análise de Condições Ambientais em treinos de preparação para os Jogos Olímpicos

Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia
Mecânica na Especialidade de Produção e Projeto

Monitoring and Analysis of Environmental Conditions in training in preparation for the Olympic Games

Autor

Daniel Filipe Ferreira Pinto

Orientadores

Adélio Manuel Rodrigues Gaspar

Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de Oliveira

Júri

Presidente Professor Doutor Amândio Manuel Cupido Santos
Professor da Universidade de Coimbra

Orientador Professor Doutor Avelino Virgílio Fernandes Monteiro de
Oliveira
Professor Adjunto do Instituto Politécnico de Coimbra

Vogais Professor Doutor António Manuel Mendes Raimundo
Professor Auxiliar da Universidade de Coimbra



Associação para o
Desenvolvimento da
Aerodinâmica Industrial



The work was funded by ASHRAE 2020-2021 ASHRAE Undergraduate Program Equipment Grants, under the framework of the project "Humidifier and dehumidifier systems for a renovated full-scale environmental chamber".

Coimbra, Outubro, 2021

“Sometimes when you innovate, you make mistakes. It is best to admit them quickly, and get on with improving your other innovations.”

Steve Jobs

Agradecimentos

A realização desta tese e de todo o meu percurso académico só se tornou um sonho realizado derivado ao apoio e incentivo de diversas pessoas, das quais não me posso esquecer de agradecer neste momento.

Primeiro queria agradecer aos meus orientadores Professor Doutor Adélio Gaspar e Professor Doutor Virgílio Monteiro por me terem permitido trabalhar num tema proporcionado por eles e por terem dado toda a ajuda possível.

Agradecer à equipa responsável pela Câmara Climática no decorrer dos treinos de preparação, composta pelo Professor Doutor Amândio Santos e Professor Doutor José, por todos os conselhos dados, experiência partilhada e pela disponibilidade que sempre demonstraram para ser possível a realização desta dissertação.

Agradecer também a todos os atletas com quem interagi que nunca colocaram entraves na realização deste trabalho.

A todos os meus amigos um agradecimento por terem feito parte deste meu percurso e terem dado todo o apoio possível.

Um agradecimento especial a uma segunda mãe, Carla Madeira, que me incentivou em todos os momentos, maus ou bons, e que nunca me deixou ficar sem chão.

Por último e não menos importante, um grande obrigado aos meus pais, irmão e toda a família por me terem permitido ter este percurso e terem dado educação para me tornar no que sou hoje.

Resumo

No domínio do desporto, em particular no de alta competição, verifica-se uma grande preocupação na preparação dos atletas devido às diversas situações de carga térmica a que eles podem estar sujeitos nas suas provas; por isso, a preparação de um atleta de alta competição envolve, nos dias de hoje, um conjunto de procedimentos cada vez mais minuciosos e rigorosos, e é nesta preocupação que assenta esta dissertação.

O objetivo principal deste estudo é realizar monitorizações e análises de condições ambientais durante treinos de preparação (aclimatação) para os jogos olímpicos de Tóquio; adicionalmente, também se pretendia fazer um estudo comparativo entre dois equipamentos distintos, o HT30 e o WBGT – HEAT STRESS MONITOR “type1219”, de modo a conhecer-se a diferença de comportamento entre eles.

O trabalho foi desenvolvido através de monitorizações de treinos de preparação para os jogos olímpicos de atletas de modalidades distintas (marcha, maratona e skate) na câmara climática situada no Laboratório de Aerodinâmica Industrial (LAI), seguindo um protocolo definido e utilizando os dois equipamentos.

Após análise dos dados obtidos, foi possível concluir que os dois equipamentos apresentam divergências nos parâmetros monitorizados (índice WBGT e temperatura de globo) que pode ser justificada pelas características distintas que apresentam. Verificou-se também um bom funcionamento da câmara climática para este tipo de fim.

Palavras-chave: Stress Térmico, Aclimatação, Câmara climática, Condições Ambientais, Índice WBGT, Temperatura de Globo, HT30, WBGT – HEAT STRESS MONITOR “type1219”.

Abstract

In sport, particularly in high competition, there is a big concern in the preparation of athletes due to the various forms of thermal load they might experience in their competitions; therefore, the preparation of a top athlete to the most important competitions involves, nowadays, a set of increasingly detailed and rigorous procedures. The present dissertation is directed to this particular goal.

The main objective of this study is to carry out detailed analysis of environmental conditions during acclimatization and training tests, specially designed for the Tokyo Olympic Games; additionally, it was also intended to perform a comparative study between two different measuring devices, the HT30 and the WBGT – Heat Stress Monitor "type1219", in order to assess their differences. While the former is commonly used in the field, during the competitions, the latter is frequently used in monitoring processes in the lab.

The experimental work was mainly carried out in the climatic chamber of the Laboratory of Industrial Aerodynamics (LIA) following a defined protocol and through detailed monitoring of the training tests; three different Olympic sports were considered, namely walking, marathon and skateboarding.

The results highlight that the two devices show differences in the monitored parameters, namely in the WBGT index and the globe temperature, which can be explained by their different characteristics. Finally, it was also concluded that the climatic chamber can provide the desired training conditions to top athletes, allowing them to achieved the best performance in the competitions; this unique device represents today a differentiating training facility with increasing importance to top athletes.

Keywords: Thermal Stress, Acclimatization, Climatic Chamber, Environmental Conditions, WBGT Index, Globe Temperature, HT30, WBGT - HEAT STRESS MONITOR "type1219".

Índice

Índice de Figuras	vi
Índice de Tabelas	viii
Simbologia e Siglas	ix
Simbologia.....	ix
Siglas	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Enquadramento	1
1.2. Objetivos.....	2
1.3. Estrutura.....	3
2. Influência dos Ambientes Térmicos e Processo de Adaptação dos Atletas	5
2.1. Conforto Térmico	5
2.1.1. Definição	5
2.1.2. Corpo humano como termorregulador	6
2.1.3. Balanço térmico do corpo humano.....	7
2.1.4. Limites toleráveis de temperatura a qual o ser humano pode estar exposto .	12
2.1.5. Efeitos do calor sobre o ser humano.....	14
2.1.6. Medidas de prevenção face à exposição ao calor	15
2.2. Aclimação e Metodologia de Avaliação da exposição ao calor	16
2.2.1. Importância da Aclimação.....	16
2.3. Índice WBGT.....	19
2.3.1. Norma ISO 7243:2017	19
2.3.2. Medição dos parâmetros característicos do ambiente	20
3. Análise das condições esperadas para os locais de realização das provas	25
3.1. Sapporo	25
3.2. Tokyo	28
3.3. Condições simuladas na câmara climática.....	31
4. Procedimentos Experimentais	33
4.1. Equipamentos Utilizados	33
4.1.1. Câmara Climática	33
4.1.2. HT30.....	35
4.1.3. WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”	37
4.2. Definição do Protocolo	38
4.2.1. Metodologia utilizada no processo de aclimação dos atletas	38
4.2.2. Protocolo adotado para monitorização dos dados	39
5. Análise e Discussão de resultados	41
5.1. Evolução dos Parâmetros.....	41

5.1.1.	Conjunto de treinos das atletas portuguesas da maratona	42
5.1.2.	Conjunto de treinos dos atletas franceses da marcha	45
5.1.3.	Conjunto do atleta português do skate.....	48
5.1.4.	Parâmetros estatísticos para as várias evoluções.....	52
5.2.	Análise comparativa dos resultados obtidos com os equipamentos de medida....	54
5.2.1.	Índice WBGT	54
5.2.2.	Temperatura de Globo	55
5.3.	Exemplo de estimativa para o cálculo dos parâmetros relacionados com o WBGT 56	
5.4.	Discussão de Resultados	58
6.	Conclusão	61
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	63
	ANEXO A – Tabelas dos parâmetros monitorizados através do equipamento HEAT STRESS MONITOR “type 1219”	67
	ANEXO B – Tabelas dos parâmetros monitorizados pelo HT30.....	77
	ANEXO C – Tabelas de comparação entre equipamentos.....	81
	ANEXO D – Condições meteorológicas para Sapporo e Tokyo (dia típico).....	84

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Conforto Térmico.....	6
Figura 2.2. Mecanismos de troca de calor entre o ser humano e o meio ambiente.....	10
Figura 2.3. Alterações fisiológicas associadas ao stress térmico	13
Figura 2.4. Influência da aclimação.....	17
Figura 3.1. WBGT observado e previsto para a cidade de Sapporo.....	26
Figura 3.2. Evolução da pressão atmosférica	27
Figura 3.3. Evolução da humidade relativa	27
Figura 3.4. Evolução da temperatura do ar.....	27
Figura 3.5. Evolução da velocidade do vento.....	28
Figura 3.6. WBGT observado e previsto para o Ariake Urban Sports.....	29
Figura 3.7. Evolução da pressão atmosférica	30
Figura 3.8. Evolução da humidade relativa	30
Figura 3.9. Evolução da temperatura do ar.....	30
Figura 3.10. Evolução da temperatura do vento.....	31
Figura 4.1. Câmara Climática.....	34
Figura 4.2. Pré-câmara.....	35
Figura 4.3. Câmara de testes.....	35
Figura 4.5. Equipamento HT30	354
Figura 4.6. Equipamento HT30 Legendado	354
Figura 4.7. Equipamento WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”.....	356
Figura 5.1. Evolução temperatura do ar	42
Figura 5.2. Evolução temperatura do bolbo húmido natural	43
Figura 5.3. Evolução temperatura do globo	44
Figura 5.4. Evolução parâmetro WBGT.....	44
Figura 5.5. Evolução temperatura do ar	45
Figura 5.6. Evolução temperatura do bolbo húmido natural	46
Figura 5.7. Evolução temperatura do globo	47
Figura 5.8. Evolução parâmetro WBGT.....	48
Figura 5.9. Evolução temperatura do ar	49

Figura 5.10. Evolução temperatura do bolbo húmido natural	50
Figura 5.11. Evolução temperatura do globo	51
Figura 5.12. Evolução parâmetro WBGT.....	51
Figura 5.13. Comparação entre equipamentos WBGT.....	55
Figura 5.14. Comparação entre equipamentos T_g	56
Figura 5.15. Temperatura do Ar vs Limites	58
Figura 5.16. Humidade Relativa vs Limites	58

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 2.1. Benefícios da aclimação	18
Tabela 2.2. Conjunto de regras a seguir na aclimação	19
Tabela 2.3. Tabela de referência para a classe de metabolismo	22
Tabela 5.1. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Maratona).....	52
Tabela 5.2. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Marcha)	53
Tabela 5.3. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Skate)	53

SIMBOLOGIA E SIGLAS

Simbologia

HR – Humidade relativa

S– Carga

M– Taxa metabólica

WBGT– Wet-Bulb Globe Temperature

T_a– Temperatura do ar

T_g– Temperatura do globo

T_{bhn}– Temperatura do bolbo húmido natural

Siglas

DEM – Departamento de Engenharia Mecânica

FCTUC – Faculdade de Ciências e Tecnologia da Universidade de Coimbra

LAI – Laboratório de Aerodinâmica Industrial

ADAI – Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

CC– Câmara Climática

1. INTRODUÇÃO

1.1. Enquadramento

O conforto térmico e as suas variantes são desde sempre um assunto com elevada relevância. O ser humano ao longo da sua existência procurou sempre formas de melhorar o seu bem-estar, envolvendo preocupações com o conforto térmico. A preocupação principal era a melhoria da qualidade de vida do ser humano no seu local de trabalho/repouso que foi conseguida através da inovação da tecnologia, uma vez que atualmente os edifícios possuem componentes e equipamentos que permitem regular as condições climáticas de uma forma eficaz.

Foi neste âmbito, de estudar o conforto térmico, que foi criado um projeto entre a Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial (ADAI) e o Departamento de Engenharia Mecânica (DEM), pertencente à FCTUC, para a instalação de uma câmara climática no Laboratório de Aerodinâmica Industrial (LAI). Esta câmara climática permitiu inicialmente realizar estudos acerca de diversos ambientes térmicos e os efeitos que proporcionavam ao ser humano.

Atualmente, existe um foco muito importante na preparação de atletas (treinos de aclimação) com vista a provas de alta competição. A aclimação promove um impacto positivo nos atletas, uma vez que há o desenvolvimento de capacidades humanas que permitem melhores rendimentos em ambientes térmicos desfavoráveis (altas temperaturas e humidades elevadas). Neste âmbito, a utilização da CC passou a englobar também treinos de aclimação de atletas para preparação de provas como os jogos olímpicos que decorreram no presente ano de 2021, permitindo simular condições extremas para proporcionar uma melhor preparação aos atletas e estudar o impacto provocado neles.

Devido a esta utilização da CC foi necessário proceder a inovações, tanto no sistema de controlo, como nos equipamentos utilizados para a realização de monitorizações.

Assim foi instalado na CC um conjunto de sensores e equipamentos que permitem controlar em todo o instante as condições presentes no seu interior assim como conhecer os valores dessas mesmas condições, caso da temperatura e da humidade.

Surgiu assim a necessidade de monitorizar os treinos realizados, e elaborar estudos que permitissem comparar os diferentes equipamentos utilizados na monitorização.

1.2. Objetivos

O objetivo principal desta dissertação, como o próprio título sugere, era a realização de um conjunto de monitorizações e análises das condições ambientais durante os treinos realizados na CC. Pretendia-se, ainda, com base nos resultados da monitorização das condições ambientais, desenvolver estudos complementares, nomeadamente o estudo comparativo entre os aparelhos utilizados.

Como na monitorização foram utilizados dois equipamentos distintos, o HT30 e o WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”, que apresentam características diferentes, era necessário realizar uma comparação entre eles. Dentro dos parâmetros monitorizados, foi o índice WBGT e a temperatura do globo que foram analisados nesta comparação. Esta comparação apresenta elevada importância visto que o aparelho HT30 tem vindo a ser utilizado em provas desportivas devido à sua fácil utilização; caso dos mundiais de atletismo realizados no Qatar e Jogos Olímpicos de 2021; no entanto não respeita todas as especificações da Norma ISO 7243, enquanto que o aparelho “type1219” respeita. Assim o objetivo era retirar algumas conclusões importantes para a utilização futura do HT30.

No decorrer do trabalho realizado também era importante analisar a evolução das várias condições durante os treinos com o objetivo de perceber o funcionamento da câmara e reconhecer se os parâmetros monitorizados se enquadravam na gama de variação pretendida.

Para conhecer as condições necessárias a simular nos treinos de preparação era também importante realizar um estudo das condições previstas para os locais de realização das provas dos jogos olímpicos.

1.3. Estrutura

A presente tese encontra-se dividida em seis capítulos.

O primeiro capítulo tem o intuito de introduzir o tema abordado e enquadrar o trabalho quanto aos objetivos definidos.

O segundo capítulo diz respeito à revisão bibliográfica, onde inicialmente será abordado o tema do conforto térmico, apresentando a sua definição e abordando alguns temas relacionados. Aborda-se também, de forma sucinta, a importância da aclimação, visto ser um tema que não foi estudado no decorrer do curso, mas que apresenta alguma relevância nesta dissertação. Por último faz-se também referência ao índice WBGT, parâmetro que fornece informação acerca da existência ou não de stress térmico; será assim feita uma abordagem à Norma ISO 7243.

No capítulo três realiza-se uma análise das condições previstas para os locais da prova.

No capítulo quatro será indicado o protocolo adotado para a realização das monitorizações, bem como elaborado um pequeno estudo relativamente aos equipamentos utilizados.

No capítulo cinco analisam-se e comentam-se os resultados obtidos e efetua-se uma análise comparativa entre os equipamentos de medição. Será também abordado um caso específico de estimativa da temperatura do globo e da temperatura do bolbo húmido natural para o cálculo do índice WBGT. Posteriormente será realizada uma discussão de resultados onde constarão conclusões importantes tiradas da análise realizada.

Por fim, o capítulo seis diz respeito à conclusão onde serão apresentadas algumas informações relevantes a reter da realização desta dissertação.

2. INFLUÊNCIA DOS AMBIENTES TÉRMICOS E PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DOS ATLETAS

2.1. Conforto Térmico

2.1.1. Definição

O conforto térmico tem vindo a ser um assunto cada vez mais importante nas várias atividades do quotidiano do ser humano, mostrando a forma como o corpo humano e o ambiente podem estar relacionados. Em situações de desconforto térmico, o ser humano pode ser afetado de diversas formas; provocar falta de atenção (sendo maior a probabilidade de ocorrer acidentes), provocar a diminuição da produtividade e diminuição do desempenho, podendo até afetar a nível da saúde (Estrela, 2013).

A definição de conforto térmico não é única, e existem diversas formas de o descrever. Por exemplo de acordo com a Norma ISO 7730:2005, o conforto térmico “é a condição da mente na qual é expressa satisfação com o ambiente térmico”. Através desta definição é possível perceber que o conforto térmico é um conceito que depende da perceção da pessoa, e salienta a preocupação que se deve ter com este assunto.

As razões pelas quais as pessoas sentem ou não conforto térmico são complexas, envolvendo interpretações diversas, derivado ao facto de cada pessoa ter a sua perceção térmica, que é única (Gonçalves, 2017). A figura 2.1 ilustra a subjetividade associada à noção de conforto térmico.



Figura 2.1. Conforto Térmico [Fonte: Thermal Booklet]

Assim, as duas pessoas representadas na figura anterior encontram-se expostas a ambientes térmicos com características ambientais muito diferentes, no entanto a conclusão que se pode tirar desta imagem é que ambos os indivíduos demonstram estar em conforto térmico apesar das diferentes condições a que estão expostos. Isto acontece porque o conforto térmico não depende somente das condições ambientais a que se está exposto; o vestuário e o metabolismo (associado à atividade física) também influenciam o conforto térmico (Gonçalves, 2017). A perceção do ser humano depende então de dois grupos de parâmetros, os ambientais: temperatura do ar, humidade, velocidade do ar e temperatura média radiante, e os individuais: vestuário e o metabolismo (Aires, 2008).

A grande importância associada ao estudo do conforto térmico deve-se então a determinados fatores: a satisfação do indivíduo em situar-se num ambiente termicamente confortável; a performance humana, o ambiente térmico pode afetar a atenção e a produtividade reduzindo assim o rendimento humano; a conservação de energia, através do estudo das condições que promovem conforto térmico aos ocupantes é possível evitar desperdícios de energia (arrefecimento e aquecimento).

2.1.2. Corpo humano como termorregulador

O ser humano é um ser homeotérmico, uma vez que possui a capacidade de manter a temperatura corporal dentro de um certo intervalo apesar das alterações térmicas existentes no meio ambiente (Magalhães, 2001). Para isso possui um sistema

termorregulador muito eficaz que permite manter a temperatura central do corpo num valor de aproximadamente 37°C (INNOVA, n.d.).

Para manter a sua temperatura constante, o corpo humano tem a capacidade de produzir e de efetuar trocas de calor de diversas formas com o meio envolvente. As trocas de calor podem ser influenciadas por diversos fatores, como a adaptação fisiológica, as condições ambientais e por fatores individuais.

O corpo humano atua de forma diversa, consoante as condições a que está sujeito; o comportamento quando o corpo está submetido a um aumento de temperatura é obviamente diferente do comportamento quando o corpo está sujeito a uma diminuição de temperatura.

O sistema que regula a temperatura corporal é bastante complexo e ainda com diversas dúvidas na sua compreensão. Contudo, é conhecido que os sensores essenciais para o controlo da temperatura se situam no hipotálamo e na pele (INNOVA, n.d.). Conforme a informação que chega a estes sensores o corpo humano efetuará as seguintes respostas:

- a) Se o corpo apresentar um aumento da temperatura, excedendo os 37°C, a resposta será a existência de um aumento do fluxo sanguíneo através da pele, o que promoverá a libertação de suor. O suor é assim um mecanismo de arrefecimento que permite a redução de temperatura (ASHRAE, 2021);
- b) Se o corpo humano apresentar uma diminuição de temperatura, descendo para valores inferiores a 34°C, inicialmente existirá uma vasoconstrição reduzindo o fluxo sanguíneo. A segunda reação será o aumento da produção interna de calor através da estimulação dos músculos (ASHRAE, 2021).

Assim, é possível concluir que o corpo humano não deve apresentar temperaturas inferiores a 34°C e superiores a 37°C, sendo fundamental que o seu organismo esteja em equilíbrio com o ambiente que o rodeia (Oliveira, 2008).

2.1.3. Balanço térmico do corpo humano

Como é conhecido, quando existem dois ambientes com temperaturas diferentes, ocorre transferência de calor do ambiente mais quente para o mais frio de modo a que os ambientes passem a ter a mesma temperatura.

No caso do corpo humano existem várias formas de trocas de calor que podem ser efetuadas com o ambiente de forma a alcançar o equilíbrio térmico. O calor pode ser libertado do corpo humano através de várias formas, sendo as mais importantes a transpiração, a respiração latente, a respiração sensível, a radiação e a convecção (Oliveira, 2008). No entanto também podem existir trocas por condução e perspiração.

O equilíbrio térmico é alcançado quando a produção interna de calor, derivada à atividade metabólica M , é igual à dissipação de calor para o meio ambiente pelas formas atrás referidas (Gonçalves, 2017).

A taxa de metabolismo ou atividade metabólica, M , corresponde à energia produzida no interior do corpo que depende da atividade realizada. Esta energia será repartida pelo calor libertado e pelo trabalho mecânico exterior (Gonçalves, 2017). Segundo Fanger (1970) maior parte desta energia é libertada para o exterior sobre a forma de calor H , existindo assim apenas uma pequena parte que será convertida em trabalho mecânico W . Assim a taxa de metabolismo pode ser descrita pela seguinte equação 2.2:

$$M = H + W \quad (2.1)$$

De notar que se o indivíduo tiver perante uma atividade moderada, o trabalho mecânico exterior é aproximadamente nulo e assim M será igual à taxa de produção interna de calor.

Para entender melhor como funciona o balanço térmico encontra-se representada a seguir a equação 2.2:

$$S = M - W - Q_s - Q_{sk} - Q_{res} \quad (2.2)$$

onde:

M - Taxa de metabolismo; [W/m^2]

S - Taxa de calor armazenada no corpo (carga térmica); [W/m^2]

Q_s - Taxa de calor cedido por radiação, convecção e condução; [W/m^2]

Q_{sk} - Taxa de calor cedido por evaporação na pele e difusão de vapor de água através da pele (perspiração); [W/m^2]

Q_{res} - Taxa de calor cedido por respiração; [W/m^2]

Através desta equação é possível concluir que quando $S=0$ estamos numa situação de neutralidade térmica. Fanger (1970) definiu que a neutralidade térmica era “a condição na qual a pessoa não prefira nem mais calor nem mais frio no ambiente a seu redor”. Para existir neutralidade é necessário que a taxa de metabolismo M seja igual à soma das taxas de libertação de calor sob a forma de radiação e convecção, por evaporação da pele e por respiração. É possível afirmar que a neutralidade térmica é uma condição necessária para existir conforto térmico.

Quando se obtém um valor de $S \neq 0$ conclui-se que a taxa de metabolismo M pode apresentar um valor superior às taxas de libertação de calor ou pode apresentar também um valor inferior. Devido a este facto podem-se suceder duas situações específicas:

- i. $S > 0$. Neste caso a produção interna de calor é superior ao calor que é libertado sobre as diversas formas. Está implícito assim que irá ocorrer um sobreaquecimento da temperatura interior do corpo, denominado de hipertermia. Este fenómeno é derivado à perda de insuficiente de calor, levando a uma situação de desconforto térmico, que é o stress térmico por calor.
- ii. $S < 0$. Neste caso o valor de M é inferior à libertação de calor o que provoca um arrefecimento na temperatura interior do corpo, que tem a designação de hipotermia. Neste caso há uma excessiva perda de calor levando a um desconforto térmico. Pode-se afirmar que neste caso existe um stress térmico derivado ao frio.

2.1.3.1. Trocas de calor pelo corpo humano

As diversas formas de troca de calor referidas podem ser realizadas através da radiação, condução, convecção, evaporação e respiração.

A figura 2.2 ilustra estes mecanismos de troca de calor entre o ser humano e o meio ambiente:

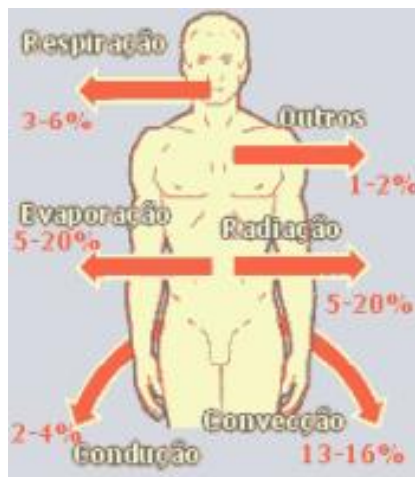


Figura 2.2. Mecanismos de troca de calor entre o ser humano e o meio ambiente [Fonte: Oliveira 2008]

A seguir serão abordadas as diversas formas de troca de calor de uma forma mais detalhada.

Condução

Para existir troca de calor por condução é necessário o contacto físico entre os corpos envolvidos, e assim a transferência de calor dá-se através de sólidos ou fluidos estacionários.

Este tipo de mecanismo de troca de calor é mais preponderante para as trocas de calor do interior do corpo para a superfície da pele e para as trocas de calor através do vestuário. Para o ambiente as trocas de calor sob a forma de condução são muito reduzidas quando comparadas a outras formas devido à elevada resistência térmica do ar (Parsons, 2014).

Convecção

A troca de calor por convecção é efetuada através de um fluido em movimento, que no caso da transferência de calor entre o corpo humano e meio envolvente é o ar atmosférico. A este tipo de troca está associada uma camada limite que é influenciada pelas diferenças de temperatura e pelas condições ambientais, em particular a velocidade do ar. Neste caso, a troca de calor é mais acentuada se tivermos uma velocidade de escoamento do ar superior (Parsons, 2014).

Radiação

Quando a temperatura de um corpo está acima do zero absoluto, este emite e absorve radiação. Assim a troca de calor por radiação é efetuada sob a forma de ondas eletromagnéticas que são emitidas por um corpo. Na situação de ambientes térmicos existem dois tipos de radiação a serem avaliadas, sendo elas as radiações solares e as radiações das superfícies envolventes (Parsons, 2014).

Evaporação e Respiração

As trocas de calor também se efetuam através da evaporação de suor da superfície da pele e da respiração.

A evaporação consiste na mudança de estado físico, isto é, a passagem do estado líquido numa superfície para vapor. Neste tipo de troca de calor, o vapor difunde-se longe da superfície de uma maneira semelhante à convecção.

A partir da temperatura ambiente de 36°C o único mecanismo de perda de calor eficiente é a evaporação. Isto acontece porque a partir desta temperatura os restantes mecanismos são ineficientes e até podem provocar ganho de calor e serem prejudiciais ao efeito desejado (Magalhães, 2001).

Em situações onde não existe ganho nem perda de calor, podem existir perdas insensíveis de água por difusão contínua através da pele e dos pulmões, tendo a designação de perspiração.

2.1.3.2. Fatores que Influenciam as Trocas de Calor do Corpo Humano com o Ambiente

Como já foi referido anteriormente existem fatores ambientais e individuais que podem influenciar e interferir nas trocas de calor do ser humano com o meio envolvente. A seguir serão abordados alguns desses fatores, como a temperatura do ar, a humidade do ar, a velocidade do ar e o vestuário.

Temperatura do Ar

Uma das formas de trocas de calor que pode acontecer é por convecção, onde a temperatura do ar apresenta certa influência. Quando a temperatura do ar é inferior à

temperatura da pele o corpo perde calor para o ambiente; quando a temperatura do ar é superior o corpo ganha calor do ambiente.

Humidade Relativa

A humidade relativa é definida como a razão entre a quantidade de água presente em uma determinada porção da atmosfera (pressão parcial de vapor de água) com a quantidade total de vapor de água que a atmosfera pode suportar em uma determinada temperatura (pressão de vapor). A quantidade máxima de vapor de água que o ar pode conter aumenta com o aumento da temperatura. Neste caso a humidade relativa pode influenciar a evaporação, isto porque se existir baixa humidade relativa o ar absorve de forma mais rápida a humidade da pele e conseqüentemente remove mais calor do corpo.

Velocidade do Ar

A velocidade do ar também pode interferir nas trocas de calor. Quanto maior for a velocidade do ar, maior será a evaporação e a humidade do corpo será “retirada” de uma forma mais rápida.

Vestuário

O vestuário é um dos principais fatores com influência nas trocas de calor; pode interferir na remoção do calor por convecção uma vez que constitui um obstáculo para a mesma, pode minimizar as trocas por evaporação dependendo da permeabilidade da roupa e pode também interferir nas trocas por radiação consoante a emissividade e absorção de radiação por parte do vestuário. É interessante ressaltar que o vestuário contribui com um isolamento térmico devido à resistência que apresenta à transferência de calor entre o corpo e o ambiente.

2.1.4. Limites toleráveis de temperatura a qual o ser humano pode estar exposto

O ser humano possui limites toleráveis de temperatura a que pode estar sujeito para não entrar em stress térmico. Quando está exposto a temperaturas demasiado elevadas o sistema termorregulador tem a função de combater o aumento da temperatura corporal através de ações resistivas à tensão térmica.

Os limites de temperatura dependem bastante do grau de humidade que se encontra no ambiente. Em ambientes secos é possível tolerar temperaturas externas muito elevadas (cerca de 65,5°C) durante várias horas, uma vez que o mecanismo de evaporação neste caso é eficiente. Se o ar estiver saturado, o cenário é bem diferente, uma vez que a temperatura do corpo humano começa a subir para temperaturas externas superiores a 34,4°C. Para ambientes com uma humidade intermédia o intervalo de temperatura central corporal tolerada está entre os 35,3°C e os 40°C (Magalhães, 2001).

O stress térmico apresenta influência na sobrecarga térmica. A sobrecarga térmica, como referiu Oliveira (1998), identifica-se com alterações fisiológicas ou patológicas (aumento da temperatura corporal, do ritmo cardíaco, da taxa de sudoreção, entre outras) resultantes do stress térmico. O stress térmico corresponde à situação em que é necessário um grande esforço por parte do sistema termorregulador para a manutenção da temperatura, onde o ser humano pode ser severamente afetado, sendo necessário uma limitação do tempo de exposição às condições presentes.

A figura 2.3 ilustra a relação entre o stress térmico e a sobrecarga térmica.

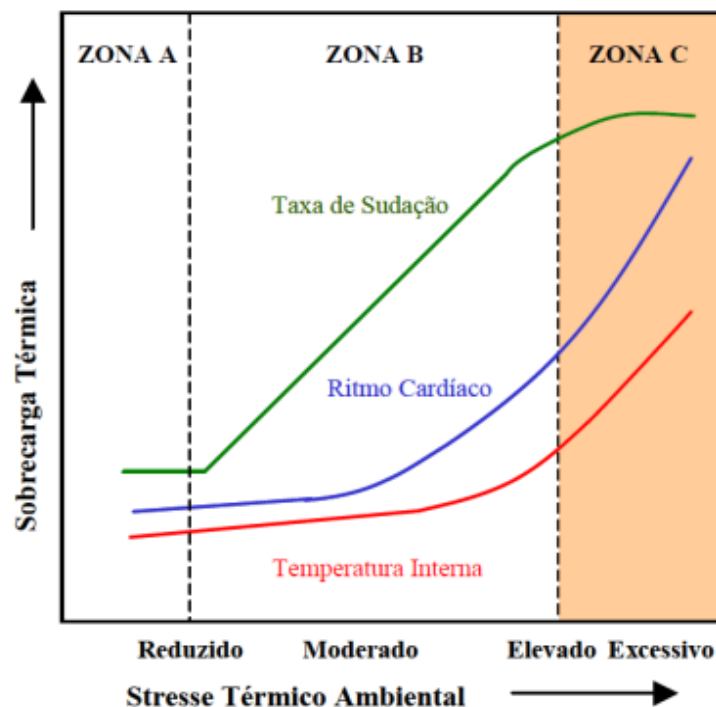


Figura 2.3. Alterações fisiológicas associadas ao stress térmico

[Fonte: Estrela 2013 (ADAPTADO DE WHO, 1969)]

Na zona A o stress térmico ambiental é reduzido, e não ocorre nenhuma alteração significativa nos parâmetros fisiológicos.

Na zona B estamos perante um stress térmico ambiental mais severo, que provoca um aumento significativo na taxa de sudoração, constituindo assim um bom indicador da existência de sobrecarga térmica. Neste caso, a temperatura interna não sofre grande alteração e o ritmo cardíaco tem um aumento exponencial.

Na zona C estamos perante um stress térmico elevado onde a saúde pode estar em risco. A taxa de sudoração nesta zona atinge o seu valor máximo e não pode continuar a ser usado como indicador de sobrecarga térmica ou stress térmico. O ritmo cardíaco e a temperatura interna crescem rapidamente e constituem agora os novos indicadores da sobrecarga térmica.

2.1.5. Efeitos do calor sobre o ser humano

A permanência em ambientes com temperaturas elevadas pode provocar uma grande diversidade de complicações e perigos para a saúde. Com base Norma ISO 12894:2001 é possível analisar e conhecer alguns dos efeitos que o calor pode ter no ser humano, como por exemplo as câibras de calor, o esgotamento por desidratação, o esgotamento por depleção salina, a síncope de calor e o golpe de calor.

A seguir serão abordados especificamente estes efeitos:

- **Câibra de Calor**

As câibras de calor acontecem normalmente quando existe atividade física em ambientes com temperaturas elevadas; é muito usual acontecer a atletas sujeitos a esforços físicos intensos. Consistem em espasmos nos músculos que estão a ser mais solicitados, ocorrendo principalmente na zona das pernas, braços e abdómen. As câibras resultam de uma diminuição de líquidos e sódio.

- **Esgotamento por desidratação**

A hidratação é um fator muito importante em ambientes com temperaturas elevadas, uma vez que permite a reposição de água perdida pelo excesso de transpiração. O ser humano em ambientes confortáveis tem a capacidade de aguentar alguns dias sem a ingestão de líquidos, no entanto em ambientes severos com baixo valor de humidade o suor é rapidamente evaporado da superfície da pele, e neste caso pode ocorrer uma desidratação brusca, podendo apresentar complicações para o indivíduo.

- **Esgotamento por depleção salina**

A causa para este efeito é a não reposição suficiente de sais (cloreto de sódio). Em esforços intensos, e em ambientes quentes, há uma grande perda de sais pela transpiração o que provocará a depleção de sal.

- **Síncope de Calor**

A síncope de calor acontece quando o ser humano se encontra em repouso durante um longo período de tempo num ambiente quente. Neste caso há uma concentração sanguínea na circulação venosa da pele e dos músculos, o que faz com que o cérebro não receba a quantidade de oxigénio suficiente provocada pela queda da pressão arterial. Alguns sintomas característicos deste efeito são as tonturas, as vertigens, as náuseas e os suores frios.

- **Golpe de Calor**

O problema mais grave devido à exposição ao calor é o golpe de calor. Pode acontecer quando se associam temperaturas elevadas a uma atividade física considerável, levando a um stress térmico bastante severo. Neste caso a capacidade máxima dos mecanismos de termorregulação pode ser atingida provocando um aumento da temperatura corporal para valores acima do tolerável, podendo ser este fator bastante prejudicial para a saúde humana.

2.1.6. Medidas de prevenção face à exposição ao calor

Para evitar ou minimizar o efeito da exposição ao calor podem ser tomadas algumas medidas. Estas medidas podem ser realizadas ao nível da fonte de calor, sobre o ambiente de trabalho ou a nível individual.

No âmbito do presente trabalho os fatores que interessam abordar são os fatores a nível individual. Algumas medidas de proteção individual que podem ser adotadas são as seguintes:

- Beber pequenas quantidades, ao longo do dia, de água fria de modo a evitar a desidratação e manter um débito urinário adequado;
- No caso de atletas, ou em atividades intensas, é necessário repor a quantidade de sais perdidas na transpiração, por isso pode ser necessário recorrer a bebidas desportivas de modo a fazer essa reposição;
- Utilizar roupas adequadas;

- Aclimatar/Aclimatizar o corpo ao calor e à humidade. Através do processo de aclimação é possível adquirir uma tolerância maior ao nível de atividade física realizado. É necessário fazer uma adaptação gradual que pode levar dias ou semanas, que irá permitir tolerar melhor o calor através de uma taxa de sudação mais eficiente, sendo mais fácil manter a temperatura corporal dentro de valores aceitáveis;
- Adquirir uma melhor preparação física;
- Limitar o tempo de exposição, sendo importante realizar períodos de repouso de forma a reduzir o tempo de exposição e permitir um controlo eficiente da temperatura corporal.

2.2. Aclimação e Metodologia de Avaliação da exposição ao calor

2.2.1. Importância da Aclimação

Como é conhecido as temperaturas elevadas podem afetar prejudicialmente o desempenho do ser humano, nomeadamente o caso dos atletas na realização das suas atividades; é neste domínio que o processo de aclimação ou de aclimatização pode assumir um papel muito importante aquando da sua preparação.

De uma forma geral, e como está explícito no dicionário português, os termos aclimação e aclimatização são usados para descrever o processo de adaptação de um organismo a mudanças ambientais. A diferença entre estes dois termos está explícita na forma que cada uma delas é realizada; enquanto que no treino de aclimação as condições ambientais são simuladas em laboratório e assim a preparação é feita no local onde se encontra o laboratório, no treino de aclimatização a adaptação é realizada num local específico onde o indivíduo está sujeito às condições ambientais desse local sem ser necessária qualquer simulação.

No presente trabalho as condições foram simuladas no interior de um laboratório, e, por isso, o treino considerado ser o de aclimação.

A aclimação é o nome dado ao conjunto de ajustes fisiológicos a que o indivíduo está sujeito quando está sujeito a uma exposição permanente a temperaturas elevadas (WHO, 1969). Um dos benefícios causados com a aclimação está relacionado com a produção de suor; normalmente um indivíduo não aclimatado possui uma produção máxima de suor de 1L/h, enquanto que num indivíduo aclimatado este valor pode atingir valores entre os 2 e os 3L/h, que corresponde a uma dissipação 10 vezes superior à taxa basal de produção de calor (Magalhães, 2001).

A aclimação apresenta também uma grande influência na evolução do ritmo cardíaco, temperatura rectal e transpiração de um indivíduo. Através da figura 2.4 podemos analisar esta influência:

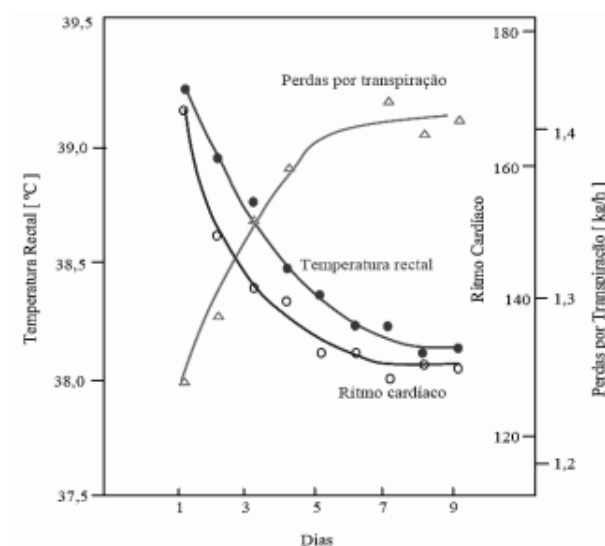


Figura 2.4. Influência da aclimação [Fonte: Estrela 2013 (ADAPTADO DE WHO, 1969)]

Com base na figura atrás representada é possível de concluir que um indivíduo não aclimatado nos primeiros dias de exposição ao calor apresenta um ritmo cardíaco elevado, elevada temperatura rectal e baixa sudação. Ao fim de algum tempo de exposição ao calor, o indivíduo melhora a sua resistência ao calor devido a ajustes fisiológicos que permitem uma diminuição do ritmo cardíaco e temperatura rectal, e uma otimização do mecanismo de sudação.

Através de uma pesquisa (BIHUB team, 2020) encontrou-se um estudo realizado a jogadores de futebol de alto rendimento foi verificado, que por exemplo, o desempenho do salto reduziu significativamente durante jogos realizados a altas temperaturas

(aproximadamente 30°C), enquanto que em temperaturas mais frias (aproximadamente 12°C) esta redução não foi detetada (Mohr & Krstrup, 2013).

Outro estudo, (Lorenzo et al., 2010), efetuado com uma equipa de ciclistas, envolveu a realização de treinos a temperaturas de 40°C por alguns atletas; para os restantes foi realizado o mesmo treino, mas a temperaturas de cerca de 13°C, durante 10 dias. Neste caso foi analisado no final o volume de plasma, e verificou-se que nos atletas que realizaram aclimação ao calor houve um aumento de plasma, detalhe que é considerado uma essencial na aclimação (a redução do plasma é um marcador de desidratação).

O processo de aclimação pode trazer vários benefícios aos indivíduos, principalmente aos atletas. Na tabela 2.1 estão representados alguns benefícios após a aclimação:

Tabela 2.1. Benefícios da aclimação

Melhorias de desempenho e melhorias fisiológicas após aclimação a ambientes quentes
Aumento do volume do plasma
Diminuição do ritmo cardíaco
Maior período de tempo para iniciar a sudação
Aumento da taxa de sudação
Menor perceção do esforço
Menor concentração de sais no suor

Nos treinos de aclimação devem existir alguns cuidados a ter para facilitar a adaptação ao calor. Na tabela 2.2 estão alguns critérios a adotar para melhorar e facilitar a adaptação ao calor:

Tabela 2.2. Conjunto de regras a seguir na aclimação

Procedimentos a seguir para facilitar a adaptação ao calor
O processo de aclimação fica completo num período de 8 a 14 dias
A adaptação é progressiva
São necessárias exposições repetidas

2.3. Índice WBGT

2.3.1. Norma ISO 7243:2017

A Norma ISO 7243:2017 permite estimar o stress térmico usando o índice WBGT como referência, representando este um dos principais índices que retratam o stress térmico por calor a que um indivíduo está exposto.

Este método permite fazer uma avaliação dos efeitos causados pela exposição a condições adversas de um indivíduo durante a realização da sua atividade. Deve apenas ser aplicado quando se está sujeito a um período representativo em certas condições, e não quando essa exposição é referente a um curto período de tempo ou quando se está próximo da zona de conforto.

Existem certas condições sobre as quais o stress térmico está dependente, sendo elas o calor gerado no interior do corpo devido à atividade física e às trocas de calor com o ambiente envolvente.

A análise da influência que o ambiente representa no stress térmico envolve o conhecimento de alguns parâmetros, sendo eles a temperatura do ar, a velocidade do ar, a humidade absoluta e a temperatura média radiante. Contudo, é possível fazer uma estimativa desta influência com base na medição de parâmetros que são derivados dos atrás referidos.

Para algumas situações o índice WBGT resulta da combinação da medição de dois parâmetros, a temperatura do bolbo húmido natural (T_{bhn}) e a temperatura do globo (T_g). Em alguns casos existe mais um parâmetro envolvido, a temperatura do ar (T_a).

A expressão que relaciona da melhor forma os parâmetros atrás referidos tendo em conta que o indivíduo se encontra num espaço interior ou num espaço exterior sem influência da radiação solar, é a seguinte:

$$WBGT = 0,7 T_{bhm} + 0,3T_g \quad (2.3)$$

Numa situação com radiação solar presente, a temperatura do globo sobrestima a influencia da radiação solar, por isso é necessário ter em consideração também a temperatura do ar. A expressão que melhor que retrata este caso é a seguinte:

$$WBGT = 0,7 T_{bhm} + 0,2T_g + 0,1T_a \quad (2.4)$$

Na estimativa do stress térmico por via deste método é necessário conhecer o valor médio destes parâmetros devido à variação que existe no ambiente em função do espaço-tempo.

2.3.2. Medição dos parâmetros característicos do ambiente

Na determinação do índice WBGT é necessário proceder à medição dos parâmetros atrás referidos através de equipamentos apropriados que cumpram os requisitos determinados pela Norma.

Quando o ambiente térmico onde se procede a medição é homogéneo a medição dos parâmetros pode ser realizada apenas ao nível do abdómen.

Caso o ambiente seja heterogéneo a medição deve ser realizada através de três níveis diferentes, o nível da cabeça, o nível do abdómen e o nível do tornozelo. Neste caso, a expressão que traduz o valor final de cada parâmetro é a seguinte:

$$\text{Valor}_{\text{Final}} = \frac{\text{Medição}_{\text{cabeça}} + (2 \times \text{Medição}_{\text{abdómen}}) + \text{Medição}_{\text{tornozelo}}}{4} \quad (2.5)$$

A seguir serão abordados alguns requisitos na medição de cada um dos parâmetros característicos do ambiente envolvidos na determinação do WBGT.

Temperatura de bolbo húmido natural (T_{bhn})

A temperatura de bolbo húmido natural é medida através de um bolbo coberto por uma mecha humedecida que é ventilada naturalmente. A T_{bhn} simula o efeito da evaporação do suor da superfície da pele.

O sensor de temperatura deve conter as seguintes características:

- A parte sensível do sensor deve ter uma forma cilíndrica
- Comprimento do sensor: $30\text{mm} \pm 5\text{mm}$
- Diâmetro externo da parte sensível: $6\text{mm} \pm 1\text{mm}$
- A parte sensível deve estar envolvida por uma mecha branca composta por um material absorvente de água
- A parte inferior da mecha deve estar imersa num reservatório de água destilada.
- A temperatura da água não poderá ser afetada pela radiação térmica do meio envolvente, e assim o reservatório deve ser construído de modo a evitar isso
- Intervalo de medição: 5°C a 40°C ; Precisão de medição: $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

Temperatura do globo (T_g)

A temperatura do globo traduz as trocas de calor por radiação entre o indivíduo e o meio envolvente. O sensor responsável pela medição encontra-se no interior de um globo de cobre (chapa fina) revestido por uma camada de tinta preto mate. A temperatura do globo é influenciada pela temperatura do ar, temperatura média radiante e velocidade do ar.

As características do sensor deverão ser as seguintes:

- Diâmetro: 150mm
- Coeficiente médio de emissividade: 0,95 (globo preto mate)
- Deve ter a menor espessura possível
- Intervalo de medição: 20°C a 120°C
- Precisão de medição:

20°C a 50°C \longrightarrow $\pm 0,5^{\circ}\text{C}$

50°C a 120°C \longrightarrow $\pm 1^{\circ}\text{C}$

Temperatura do ar (T_a)

A temperatura do ar é um parâmetro básico e pode ser medido através de qualquer método adequado, onde a forma do sensor usado não tem qualquer influência. Apesar desta liberdade na forma de medir a T_a é necessário cumprir todas as precauções de medição.

O sensor deve ser protegido contra a radiação através de um dispositivo que não impeça a circulação do ar ao redor do sensor. O intervalo de medição deve compreender as temperaturas entre os 10°C e 60°C e com uma precisão de $\pm 1^\circ\text{C}$.

Medição ou Estimativa da Taxa Metabólica (M)

Como já foi referido, o stress térmico também está dependente do calor gerado no interior do corpo. Uma base para estimar a energia metabólica e que pode ser usada na maior parte das situações, é considerar a energia metabólica que corresponde à energia total consumida no interior do corpo.

A taxa metabólica pode ser determinada das seguintes formas:

- Através da medição do oxigénio consumido pelo trabalhador
- Com base numa estimativa utilizando tabelas de referência

Devido à natureza do índice WGBT é suficiente estimar a taxa metabólica com base nas tabelas de referência.

Na ausência da avaliação da taxa metabólica através de tabelas de referência, a classificação das atividades dos indivíduos pode ser restrita em cinco classes: repouso, taxa metabólica baixa, taxa metabólica moderada, taxa metabólica alta e taxa metabólica muito alta. Esta classificação encontra-se representada na tabela 2.3.

Tabela 2.3. Tabela de referência para a classe de metabolismo

Classe de Metabolismo	Taxa metabólica		Valor usado para o cálculo da taxa metabólica média	
	Relativo à unidade de superfície de pele; W/m^2	Para um homem com uma área de superfície de pele de $1,8\text{m}^2$; W	W/m^2	W
0 Repouso	$M < 65$	$M < 117$	65	117
1 Taxa metabólica baixa	$65 < M < 130$	$117 < M < 234$	100	180

Monitorização e Análise de condições ambientais
em treinos de preparação para os jogos olímpicos

2				
Taxa metabólica moderada	130<M<200	234<M<360	165	297
3				
Taxa metabólica alta	200<M<260	360<M<468	230	414
4				
Taxa metabólica muito alta	M>260	M>468	290	522

3. ANÁLISE DAS CONDIÇÕES ESPERADAS PARA OS LOCAIS DE REALIZAÇÃO DAS PROVAS

Os jogos olímpicos foram realizados no Japão, país este que normalmente apresenta condições atmosféricas severas no período em que decorreram os jogos (23 de julho a 8 agosto), em especial nos valores de temperatura e humidade, que origina valores de WBGT elevados. Por esta razão, foram levantadas enormes dúvidas e preocupações pela exposição climática a que os atletas poderiam estar sujeitos, o que levou a que fossem necessárias análises e preparações mais pormenorizadas.

As provas de longa duração, como a marcha e a maratona, foram realizadas na cidade de Sapporo, visto ser uma cidade onde os valores de WBGT não atingem valores tão elevados como se pode ver no relatório DivMV N°01/2021 (Silva et al., 2021); neste relatório foram feitas previsões e observações do índice WBGT para o período de realização dos jogos olímpicos, mas para o ano de 2020; e as observações disponibilizadas pela comissão organizadora dos Jogos Olímpicos correspondem a valores máximos em cada hora, 00-23h.

A prova de skate realizou-se na cidade de Tokyo, no parque urbano de Ariake, onde também foram elaboradas observações e previsões relatadas no relatório DivMV N°01/2021.

Através desta análise e como vai ser visto a seguir, puderam-se estabelecer valores limites acerca das condições de temperatura do ar e de índice WBGT a que os atletas poderiam estar sujeitos. Para a cidade de Sapporo e no período analisado, estabeleceram-se valores máximos de 31°C para a temperatura do ar e de 29°C para o índice WBGT. Para a cidade de Tokyo, parque urbano de Ariake, os valores limite estabelecidos foram de 35 e 32 °C, respetivamente para a temperatura do ar para o índice WBGT.

3.1. Sapporo

Através do relatório atrás referido foi possível fazer uma análise das condições esperadas para os vários locais onde se realizaram as provas. Com base na informação presente nesse relatório foi possível verificar que a escolha de Sapporo para a realização

destas provas foi a mais acertada e a que apresentava menos perigo para os atletas, isto porque verificou-se que neste local os valores do índice WBGT eram mais amenos e mais toleráveis para a realização de provas intensas e de longa duração.

A seguir está apresentada a figura 3.1 relacionada com a cidade de Sapporo (retirada do relatório DivMV N°01/2021 (Silva et al., 2021)), que ilustra a variação dos índices WBGT, observado e previsto, no período compreendido entre 19 de julho e 18 de agosto. No gráfico encontram-se a verde os dados observados e a azul os dados previstos.

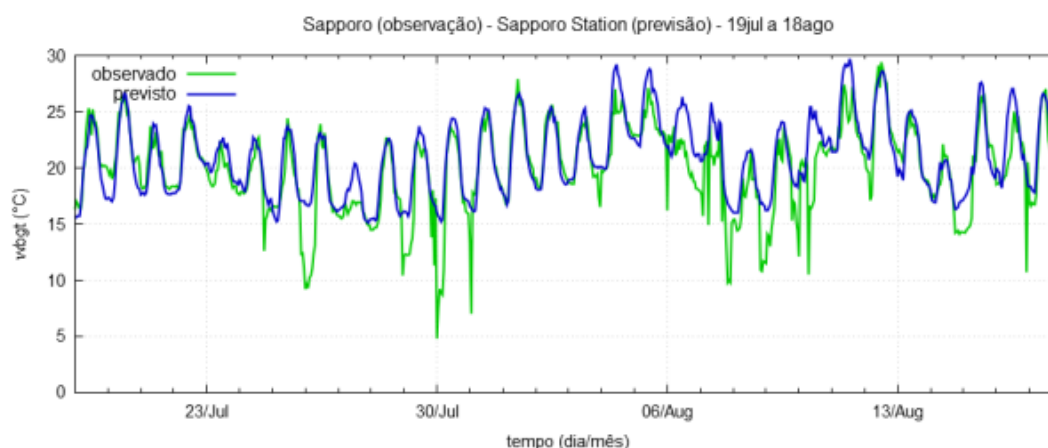


Figura 3.1. WBGT observado e previsto para a cidade de Sapporo

Verifica-se que neste caso houve uma grande semelhança nos valores máximos dos dois tipos de valores obtidos (previstos e observados).

Concluiu-se também que o valor do índice não ultrapassa os 30°C, inferior, portanto, ao valor considerado crítico de 31°C. Os valores situam-se essencialmente no intervalo entre os 15 e os 29°C, pelo que se verificou que esta região tem condições ambientais mais favoráveis que facilitam a realização das provas mais exigentes.

Para ajudar na preparação dos jogos olímpicos, e para facilitar o trabalho dos atletas e melhorar a performance, a IPMA disponibilizou as condições previstas para as regiões onde se realizaram as diversas provas que compõem os jogos olímpicos. Através da disponibilização de alguns dados por parte dos docentes em desporto (Anexo D), para um dia típico, assumiu-se que a prova teve início às 6:00h da manhã em Sapporo. Os dados analisados compreendem um período de hora a hora, e considerou-se uma análise que vai das 6:00h até ao 12:00h, escolha esta para compreender todo o período esperado para a prova mais longa. Podemos verificar as condições esperadas através das figuras 3.2 a 3.5:

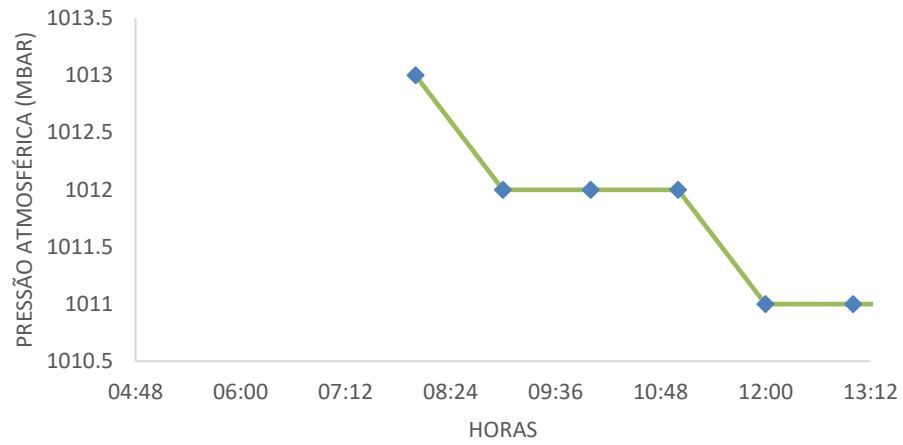


Figura 3.2. Evolução da pressão atmosférica

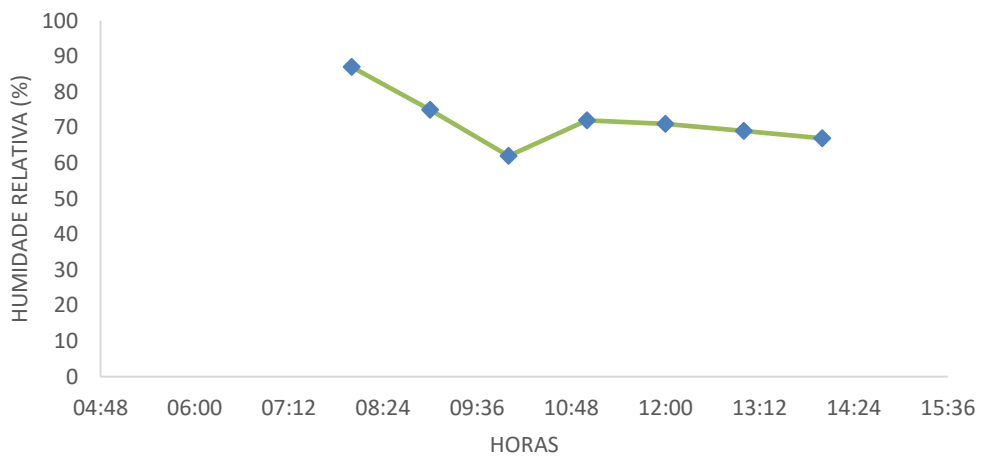


Figura 3.3. Evolução da humidade relativa

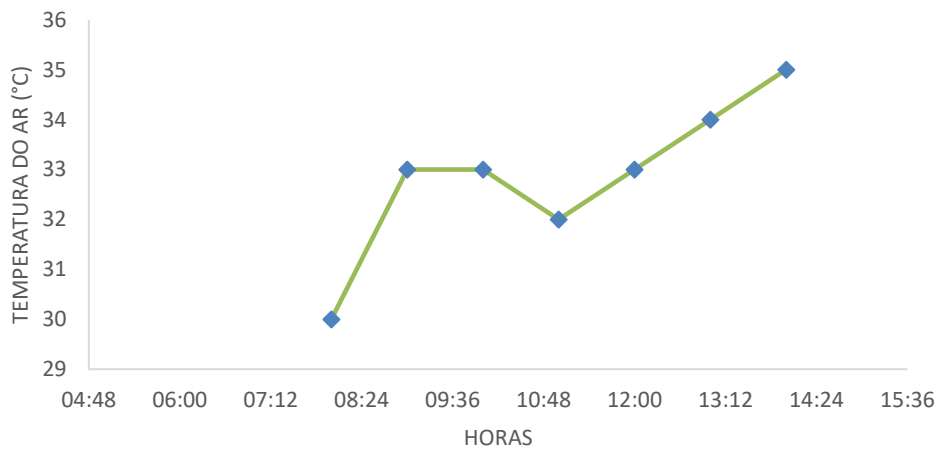


Figura 3.4. Evolução da temperatura do ar

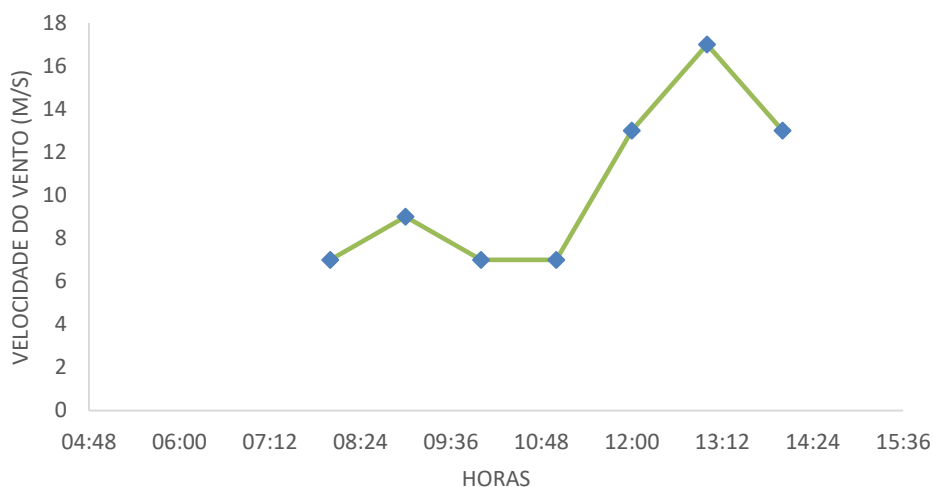


Figura 3.5. Evolução da velocidade do vento

Através das figuras acima verificou-se as variações dos parâmetros de pressão, humidade relativa, velocidade do vento e temperatura do ar previstas. Em termos de pressão pôde-se verificar que seria praticamente constante, tendo o valor de 1008 mbar até as 10:00h, tendo um pequeno decréscimo nas 11:00h e 12:00h para o valor de 1007 mbar. Foi previsto a prova iniciar-se com uma temperatura do ar de cerca de 27°C e com uma humidade de 80%, onde se esperava que com o decorrer da prova a temperatura aumente para valores ao redor dos 30°C; e que a humidade diminuísse consideravelmente até aos 60% tendo um pequeno aumento às 12:00h. A velocidade do ar apresentaria um valor mínimo na fase inicial da prova, tendo um aumento nas horas seguintes atingindo o valor máximo de 13 km/h às 10:00h e 11:00h.

Os resultados obtidos neste estudo permitiram ter noção quanto às condições ambientais que estavam a ser simuladas na CC; assim, no protocolo de aclimação, as condições ambientais refletiram, na medida do possível, as esperadas para o dia e período de realização da prova em apreço.

3.2. Tokyo

A prova de skate realizou-se na cidade de Tokyo, no parque urbano de Ariake. Neste caso, devido à prova não envolver uma grande intensidade de esforço durante um

período de tempo prolongado, não existiram tantas preocupações quanto ao valor de WBGT no local de realização da prova.

Através do relatório DivMV N°01/2021 (Silva et al., 2021) foi possível verificar os dados obtidos (WBGT) para o local de realização da prova; caso do gráfico apresentado a seguir na figura 3.6. A verde estão representados os valores do índice WBGT obtidos para ponto de observação que depois foram comparados com os valores obtidos para o ponto de previsão a azul.

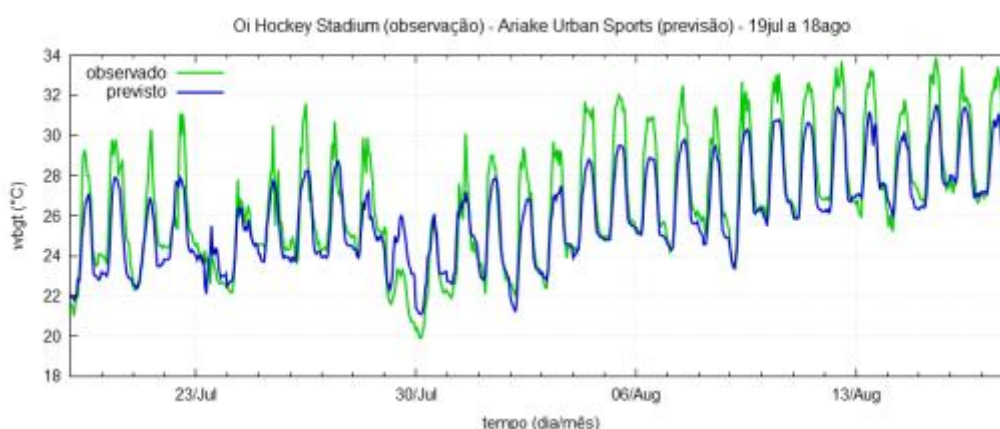


Figura 3.6. WBGT observado e previsto para o Ariake Urban Sports

Neste caso é possível verificar que nos valores mais elevados de WBGT a previsão apresenta subestima face à observação. No parque urbano de Ariake a gama dos valores do índice é superior quando comparado com Sapporo; os valores do índice encontram-se essencialmente entre os 24 e os 32°C. Neste caso já existe uma aproximação do valor considerado crítico.

No caso desta prova, o atleta português realizou a sua prova às 8:30h prolongando-se até às 14:00h (horários relativos a Tokyo), devido ao facto de ter chegado à final. Através de alguma informação obtida através dos docentes de desporto (Anexo D) foram analisadas algumas previsões disponibilizadas pelo IPMA para um dia típico de Tokyo. Os dados analisados compreendem um período de hora a hora, e considerou-se uma análise que vai das 8:00h até às 14:00h, que inclui os diferentes períodos de tempo em que o atleta competiu. Podemos verificar as condições esperadas através das figuras 3.7 a 3.10:

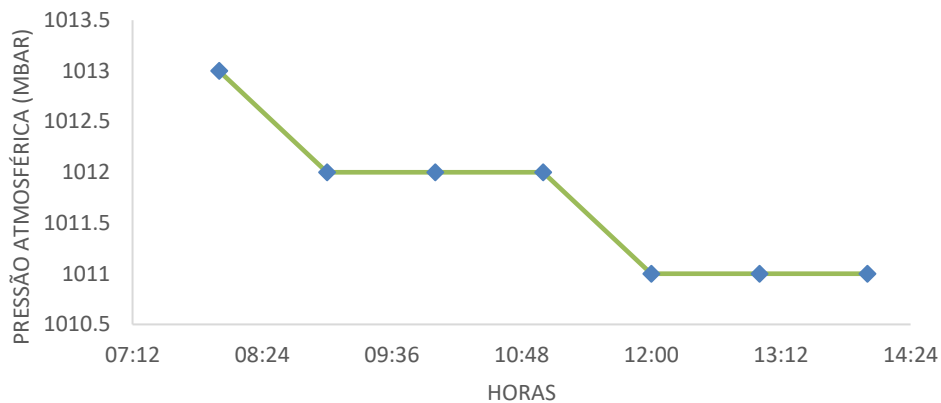


Figura 3.7. Evolução da pressão atmosférica

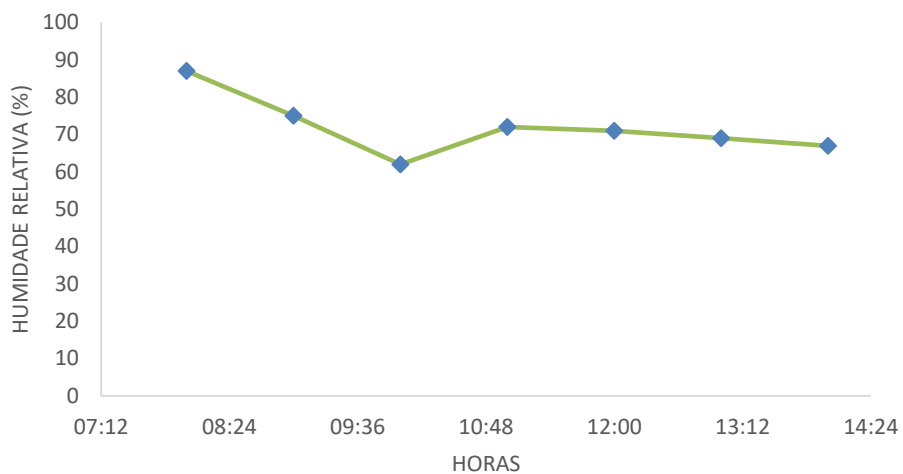


Figura 3.8. Evolução da humidade relativa

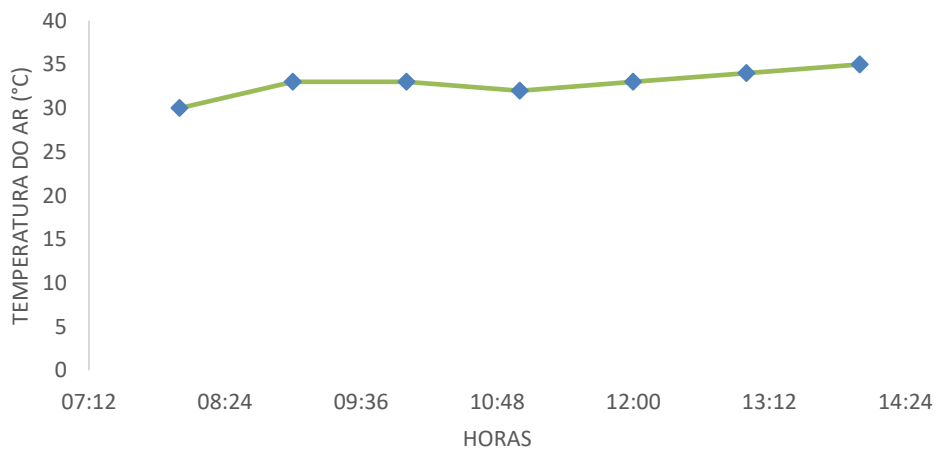


Figura 3.9. Evolução da temperatura do ar

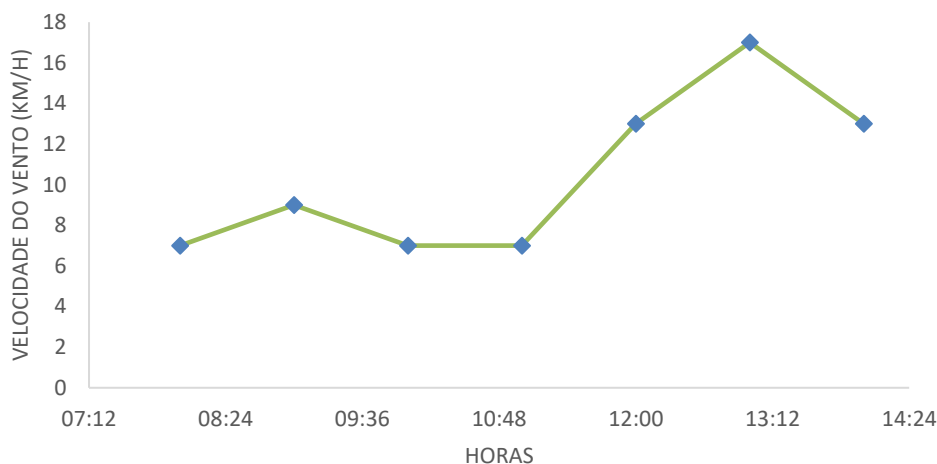


Figura 3.10. Evolução da temperatura do vento

Através das figuras apresentadas verificaram-se as variações dos parâmetros de pressão, humidade relativa, velocidade do vento e temperatura do ar esperadas para o período acima indicado. Em termos de pressão pôde-se verificar que o valor máximo seria de 1013mbar às 8:00h, apresentando até às 14:00h uma variação de apenas 2mbar. No âmbito desta dissertação considerou-se que a prova de skate se iria realizar com temperaturas sempre acima dos 30°C, podendo atingir os 35°C às 14:00h, acompanhadas com valores humidade entre os 87 e os 67%, onde o valor máximo seria às 8:00h e a partir de aí rondar os 70%. A velocidade do ar teria um valor mínimo na fase inicial da prova, tendo um aumento nas horas seguintes atingindo o valor máximo de 17 km/h às 13:00h.

3.3. Condições simuladas na câmara climática

Através das condições analisadas no capítulo quatro foram simuladas condições ambientais na camara climática que pudessem se aproximar o mais possível com as condições previstas, com vista a fazer uma melhor preparação dos atletas.

Como analisado as provas acontecerão com ambientes severos, onde a temperatura rondará os 30°C e a humidade os 80%.

Durante os treinos de preparação dos atletas foram definidas condições ambientais para a CC que se situaram dentro dos seguintes intervalos:

- Humidade entre os 75 e 85%
- Temperatura entre os 30 e os 35°C

4. PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

Para realizar a monitorização dos diversos parâmetros envolvidos (temperatura do ar, temperatura do globo, temperatura do bolbo húmido natural e índice WBGT) nos treinos de preparação foi necessária a adoção de um procedimento adequado com base no tipo de treino praticado.

Para a realização da monitorização foram utilizados dois equipamentos diferentes.

Nos parágrafos seguintes procede-se à apresentação do local do caso de estudo, a CC, das especificações principais dos equipamentos HT30 e WBGT - Heat Stress Monitor “type 1219”, assim como à descrição do protocolo de ensaios.

4.1. Equipamentos Utilizados

O trabalho associado a esta dissertação foi realizado na câmara climática.

Um dos objetivos desta dissertação era realizar a comparação entre os resultados obtidos de dois equipamentos distintos. Um desses equipamentos é o HT30, que é já foi utilizado na medição do índice WBGT em provas desportivas como o caso dos mundiais de atletismo no Qatar, mas que não respeita todas as especificações impostas pela Norma ISO 7243. O outro equipamento é o WBGT - Heat Stress Monitor “type 1219” que respeita todas as especificações descritas na Norma ISO 7243.

De seguida serão abordadas as especificações destes dois equipamentos e feita uma breve descrição da câmara climática.

4.1.1. Câmara Climática

A Câmara Climática (figura 4.1) foi construída há mais de duas décadas, no ano de 1995, num projeto que envolveu vários intervenientes do qual se destaca Pina Amaral. A câmara situa-se no laboratório de aerodinâmica industrial (LAI), em Coimbra. Inicialmente, este projeto tinha como motivação principal o estudo da influência de várias condições em

ambientes térmicos bem como o objetivo de realizar ensaios para analisar a eficácia e desempenho de sistemas de climatização.

No entanto, e com o decorrer do tempo, a CC (câmara climática) começou a ser utilizada também em treinos de aclimação de atletas com vista a preparação para vários tipos de provas.

Atualmente, e servindo como base desta dissertação, a câmara foi utilizada para a preparação de atletas para os jogos olímpicos de Tóquio, no Japão, onde estão envolvidas várias modalidades, desde marcha, maratona, skate e canoagem.

O espaço onde se encontra a câmara climática está dividido em duas salas, onde uma corresponde à sala de controlo onde permanecem os investigadores e os intervenientes na preparação dos atletas, sala pré-câmara, (figura 4.2) e a outra corresponde à sala de testes onde decorrem os diversos treinos (figura 4.3). A CC tem como principal característica o bom isolamento, que permite manter o ambiente da câmara o mais homogéneo possível, e assim promover uma melhor aproximação das condições praticadas à realidade. A sala de testes tem uma área de cerca de $4.8 \times 4.8 \text{m}^2$ e possui um teto móvel que permite que o pé direito varie entre 2.1 e 4.4m, e nela estão presentes alguns equipamentos de medida essenciais ao correto funcionamento da CC bem como dispositivos de medição utilizados para a monitorização dos dados.



Figura 4.1. Câmara Climática

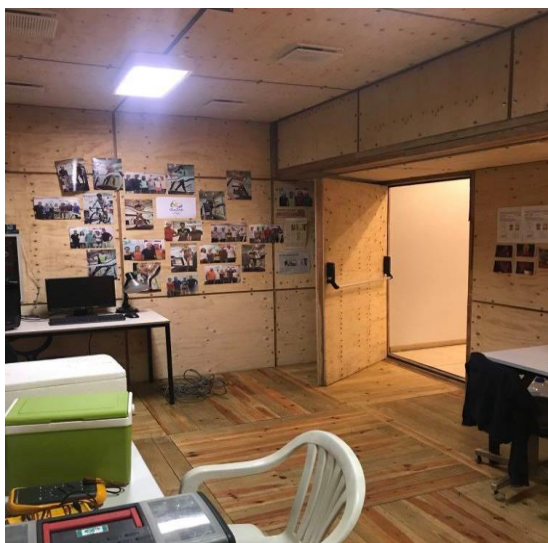


Figura 4.2. Pré-câmara



Figura 4.3. Câmara de testes

4.1.2. HT30

Um dos equipamentos utilizados na câmara climática, e que também foi utilizado para os mundiais de atletismo de Doha e nos Jogos Olímpicos de 2021, é o aparelho HT30.

Este equipamento é de simples uso e apresenta uma dimensão pequena, o que facilita o seu transporte e a sua utilização. Permite realizar a medição do índice WBGT, cujo resultado integra os efeitos da temperatura, da humidade e da luz solar direta ou radiante. Permite conhecer o valor da temperatura do globo negro, o valor da temperatura do ar e da humidade relativa. Os valores neste aparelho podem ser mostrados em duas grandezas, graus celsius ($^{\circ}\text{C}$) e Fahrenheit ($^{\circ}\text{F}$), opção selecionada pelo utilizador. Outras funções que este aparelho apresenta é a ativação manual e a capacidade de se desligar automaticamente. Possui 2 pilhas AAA, o que permite a sua utilização sem necessidade de qualquer outro recurso.

O manual do produto (Extech, 2013), apresenta as seguintes especificações:

- WBGT: intervalo de medição (0 a 50°C ou 32 a 122°F) ; precisão ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 4^{\circ}\text{F}$)
- Temperatura do globo negro (TG): intervalo de medição (0 a 80°C ou 32 a 176°F) ; precisão ($\pm 2^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 4^{\circ}\text{F}$)
- Temperatura do ar (TA): intervalo de medição ((0 a 50°C ou 32 a 122°F) ; precisão ($\pm 1,0^{\circ}\text{C}$ ou $\pm 1,8^{\circ}\text{F}$)

- Humidade: intervalo de medição (0 a 100% RH) ; precisão ($\pm 3\%$ RH)
- Dimensões: do medidor: 254 x 48,7 x 29,4 mm ; da bola: 40 mm diâmetro, 35 mm altura
- Peso: 136 g

O equipamento HT30 está representado na figura 4.4 e 4.5:



Figura 4.4. Equipamento HT30



Figura 4.5. Equipamento HT30 legendado

Legenda:

1. Globo Negro (sensor de temperatura)
2. Sensor de humidade relativa e temperatura (possui uma proteção)
3. Display
4. Botão de ligar (Set)
5. Botão Next
6. Botão do modo (Mode)
7. Interface RS-232
8. Compartimento da bateria que se situa na parte de trás do aparelho

Em termos de símbolos que aparecem no display, temos os seguintes:

- WBGT – Temperatura do Globo Bolbo Húmido

- TG – Temperatura de Globo
- TA – Temperatura do Ar
- RH% - Humidade relativa
- OUT – Ar livre com sol direto
- IN – No interior sem radiação solar
- C/F – Graus celsius/Graus Fahrenheit

As fórmulas usadas para o cálculo do índice WBGT são as que se encontram definidas na Norma ISO 7243 apesar do aparelho não cumprir com as especificações impostas na Norma.

O aparelho HT30 não tem englobado sensor de temperatura de bolbo húmido natural por isso pressupõe-se que este parâmetro, que é utilizado para o cálculo do índice WBGT, é determinado através de uma estimativa baseada no valor da humidade relativa e da temperatura do ar. A temperatura do globo também pressupõe um ajuste derivado às características do sensor não respeitar as especificações da Norma ISO. No seguimento destes pressupostos, tentou-se entrar em contacto com um dos vendedores com vista a tentar obter informações, no entanto a resposta não foi positiva e não se conseguiu obter os dados pretendidos..

4.1.3. WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”

O segundo equipamento utilizado para a medição do índice de stress térmico (WBGT) foi o WBGT - Heat Stress Monitor “type 1219”. Este equipamento foi desenvolvido pelos dinamarqueses Brüel & Kjaer (Kjaer & Brüel, 1985).

A este equipamento estão associados três sensores que se encontram fixados num suporte, que permitem obter os valores da temperatura do globo negro, temperatura do bolbo húmido natural, temperatura do ar e WBGT.

Este equipamento apresenta uma variedade de programas que podem ser utilizados. O que foi selecionado para o caso em estudo foi a medição de 2 em 2 minutos durante um período de 2 horas.

Podem ser apresentados no ecrã do equipamento os valores atuais, médios, máximo e mínimo. É um aparelho de transporte complicado, pelo que deve ser usado em

ambientes onde não é necessário mudar de lugar. Apresenta a função que permite apresentar os dados tanto em graus celsius como em Fahrenheit.

O índice WBGT neste equipamento é determinado segundo a norma ISO 7243.

Na figura 4.6 pode-se observar os vários componentes que constituem este aparelho.

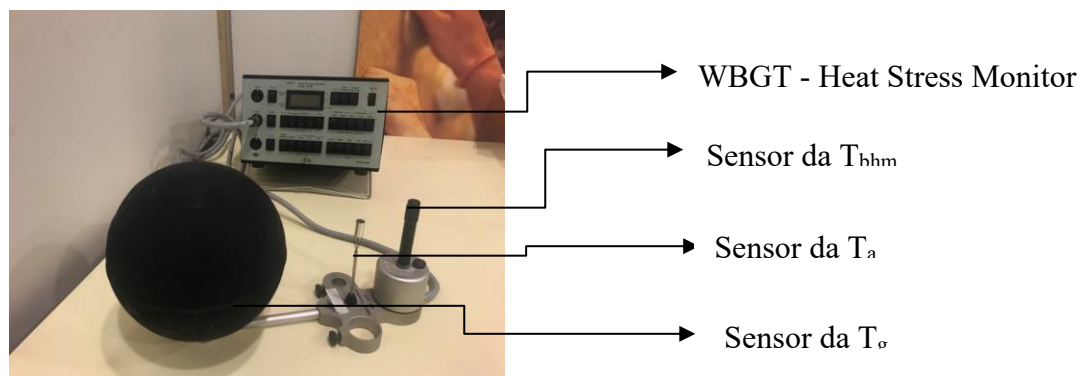


Figura 4.6. Equipamento WBGT - Heat Stress Monitor "type1219"

4.2. Definição do Protocolo

4.2.1. Metodologia utilizada no processo de aclimação dos atletas

Através do acompanhamento de alguns treinos foi possível verificar que o processo de aclimação dos atletas possuía uma metodologia muito pormenorizada e bem estruturada.

O processo começava com análises à urina, à chegada, de modo a conhecer o nível de hidratação de cada atleta. Para além disso também era medido o peso antes do início do treino. Antes do início do treino "intensivo", os atletas estavam sujeitos a um período de adaptação às condições presentes na câmara climática, e por essa razão era necessário que entrassem cerca de 15 minutos antes, e em repouso, começavam assim o processo de aclimação. Durante o decorrer do treino eram realizadas por investigadores (Professor Amândio e Professor José) análises ao sangue que permitia conhecer as alterações fisiológicas a que o atleta estava a ser sujeito e assim ter conclusões acerca do processo de aclimação. Outro facto notório, foi a preocupação com a quantidade de água bebida de modo a que no final fosse possível verificar o peso perdido. Ao fim do treino os atletas

realizavam novamente análises à urina e mediam o peso final. Depois deste processo, os atletas voltavam para o interior da câmara por um período de 15 minutos para terminar o processo de aclimação para aquele dia.

A informação mais importante a retirar de modo a que a monitorização dos dados pudesse ser feita da melhor maneira possível era a duração do tempo de treino “intensivo”, que se verificou que era de cerca de 1h (desde que começavam a andar na passadeira até entrar novamente em período de repouso).

4.2.2. Protocolo adotado para monitorização dos dados

Com base na análise do procedimento utilizado para os treinos dos atletas e para ser possível elaborar uma monitorização de dados rigorosa, foi necessário criar um protocolo a ser respeitado.

Inicialmente foi verificado que os treinos dos atletas se prolongavam durante intervalos de cerca de 1h, portanto era necessário definir os “timings” certos para realizar a monitorização de dados. Visto que a câmara climática tem a característica de ter um ambiente homogéneo, era importante que as portas da mesma não fossem abertas muitas vezes de modo não prejudicar este fator. Por isso, concluiu-se que a melhor forma de combinar os melhores resultados com não prejudicar o treino dos atletas era realizar a recolha de dados em períodos de 15 em 15 minutos, tendo assim uma medição aos 0min, outra aos 15min, outra aos 30min, outra aos 45min e a última na parte final do treino. O objetivo primordial desta monitorização de dados era fazer coincidir as leituras dos aparelhos utilizados para realizar a comparação correta entre eles.

Assim, estabeleceu-se um protocolo para os treinos que envolve a seguinte sequência de tarefas:

1. Ligar o equipamento WBGT - Heat Stress Monitor “type1219” com o modo que permite fazer medições de 2 em 2 minutos durante 2 horas de modo a compreender todo o tempo de treino. Dado importante: anotar a hora que é ligado; neste equipamento é necessário retirar a proteção do sensor que faz a medição da T_{bhn} para obter os dados corretos;
2. Após ligar o primeiro aparelho, realizar uma anotação dos dados medidos pelo equipamento HT30, de modo a poder ser feita uma primeira comparação;

3. Aquando do início do treino (0min) proceder à recolha dos dados do equipamento HT30 e repetir o mesmo procedimento de 15 em 15 minutos até ao fim do treino;
4. Desligar o equipamento WBGT - Heat Stress Monitor “type1219” no final do treino;
5. Recolha dos dados em memória do equipamento WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”.

É de notar que este procedimento foi seguido da forma mais rígida possível, no entanto derivado a várias situações nem sempre foi possível de o seguir da forma mais desejada.

De referir que um dos aspetos essenciais na realização da monitorização de dados era que a leitura realizada pelo aparelho HT30 fosse no mesmo local em que se situava o equipamento WBGT - Heat Stress Monitor “type1219”; só assim se podia promover a melhor comparação possível, isto porque apesar da homogeneidade esperada no interior da CC, não é de excluir a ocorrência de pequenas diferenças locais.

5. ANÁLISE E DISCUSSÃO DE RESULTADOS

No decorrer do presente estudo foram monitorizados um grande número de treinos, de onde se puderam considerar aceitáveis doze treinos. Destes, quatro correspondem aos treinos das atletas portuguesas da maratona, cinco correspondem aos treinos dos atletas franceses de marcha e três correspondem aos treinos do atleta português de skate.

Numa primeira etapa será apresentada a evolução dos quatro parâmetros monitorizados (T_a , T_{bhn} , T_g e índice WBGT) através do equipamento Heat Stress Monitor Type1219, cujas especificações técnicas respeitam a Norma ISO 7243; esta etapa está dividida em três conjuntos de treinos devido ao elevado número de dados. De seguida será elaborada uma comparação entre os resultados obtidos pelos equipamentos HT30 e WBGT - Heat Stress Monitor “type1219” em termos dos valores de índice WBGT e de temperatura de globo.

5.1. Evolução dos Parâmetros

Nesta fase do desenvolvimento serão apresentados os vários gráficos que dizem respeito à evolução dos diversos parâmetros que foram monitorizados; temperatura do ar, a temperatura do bolbo húmido natural, a temperatura de globo e índice WBGT. A monitorização foi realizada através do equipamento Heat Stress Monitor Type1219.

A duração de monitorização foi variando de dia para dia uma vez que se desligava o aparelho aquando do fim do treino dos atletas, contudo, o período de treino podia apresentar durações diferentes consoante o tipo de preparação.

A seguir serão representados os gráficos para os seguintes conjuntos de treinos: atletas portuguesas da maratona (secção 5.1.1), atletas franceses da marcha (secção 5.1.2) e atleta português do skate (secção 5.1.3).

5.1.1. Conjunto de treinos das atletas portuguesas da maratona

Neste conjunto foram monitorizados de uma forma correta e seguindo rigidamente o protocolo um total de quatro treinos.

A seguir estão representados os diversos gráficos realizados para a demonstração da evolução dos parâmetros acima indicados.

Temperatura do Ar

O primeiro parâmetro a ser abordado é a temperatura do ar, cuja evolução é representada na figura 5.1.

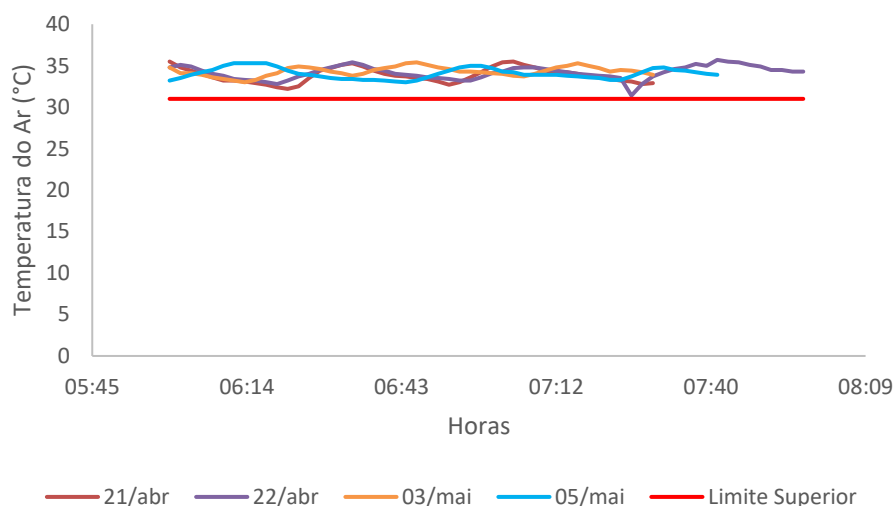


Figura 5.1. Evolução temperatura do ar

Através deste gráfico pode-se observar que o valor da temperatura do ar apresentou um intervalo de variação a cerca de 4°C (31 a 35°C).

A vermelho encontra-se representado o valor máximo de temperatura do ar esperado para o dia de realização da respetiva prova em Sapporo. Observando o gráfico verifica-se que as atletas apresentaram uma preparação na qual treinaram a temperaturas superiores às que são expectáveis.

Pela sobreposição de curvas também é possível concluir que os diversos treinos de aclimação rondaram quase sempre o mesmo intervalo de temperaturas que foi entre os 31°C e os 35°C.

O valor máximo de T_a a qual as atletas estiveram sujeitas aconteceu no treino de dia 22 de abril e teve um valor de $35,7^{\circ}\text{C}$; já o valor mínimo de T_a neste conjunto de treinos foi de $31,4$ e aconteceu no dia 22. Através desta observação é possível verificar que o treino em que houve maior variação no parâmetro foi o treino de 22 de abril com um valor de $4,3^{\circ}\text{C}$.

Temperatura do Bolbo Húmido Natural

O gráfico apresentado a seguir, na figura 5.2, diz respeito à evolução do parâmetro da temperatura do bolbo húmido.

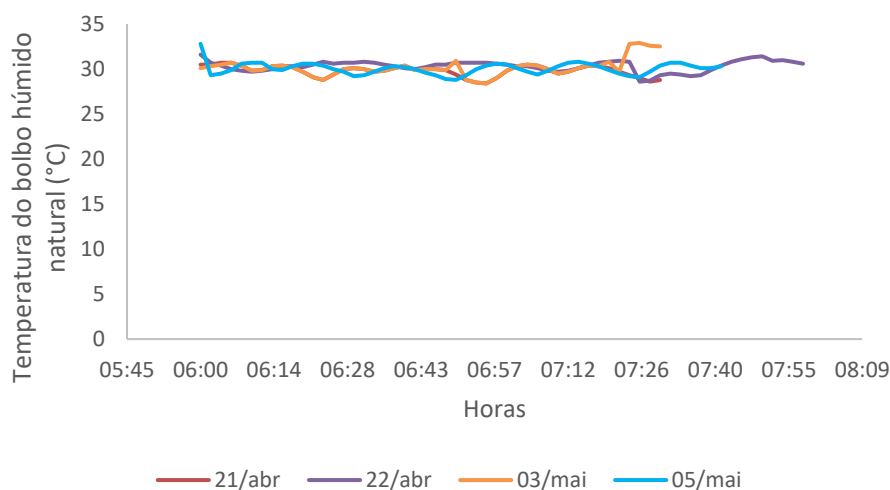


Figura 5.2. Evolução temperatura do bolbo húmido natural

É possível concluir que a temperatura do bolbo húmido se situou no intervalo de 28°C a 33°C . É possível dizer que durante este conjunto de treinos o valor da T_{bhn} manteve valores sempre muito semelhantes e com pequeno intervalo de variação, como ilustra a sobreposição das curvas.

O valor máximo foi de $32,9^{\circ}\text{C}$ e ocorreu no treino de 3 de maio; este valor é considerado elevado para este parâmetro específico. O valor mínimo da T_{bhn} surgiu nos dias 21 de abril e 3 de maio e apresentou um valor de $28,4^{\circ}\text{C}$. Daqui é possível concluir que o maior intervalo de variação foi de $4,5^{\circ}\text{C}$ no dia 3 de maio.

Temperatura de Globo

O gráfico apresentado a seguir, na figura 5.3, diz respeito à evolução do parâmetro da temperatura de globo.

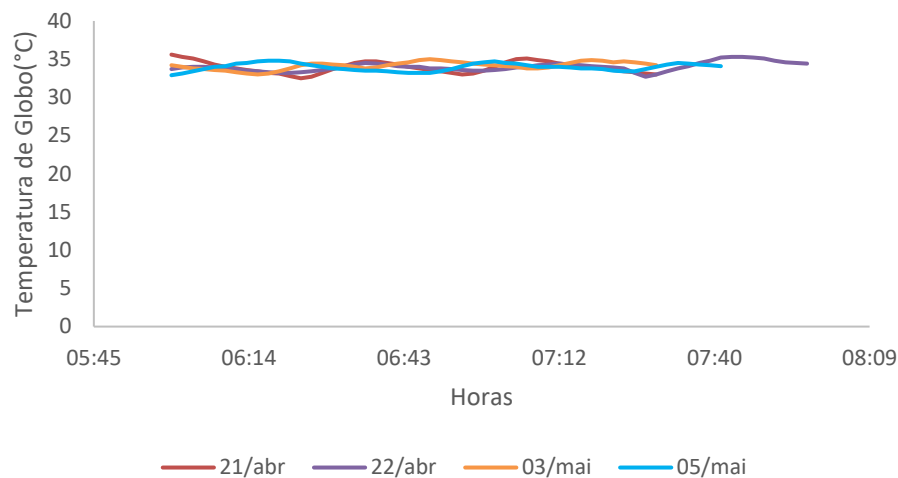


Figura 5.3. Evolução temperatura do globo

A temperatura de globo variou entre 32°C a 36°C. O valor da T_g durante este conjunto de treinos foi muito semelhante e foi quase constante em todos os treinos.

O valor máximo apresentado foi de 35,6°C no dia 21 de abril, e o valor mínimo foi de 32,5°C, também no dia 21 de abril. Assim o maior intervalo de variação foi de 3,1°C no dia 21 de abril.

WBGT

O gráfico apresentado a seguir, na figura 5.4, diz respeito à evolução do índice WBGT.

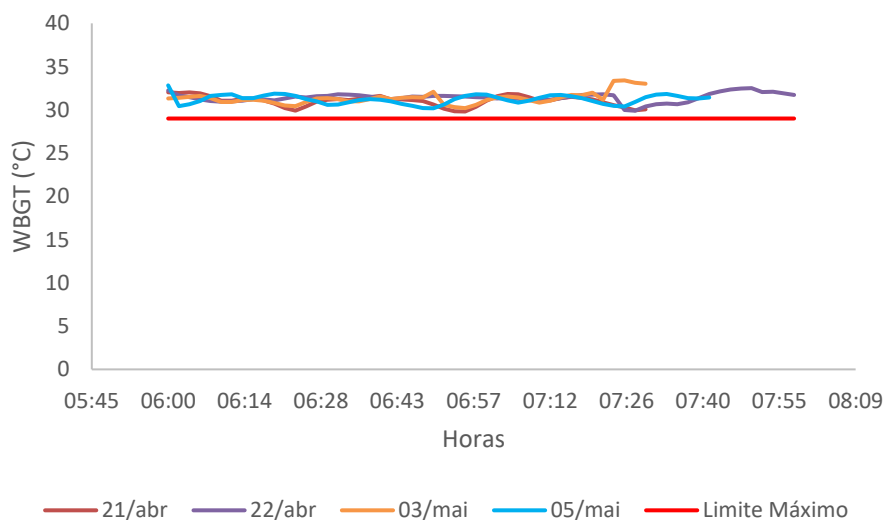


Figura 5.4. Evolução parâmetro WBGT

Através deste gráfico é possível concluir que o WBGT se situou entre o intervalo de 29°C a 33°C.

O valor do WBGT foi muito semelhante nos diversos treinos realizados, como demonstra a sobreposição das curvas.

Este parâmetro teve uma variação máxima no dia 3 de maio com um valor de 3,2°C.

É possível observar que as atletas treinaram sempre com valores de WBGT acima do esperado para Sapporo, uma vez que todas as curvas de evolução se encontram acima do valor máximo representado a vermelho.

O valor máximo durante os treinos foi de 33,4°C, no dia 3 de maio, e o valor mínimo foi de 29,8°C, no dia 21 de abril.

5.1.2. Conjunto de treinos dos atletas franceses da marcha

Nesta secção apresentam-se os resultados dos cinco treinos considerados válidos. A seguir serão apresentados os gráficos respetivos aos diversos parâmetros.

Temperatura do Ar

O gráfico apresentado a seguir, figura 5.5, diz respeito à evolução da T_a .

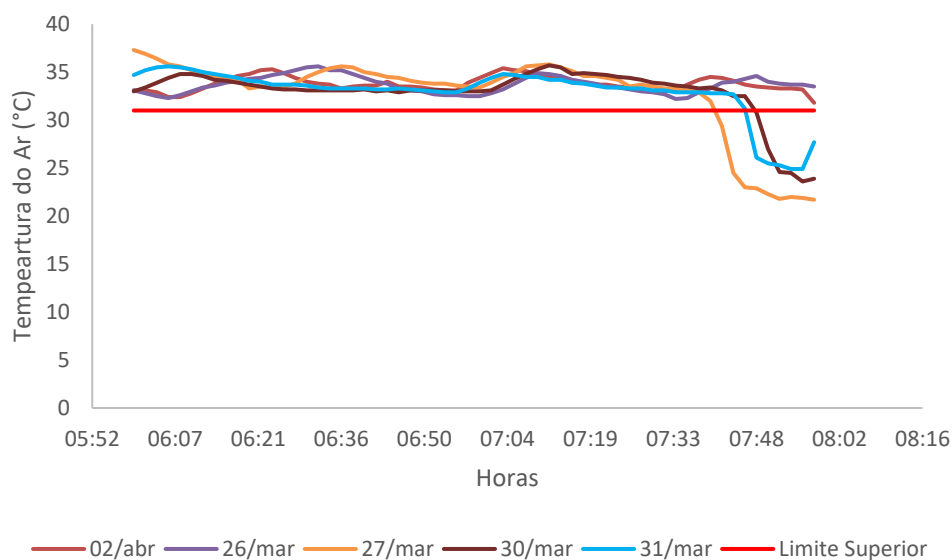


Figura 5.5. Evolução temperatura do ar

Através deste gráfico é possível tirar algumas conclusões. É de salientar que neste conjunto de treinos a monitorização dos parâmetros foi realizada para um período de

2 horas e que, em que alguns desses treinos, esse período coincidia com a abertura das portas da camara climática para limpeza, o que originou as descidas abruptas nas curvas em alguns dos dias.

Com o que foi dito anteriormente, pode concluir-se, estes atletas estiveram a treinar a temperaturas do ar superiores aquela que é expectável encontrarem no dia da sua prova em Sapporo (visto que todas as curvas estão acima da linha vermelha que representa o valor máximo que é esperado para o período de duração da prova).

Neste conjunto de treinos o valor máximo aconteceu no dia 27 de março e teve um valor extremamente elevado, de 37,3°C, que pode ter sido derivado a corresponder a um período onde a camara estava a ser preparada, não coincidindo com o período de treino dos atletas.

Não considerando o período em que se decorreu a preparação da camara climática nem o período em que houve a abertura de portas da camara, é possível de verificar que a T_a se apresentou dentro do intervalo 32°C até aos 35,5°C.

Devido à sobreposição de curvas é possível concluir que os treinos se realizaram sempre a temperaturas muito semelhantes, que era o desejável neste processo.

Temperatura do Bolbo Húmido Natural

O gráfico a seguir diz respeito à evolução da temperatura do bolbo húmido natural, figura 5.6.

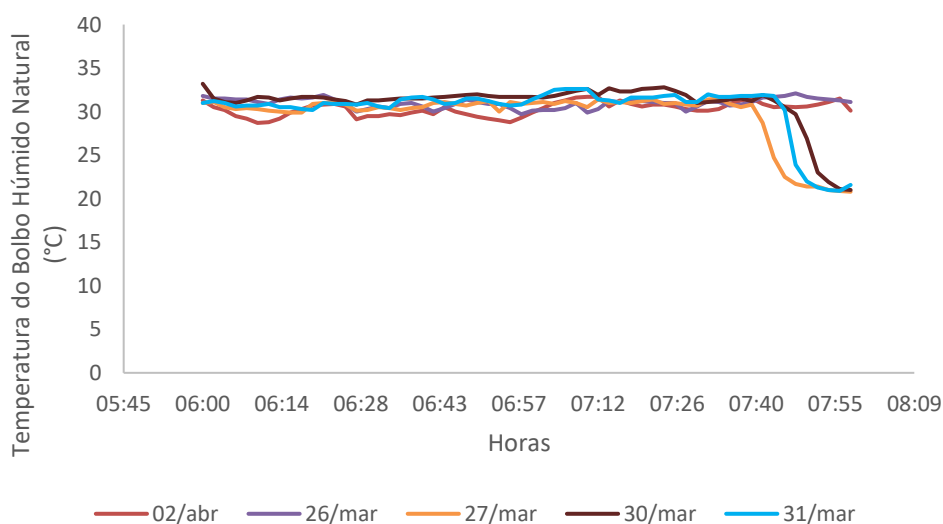


Figura 5.6. Evolução temperatura do bolbo húmido natural

Como já foi verificado no gráfico anterior, a descida abrupta de alguma das curvas deveu-se a ações realizadas na câmara após o término do treino de aclimação dos atletas.

Neste parâmetro específico ocorreu novamente uma sobreposição de curvas pelo que os treinos apresentaram condições muito semelhantes em termos de T_{bhn} .

O valor máximo aconteceu novamente no dia 30 de março, valor de $33,2^{\circ}\text{C}$.

O intervalo de valores que este parâmetro apresentou para o período de treinos dos atletas variou dos $28,5^{\circ}\text{C}$ aos $32,5^{\circ}\text{C}$.

Temperatura de Globo

O gráfico da evolução da temperatura de globo está representado a seguir, na figura 5.7.

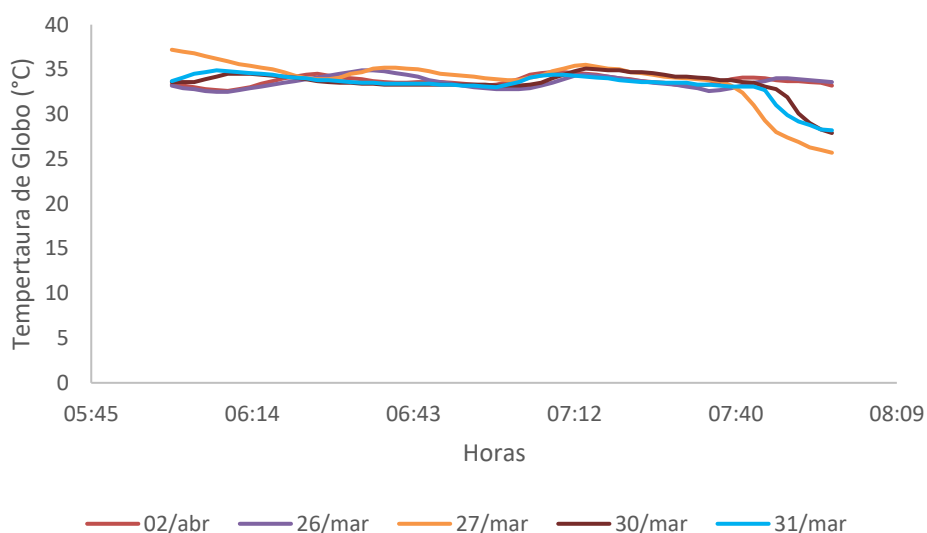


Figura 5.7. Evolução temperatura do globo

Em termos de evolução da T_g , esta variou entre os 32°C e os 35°C durante o período de treino dos atletas. Mais uma vez o decréscimo das curvas deveu-se à abertura das portas da câmara.

O valor máximo surgiu no dia 27 de março e teve um valor de $37,2^{\circ}\text{C}$; valor este extremamente elevado que se deveu a estar numa fase de preparação da câmara.

Através da sobreposição de curvas, é possível concluir novamente que este parâmetro apresentou sempre valores muito semelhantes.

WBGT

Na figura 5.8, que se encontra apresentado a seguir, encontra-se o gráfico correspondente à evolução do WBGT.

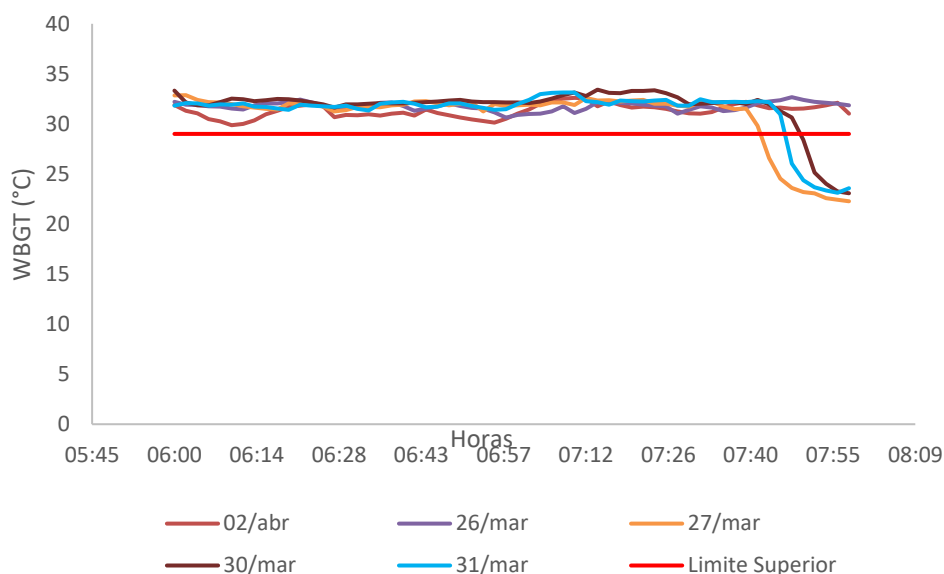


Figura 5.8. Evolução parâmetro WBGT

O valor do WBGT nos diversos treinos foi sempre superior ao valor máximo esperado para a cidade de Sapporo no dia da prova de marcha, podemos ver isso uma vez que todas as curvas estão acima da linha vermelha que corresponde ao valor de 29°C que é o valor máximo esperado (não considerando a parte da curva onde ocorre o decréscimo acentuado derivado à razão atrás apresentada).

O valor deste parâmetro variou entre 30°C até aos 33,5°C.

Mais uma vez houve uma estabilidade nos valores deste parâmetro o que dá boas indicações acerca do bom funcionamento da câmara climática ao longo destes treinos de aclimação.

5.1.3. Conjunto do atleta português do skate

Neste conjunto de treinos, apenas três foram considerados válidos; face à preparação diferente do atleta de skate, em alguns dos treinos não foi possível seguir o procedimento da forma mais adequada possível.

A seguir apresenta-se, de forma comentada, os gráficos de evolução dos parâmetros monitorizados.

Temperatura do Ar

O gráfico a seguir diz respeito à evolução da temperatura do ar, figura 5.9.

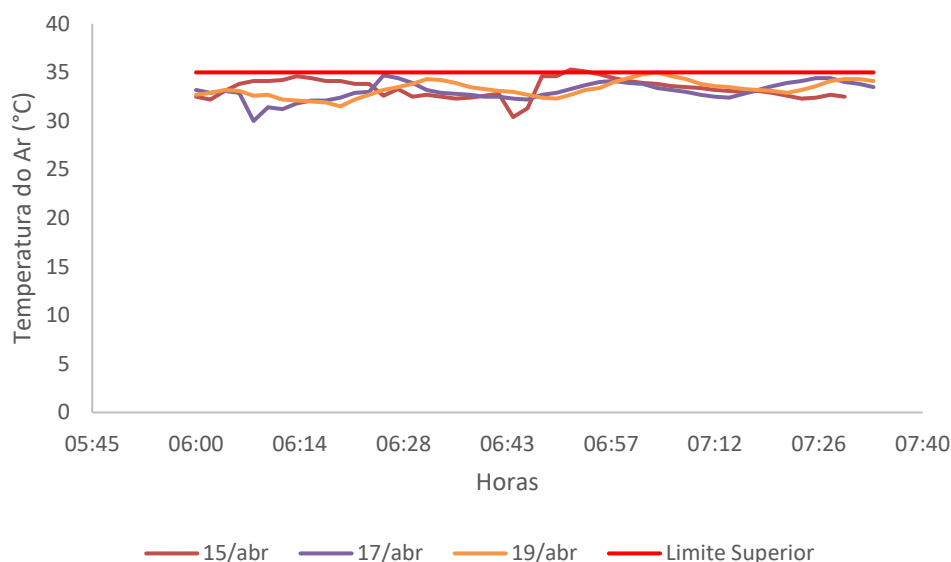


Figura 5.9. Evolução temperatura do ar

É possível de concluir que o atleta esteve a treinar sempre com valores inferiores à temperatura máxima esperada para o dia da sua prova. Em apenas alguns momentos, a temperatura do ar neste treino se aproximou do limite superior.

O valor máximo de temperatura foi registado no treino de dia 15 de abril, com um valor de 35,3°C que representa um valor já considerado bastante alto. O valor mínimo foi de 30°C no dia 17 de abril. Daqui pode tirar-se a conclusão que o atleta esteve sujeito a um intervalo de temperaturas a rondar os 5°C.

As curvas apresentam uma certa sobreposição, o que explicita que todos os treinos ocorreram em temperaturas semelhantes. E também visto que o valor da temperatura não variou consideravelmente, conclui-se que a câmara apresentou um bom funcionamento.

Temperatura do Bolbo Húmido Natural

A seguir apresenta-se o gráfico respetivo à evolução da temperatura do bolbo húmido natural, figura 5.10.

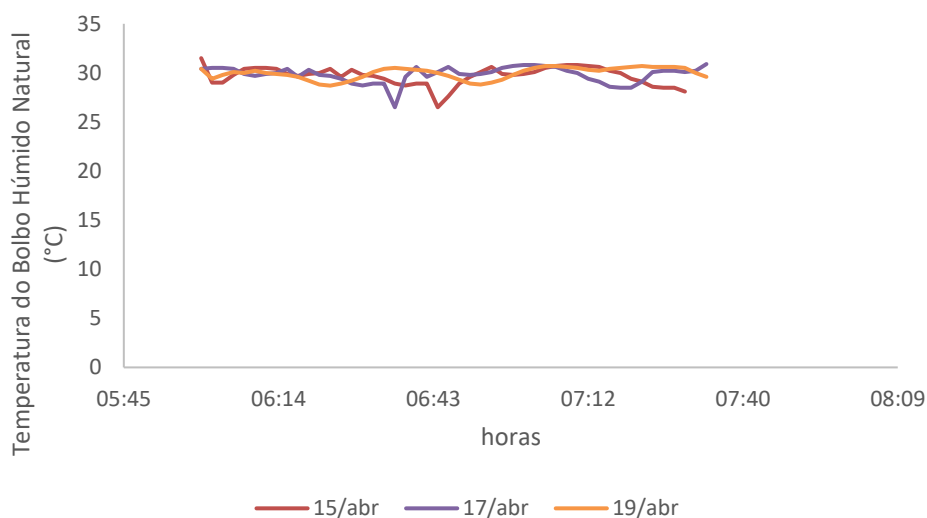


Figura 5.10. Evolução temperatura do bolbo húmido natural

Os valores da T_{bhn} tiveram um valor mínimo de 26,5°C e um valor máximo de 31,5°C; ocorreram ambos no dia 15 de abril, pelo que intervalo de variação deste parâmetro foi de 5°C. No entanto, o valor de 26,5°C é inferior ao desejável para os treinos; uma das razões para este valor pode ter sido que esse momento de monitorização compreendesse o período de repouso do atleta, período em que se verifica sempre um maior número de abertura das portas.

O valor de T_{bhn} foi praticamente estável, o que é um bom indicador do funcionamento da câmara.

Temperatura de Globo

A figura 5.11 mostra a evolução da temperatura de globo para este conjunto de treinos.

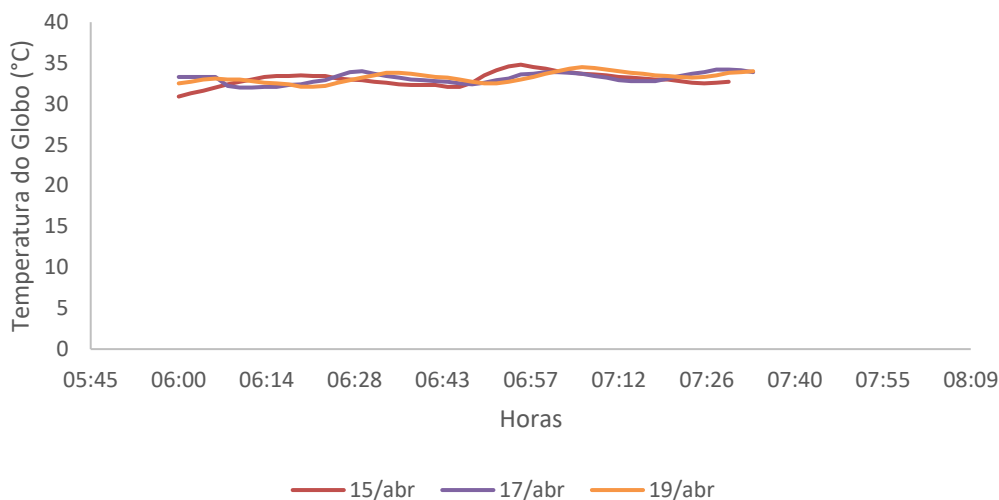


Figura 5.11. Evolução temperatura do globo

A T_g apresentou-se bastante estável, com a variação máxima de cerca de 4°C.

O valor máximo, de 34,8°C, foi registado no dia 15 de abril; já o valor mínimo, também obtido no mesmo dia, foi de 30,9°C.

WBGT

Na figura 5.12 verifica-se a evolução do índice WBGT para este conjunto de treinos.

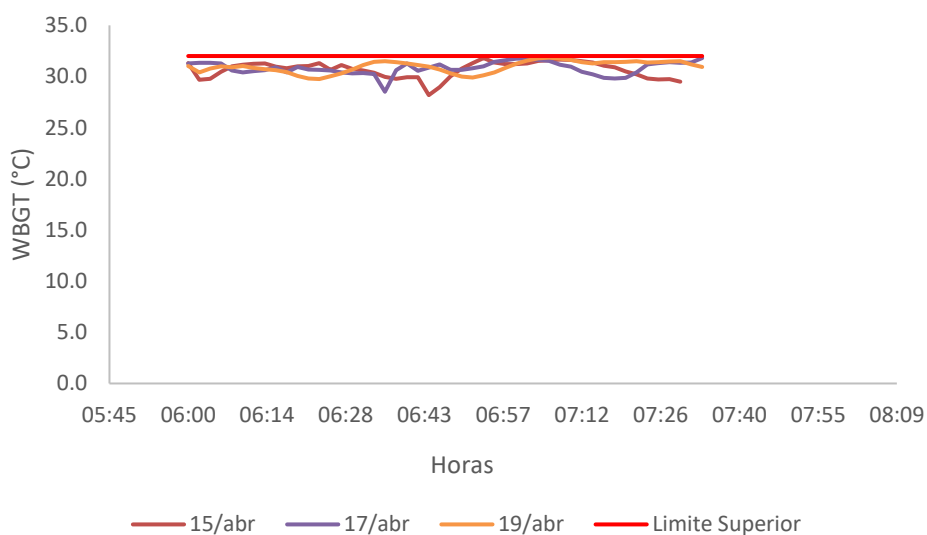


Figura 5.12. Evolução parâmetro WBGT

Neste conjunto de treinos foi possível que verificar que em termos de WBGT o atleta treinou com condições inferiores ao esperado para a sua prova.

Das curvas acima representadas é possível dizer que elas compreendem valores muito semelhantes e que o intervalo de variação deste índice não foi muito elevado.

O valor máximo surgiu no dia 19 de abril (31,8°C) e o valor mínimo ocorreu no dia 15 de abril (28,2°C); o intervalo de variação foi de cerca 3,8°C.

5.1.4. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções

Depois de apresentados a evolução dos parâmetros pela forma de gráficos, foram elaboradas tabelas de parâmetros estatísticos para cada conjunto de treino.

Nas tabelas são apresentados os valores máximos, mínimos, médios e desvio padrão para cada parâmetro de cada treino.

A seguir podem -se observar as três tabelas elaboradas e onde será feita uma pequena análise em termos de valores máximo e mínimos obtidos.

Tabela 5.1. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Maratona)

Conjunto de Treino	Treino	Parâmetro	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Atletas Portuguesas (Maratona)	21/abr	Tar	33.7	35.5	32.2	0.887
		Tbhn	30.0	30.7	28.4	0.607
		Tg	33.9	35.6	32.5	0.748
		WBGT	31.1	32.0	29.8	0.604
	22/abr	Tar	34.3	35.7	31.4	0.797
		Tbhn	30.5	31.6	28.6	0.599
		Tg	34.0	35.3	32.7	0.568
		WBGT	31.5	32.5	29.9	0.508
	03/mai	Tar	34.3	35.4	33.0	0.560
		Tbhn	30.1	32.9	28.4	0.960
		Tg	34.2	35.0	33.0	0.505
		WBGT	31.3	33.4	30.2	0.702
	05/mai	Tar	33.9	35.3	33.0	0.647
		Tbhn	30.1	32.8	28.8	0.652
		Tg	34.0	34.8	32.9	0.491
		WBGT	31.3	32.8	30.2	0.521

Tabela 5.2. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Marcha)

Conjunto de Treino	Treino	Parâmetro	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Atletas Franceses (Marcha)	02/abr	Tar	33.7	35.4	31.8	0.767
		Tbhn	30.5	31.7	28.7	0.783
		Tg	33.6	34.7	32.6	0.509
		WBGT	31.4	32.6	29.9	0.653
	26/mar	Tar	33.7	35.6	32.2	0.885
		Tbhn	31.1	32.1	29.7	0.558
		Tg	33.5	34.9	32.5	0.654
		WBGT	31.8	32.7	30.6	0.419
	27/mar	Tar	34.2	37.3	21.7	4.206
		Tbhn	30.8	31.5	20.8	3.100
		Tg	34.4	37.2	25.7	2.653
		WBGT	31.9	32.9	22.3	2.925
	30/mar	Tar	33.3	35.7	23.6	2.635
		Tbhn	31.6	33.2	21.0	2.598
		Tg	33.6	35.1	27.9	1.405
		WBGT	32.2	33.4	23.1	2.217
31/mar	Tar	33.4	35.6	24.9	2.560	
	Tbhn	31.1	32.6	20.9	2.921	
	Tg	33.6	34.9	28.2	1.480	
	WBGT	31.9	33.1	23.1	2.454	

Tabela 5.3. Parâmetros estatísticos para as várias evoluções (Skate)

Conjunto de Treino	Treino	Parâmetro	Média	Máximo	Mínimo	Desvio Padrão
Atletas Portugueses (Skate)	15/abr	Tar	33.3	35.3	30.4	0.990
		Tbhn	29.9	31.5	26.5	0.936
		Tg	33.0	34.8	30.9	0.815
		WBGT	30.9	31.8	28.2	0.787
	17/abr	Tar	33.0	34.7	30.0	0.903
		Tbhn	30.0	30.9	26.5	0.809
		Tg	33.2	34.2	32.0	0.618
		WBGT	30.8	31.8	28.5	0.616
	19/abr	Tar	33.2	35.0	31.5	0.806
		Tbhn	30.1	30.7	28.7	0.591
		Tg	33.3	34.5	32.1	0.616
		WBGT	31.0	31.8	29.8	0.565

Nas três tabelas acima representadas estão destacados a vermelho os valores máximos obtidos e a verde os valores mínimos.

No conjunto de treinos das atletas portuguesas (Maratona) obtiveram-se os seguintes valores máximos e mínimos:

- ✓ T_{ar} : Máximo - 35,7°C (22 de abril); Mínimo - 31,4°C (22 de abril)
- ✓ T_g : Máximo - 35,6°C (21 de abril); Mínimo - 32,5°C (21 de abril)
- ✓ T_{bhn} : 32,9°C (3 de maio); Mínimo - 28,4°C (21 de abril)
- ✓ WBGT: 33,4°C (3 de maio); Mínimo - 29,8°C (3 de maio)

No conjunto de treinos dos atletas franceses (Marcha) obtiveram-se os seguintes valores máximos e mínimos:

- ✓ T_{ar} : Máximo - 37,3°C (27 de março); Mínimo - 21,7°C (27 de março)
- ✓ T_g : Máximo - 37,2°C (27 de março); Mínimo - 25,7°C (27 de março)
- ✓ T_{bhn} : Máximo - 33,2°C (30 de março); Mínimo - 20,8°C (27 de março)
- ✓ WBGT: Máximo - 33,4°C (30 de março); Mínimo - 22,3°C (27 de março)

Por fim no conjunto de treinos do atleta português (skate) obtiveram-se os seguintes valores máximos e mínimos:

- ✓ T_{ar} : Máximo - 35,3°C (15 de abril); Mínimo - 30,0°C (17 de abril)
- ✓ T_g : Máximo - 34,8°C (15 de abril); Mínimo - 30,9°C (15 de abril)
- ✓ T_{bhn} : Máximo - 31,5°C (15 de abril); Mínimo - 26,5°C (15 e 17 de abril)
- ✓ WBGT: Máximo - 31,8°C (17 e 19 de abril); Mínimo - 28,2°C (15 de abril)

5.2. Análise comparativa dos resultados obtidos com os equipamentos de medida

5.2.1. Índice WBGT

Um dos objetivos principais na monitorização de dados era elaborar uma comparação em termos dos valores obtidos do índice WBGT através dos dois aparelhos anteriormente referidos. Para esta comparação foram selecionados apenas os dados correspondentes ao período real do treino de preparação (cerca de 1 hora) e foi necessário desenvolver uma tabela que possuísse três séries distintas; uma série onde o HT30 indicava valores superiores ao 1219, outra onde o HT30 tinha medição equivalente ao 1219 e uma última série onde o 1219 apresentava um valor superior ao HT30 (tabela no Anexo C). Conhecendo a hora de início da monitorização pelo 1219 e anotando as horas das

monitorizações realizadas pelo aparelho HT30 era necessário fazer coincidir as monitorizações para se poder elaborar o gráfico apresentado na figura 5.13.

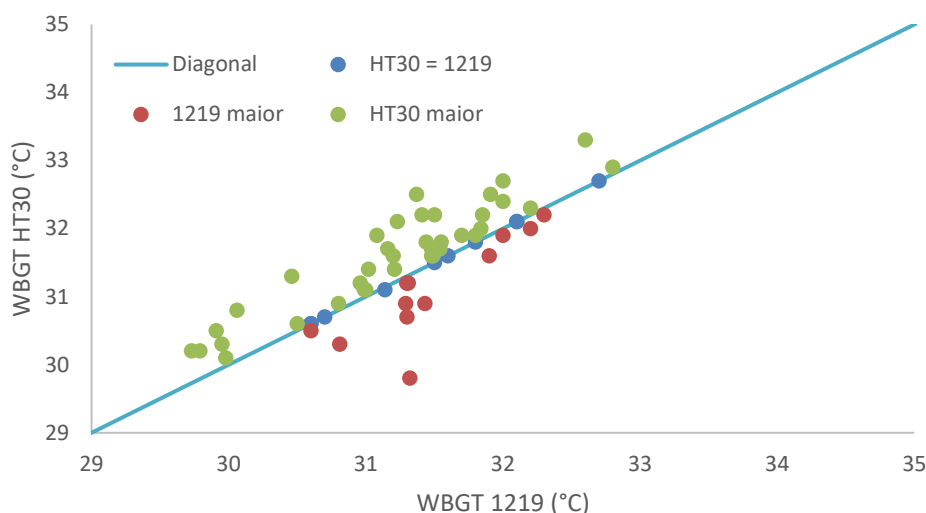


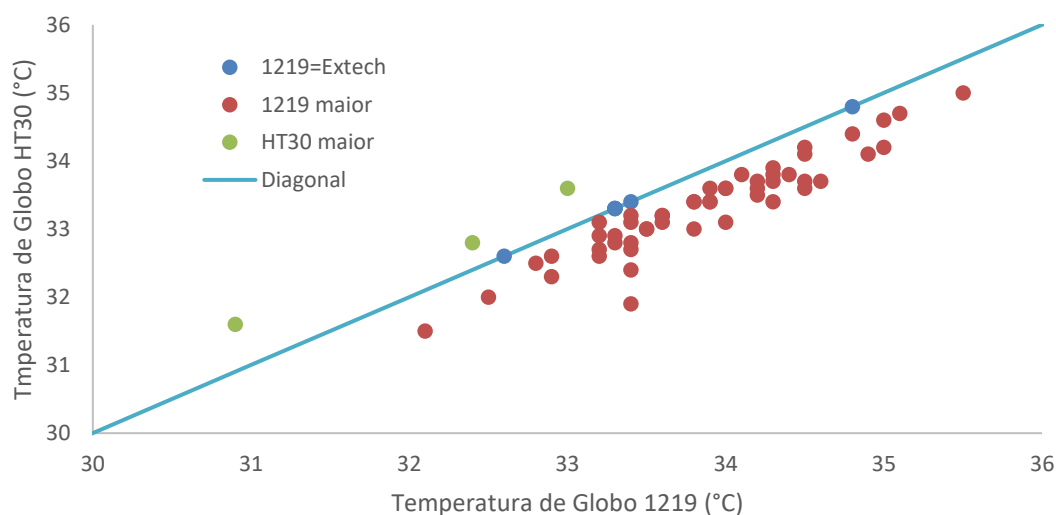
Figura 5.13. Comparação entre equipamentos WBGT

É possível concluir através do gráfico apresentado que existe uma nuvem de pontos mais “carregada” acima da diagonal, o que indica que o aparelho HT30 apresenta uma tendência para os valores obtidos de WBGT serem superiores aos do “type1219”. Como o aparelho HT30 é utilizado em provas desportivas, o facto de apresentar valores superiores pode funcionar como uma “proteção” para o atleta.

Como visto anteriormente, o equipamento “type1219” respeita todas as regras da Norma ISO e por isso ter sido definido como o equipamento de referência neste caso de estudo. Por outro lado, o equipamento HT30 afasta-se de algumas das especificações impostas pela ISO o que implica que sejam feitas algumas estimativas e correções para calcular o valor do WBGT.

5.2.2. Temperatura de Globo

Outra comparação possível de elaborar e com interesse para este caso de estudo é a comparação em termos de temperatura de globo obtida pelos dois equipamentos. Para tal foi necessário elaborar uma análise em tudo semelhante com o realizado no subcapítulo WBGT. Foi elaborado o gráfico de comparação que se encontra representado na figura 5.14.



parâmetros atrás referidos, que posteriormente serão necessários para calcular e prever o valor índice WBGT, como se sabe o índice WBGT é calculado através temperatura do bolbo húmido natural, da temperatura do globo e da temperatura do ar.

A seguir estão demonstradas as equações utilizadas nas estimativas:

$$e_{sat}(T_{bh}) - e = A \times P (T_a - T_{bh}) \quad (5.1)$$

$$e_{sat} = 6.1078 \times 10^{\frac{aT}{T+b}} \quad (5.2)$$

$$e = e_{sat}(T_a) \times \frac{RH}{100} \quad (5.3)$$

$$T_{bhn} = \frac{0,16(T_g - T_a) + 0,8}{200} \times (560 - 2RH - 5T_a) - 0,8 + T_{bh} \quad (5.4)$$

onde: $e_{sat}[T]$ representa a pressão de vapor de água saturado [hPa], T “*is the air at the wet-bulb temperature*” [°C], T_{bh} é a temperatura de bolbo húmido [°C], A é uma constante com o valor de 0.000662, P é a pressão atmosférica com um valor de 1.013 [hPa], a é uma constante com um valor de 7.5, b é uma constante com o valor de 237.3, e RH é a humidade relativa [%].

Para o cálculo da temperatura do globo foi usada uma equação desenvolvida por Okada e Kusada (2013), que está representada a seguir:

$$T_g = T_a + \frac{S - 30}{0.0252 \times S + 10.5 \times v + 25.5} \quad (6.5)$$

onde: S é a radiação solar [W/m²] e v a velocidade do ar [m/s].

Assim através deste método é possível obter estimativas para a temperatura do globo e da temperatura do bolbo húmido natural.

5.4. Discussão de Resultados

Através dos dados monitorizados é possível tirar algumas conclusões, sendo uma das mais importantes a que corresponde ao bom funcionamento dos treinos em termos de equivalência entre as condições definidas no programa e as condições presentes na CC aquando o período dos treinos. Para facilitar a compreensão foram elaborados os seguintes gráficos, que contêm todos os valores de temperatura do ar monitorizados pelo aparelho 1219 e todos os valores de humidade monitorizados pelo aparelho HT30 para o período real de treino, e que se encontram representados na figura 5.15 e 5.16.

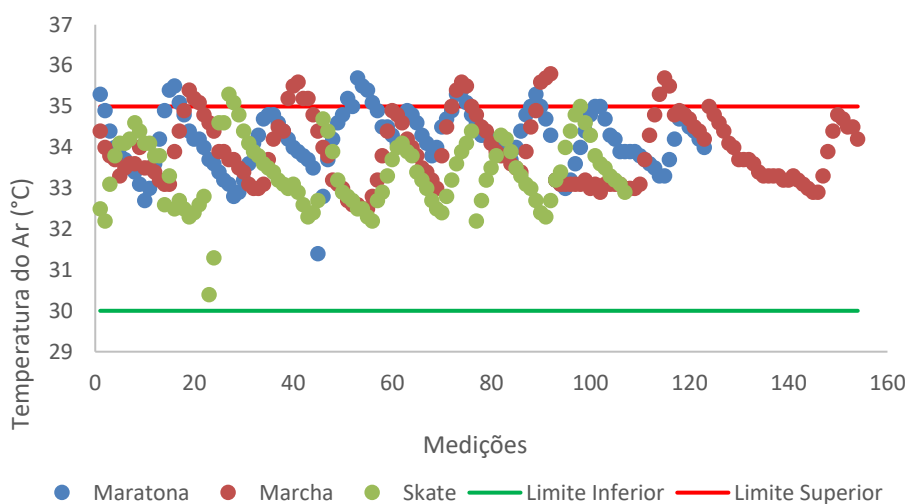


Figura 5.15. Temperatura do Ar vs Limites

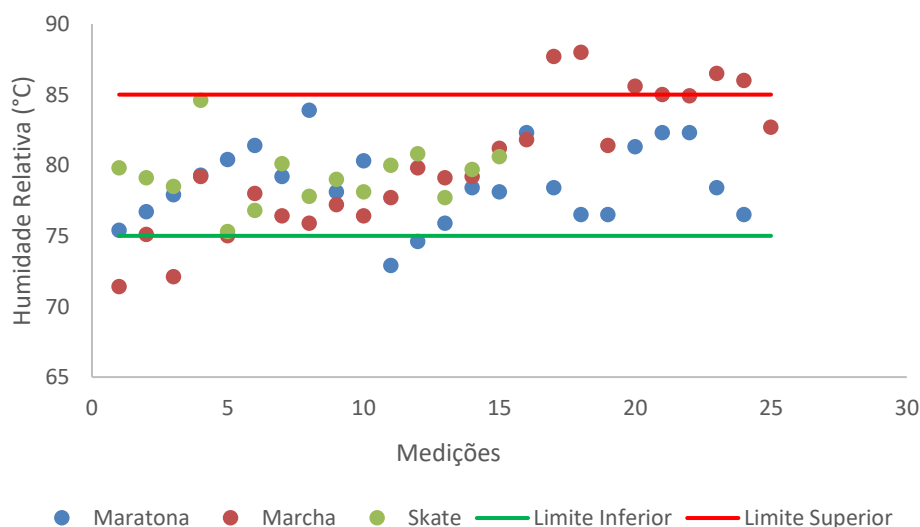


Figura 5.16. Humidade Relativa vs Limites

Através destas duas figuras é possível concluir que os treinos das diversas modalidades foram praticados com condições quase sempre dentro dos limites indicados no subcapítulo 3.3. Os valores que se encontram fora do limite superior podem ser derivados a que no momento da monitorização a CC estivesse no processo de aquecimento/humidificação, procurando a estabilização das condições, sendo normal ultrapassar um pouco o valor imposto. Os valores que se encontram abaixo do limite mínimo podem ter sido derivados a interferências na homogeneidade do ar implicadas pela abertura de portas.

É de notar também que pela análise elaborada no subcapítulo 5.1, todos os conjuntos de treinos apresentaram pequenas variações no valor dos diferentes parâmetros monitorizados. Isto indica que os parâmetros físicos apresentaram grande estabilidade, o que é um excelente indicador quanto ao bom funcionamento da CC na utilização para este tipo de fim. De referir também, que a análise detalhada de alguns treinos evidencia que a abertura de portas pode afetar gravemente a estabilidade das condições da CC, pelo que estes momentos devem ser reduzidos ao máximo e, quando realizados, devem ser efetuados o mais rápido possível para não interferir com a estabilização das condições.

Através do subcapítulo 5.2 é possível concluir que aquando da utilização do equipamento HT30 é de esperar uma sobrestima do valor do índice WBGT e subestima da temperatura do globo; uma menor temperatura do globo deveria implicar um valor inferior do índice WBGT, o que não se verifica, uma das causas possíveis é a estimativa utilizada para a temperatura do bolbo húmido natural desenvolvida no HT30 que pode originar WBGT superiores. No entanto, analisando os dados obtidos a diferença máxima obtida entre os dois aparelhos para o WBGT foi de 1.5; valor igual ao da temperatura do globo (mas com sinal contrário). A média das diferenças no 1º caso foi de 0.2 e no 2º de 0.5. Através destes dois valores é possível de concluir que apesar da tendência para os aparelhos apresentarem monitorizações com resultados distintos, a diferença entre eles não chega em média a uma unidade, o que traduz num bom indicador para a credibilidade e utilização do aparelho HT30

6. CONCLUSÃO

A preocupação com o stress térmico na vida do ser humano é cada vez mais evidente, e, por isso, é um tema importante quando se aborda a preparação de atletas com vista a ambientes térmicos adversos nas suas provas futuras.

Este trabalho focou-se essencialmente na análise de condições de ambientais, e na monitorização dos parâmetros considerados essenciais na preparação de atletas. A análise das condições nos locais onde as provas se vão realizar é essencial para se poder ter o melhor treino de aclimatação possível, e por isso ter tido um grande relevo nesta dissertação.

Para realizar a comparação entre monitorizações dos equipamentos HT30 e Heat Stress Monitor Type1219 foi necessário criar um protocolo e proceder ao acompanhamento de um número alargado de treinos; no entanto, existiram contratempos que não permitiram que todos os treinos fossem utilizados para análise.

Foi possível de verificar que os equipamentos apresentaram valores de temperatura do globo e WBGT diferentes, que se deve essencialmente às características dos mesmos, o HT30 não segue as regras da Norma ISO 7243 e utiliza estimativas para temperatura do bolbo húmido natural, enquanto que tem termos de temperatura de globo o sensor apresenta características diferentes ao globo padrão, podendo ser esta a razão das diferenças observadas. No entanto, as diferenças obtidas não foram consideravelmente grandes, o que se pode concluir que o aparelho HT30 é um aparelho confiável para ser utilizado quando necessitado.

Em termos gerais pode-se afirmar que os treinos correram dentro do previsto, e foi possível simular as condições necessárias e corretas para a melhor preparação dos atletas.

Após o término dos Jogos Olímpicos é possível tecer alguns comentários quanto aos feedbacks e resultados obtidos. De salientar que não foram batidos recordes nacionais ou mundiais nas provas de longa duração; que se explica pelas condições ambientais severas que constituíram um entrave; só apenas em modalidades com duração abaixo de 3 minutos é que foram batidos recordes. O impacto das condições ambientais severas foi sentido pelos atletas; salientar que um dos atletas da marcha que realizou treinos de aclimatação

monitorizados desistiu (não é conhecido se a razão da desistência foi apenas a exposição às condições ambientais severas).

Como trabalho futuro seria muito interessante abordar o efeito da radiação solar, que neste trabalho não foi abordado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aires, F. M. P. (2008). *Modernização e aperfeiçoamento do sistema de controlo da câmara climática*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- ASHRAE. (2021). *Chapter 9. Thermal comfort*.
<https://www.ashrae.org/advertising/handbook-advertising/fundamentals/thermal-comfort>
- BIHUB team. (2020). *Aclimação ao calor e desempenho*.
<https://barcainnovationhub.com/pt/aclimatacao-ao-calor-e-desempenho/>
- Estrela, T. (2013). *Avaliação de Ambientes Térmicos Quentes*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Equipamentos e Sistemas Mecânicos. Departamento de Engenharia Mecânica, Instituto Superior de Engenharia, Politécnico de Coimbra, Coimbra.
- Extech. (2013). *Manual do usuário. Monitor de Stress de Calor WBGT - Modelo HT30*.
www.extech.com
- Fanger. (1970). *Fanger, P.O., 1970. Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. Denmark: McGraw-Hill*.
- Gonçalves, T. (2017). *Conforto térmico no interior de edifícios*. Dissertação de Mestrado Integrado em Engenharia Civil, na área de Especialização em Construções. Departamento de Engenharia Civil, Universidade de Coimbra, Coimbra..
[https://eg.uc.pt/bitstream/10316/82841/1/CONFORTO TÉRMIICO NO INTERIOR DE EDIFÍCIOS.pdf](https://eg.uc.pt/bitstream/10316/82841/1/CONFORTO_TERMICO_NO_INTERIOR_DE_EDIFICIOS.pdf)
- INNOVA Air Tech Instruments. (n.d.). *Thermal booklet*.
- ISO 12984:2001 (2001). *Internacional Standard "Ergonomics of the Thermal Environment - Medical supervision of individuals exposed to extreme hot or cold environments*. International Standard, Geneve.
- ISO 7243:2017 (2017). *Ergonomics of the thermal environment — Assessment of heat*

- stress using the WBGT (wet bulb globe temperature) index*. International Standard, Third edition, Geneve.
- ISO 7730:2005, I. (2005). "*Ergonomics of the Thermal Environment - Analytical Determination and Interpretation of Thermal Comfort Using Calculation of the PMV and PPD Indices and Local Thermal Comfort Criteria*". International Standard, Geneve.
- Kjaer, & Brüel. (1985). *Instruction Manual WBGT - HEAT STRESS MONITOR TYPE 1219*. From serial nº 1150868.
- Lorenzo, S., Halliwill, J. R., Sawka, M. N., & Minson, C. T. (2010). Heat acclimation improves exercise performance. *Journal of Applied Physiology*.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.00495.2010>.
- Magalhães Sónia; Albuquerque, Roberto Roncon; Pinto, Jorge Correia; Moreira, Adelino Leite (2001). *Termorregulação*. Texto de apoio. Serviço de Fisiologia. Faculdade de Medicina da Universidade do Porto, Porto.
- Mohr, M., & Krstrup, P. (2013). *Heat Stress Impairs Repeated Jump Ability After Competitive Elite Soccer Games*. Sport and Health Sciences, College of Life and Environmental Sciences, St. Luke's Campus, University of Exeter, Exeter, United Kingdom; and Department of Exercise and Sport Sciences, Section of Human Physiology, University of Copenhagen, Copenhagen, Denmark
- Oliveira, A. (2008). *Avaliação da Incerteza na Determinação dos Índices de Conforto Térmico PMV e PPD*. Dissertação apresentada para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Mecânica. Departamento de Engenharia Mecânica, Universidade de Coimbra, Coimbra.
- Parsons, K. (2014). *Human thermal environments: The Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, Comfort, and Performance*. Department of Human Sciences, Loughborough University, United Kingdom. Third Edition.
- Seo, Y., & Honjo, T. (2021). *Thermal stress in Tokyo and Sapporo during the 2020 Olympics period. 2021*. Journal of Environmental Information Science Vol.2021, No.1
- Silva, P., Ramos, R., Moreira, N., & Carvalho, A. (2021). *Avaliação das previsões horárias do índice de stress térmico WBGT (Wet Bulb Globe Temperature), para o Japão, disponibilizadas operacionalmente a partir de julho de 2020*. Relatório

DivMV N° 01/2021. Cooperação do IPMA com o Comité Olímpico Português na
Preparação dos Jogos Olímpicos – Tokyo2020 (a realizar em jul/ago 2021).

WHO. (1969). *Relório Técnico nº412 - Health Factors Involved In Working Conditions of Heat Stress.*

ANEXO A – TABELAS DOS PARÂMETROS MONITORIZADOS ATRAVÉS DO EQUIPAMENTO HEAT STRESS MONITOR “TYPE 1219”

- Conjunto de treinos das atletas portuguesas da maratona

A 1. – Tabela de monitorização da temp. do ar e do bhn para o conjunto das atletas portuguesas

Evolução da Temp. do Ar					Evolução da Temp. BHN			
21/abr	22/abr	03/mai	05/mai	Limite Superior	21/abr	22/abr	03/mai	05/mai
35.5	34.8	34.8	33.2	31	30.5	31.6	30.1	32.8
34.8	35.1	34.1	33.5	31	30.5	30.7	30.3	29.3
34.4	34.9	34.1	33.9	31	30.7	30.4	30.5	29.5
34	34.4	33.9	34.2	31	30.7	30	30.7	29.9
33.6	34	33.6	34.5	31	30.4	29.8	30.4	30.6
33.2	33.8	33.4	35	31	29.8	29.7	29.8	30.7
33.2	33.4	33.2	35.3	31	29.9	29.8	29.9	30.7
33.1	33.3	33	35.3	31	30.3	30	30.3	30
32.9	33.2	33.3	35.3	31	30.4	30.3	30.4	29.9
32.7	33	33.8	35.3	31	30.2	30.3	30.2	30.3
32.4	32.8	34.1	34.9	31	29.7	30.2	29.7	30.6
32.2	33.2	34.7	34.4	31	29.1	30.5	29.1	30.6
32.5	33.7	34.9	34	31	28.8	30.8	28.8	30.4
33.5	34	34.8	33.9	31	29.4	30.6	29.4	30
34.4	34.5	34.6	33.7	31	30	30.7	30	29.7
34.7	34.8	34.3	33.5	31	30.1	30.7	30.1	29.2
35.1	35.1	34.1	33.4	31	30	30.8	30	29.3
35.3	35.4	33.8	33.4	31	29.7	30.7	29.7	29.7
34.9	35.1	34	33.3	31	29.8	30.5	29.8	30.1
34.4	34.6	34.5	33.3	31	30.1	30.3	30.1	30.3
34	34.4	34.7	33.2	31	30.4	30.1	30.4	30.2
33.8	34	34.9	33.1	31	29.9	30	29.9	30
33.7	33.9	35.3	33	31	30	30.2	30	29.6
33.5	33.8	35.4	33.2	31	30	30.5	30	29.3
33.4	33.6	35.1	33.6	31	29.9	30.5	29.9	28.9
33.1	33.5	34.8	34	31	29.4	30.7	30.9	28.8

32.7	33.4	34.6	34.4	31	28.8	30.7	28.8	29.3
33	33.2	34.3	34.8	31	28.5	30.7	28.5	30
33.6	33.2	34.3	35	31	28.4	30.7	28.4	30.4
34.2	33.6	34.2	35	31	29	30.6	29	30.6
34.9	34.1	34.1	34.7	31	29.8	30.5	29.8	30.5
35.4	34.3	34	34.3	31	30.3	30.3	30.3	30.1
35.5	34.7	33.8	34.2	31	30.5	30.3	30.5	29.7
35.1	34.8	33.7	33.9	31	30.4	30.1	30.4	29.4
34.8	34.8	34	33.9	31	30	29.8	30	29.8
34.4	34.6	34.4	33.9	31	29.5	29.7	29.5	30.3
34.2	34.4	34.8	33.9	31	29.7	29.8	29.7	30.7
34.2	34.2	35	33.8	31	30.1	30.1	30.1	30.8
34	34	35.3	33.7	31	30.4	30.4	30.4	30.6
33.7	33.9	35	33.6	31	30.3	30.7	30.3	30.3
33.6	33.8	34.7	33.5	31	30.1	30.8	30.8	29.9
33.4	33.7	34.3	33.3	31	29.7	30.9	29.7	29.5
33.2	33.5	34.5	33.3	31	29.3	30.8	32.8	29.2
33.1	31.4	34.4	33.7	31	29	28.6	32.9	29.1
32.8	32.8	34.2	34.2	31	28.6	28.7	32.6	29.7
32.9	33.7	33.9	34.7	31	28.8	29.3	32.5	30.4
	34.2		34.8	31		29.5		30.7
	34.6		34.5	31		29.4		30.7
	34.8		34.4	31		29.2		30.4
	35.2		34.2	31		29.3		30.1
	35		34	31		29.9		30.1
	35.7		33.9	31		30.4		30.3
	35.5			31		30.8		
	35.4			31		31.1		
	35.1			31		31.3		
	34.9			31		31.4		
	34.5			31		30.9		
	34.5			31		31		
	34.3			31		30.8		
	34.3			31		30.6		

A 2. Tabela de monitorização da temp. do globo e do WBGT para o conjunto das atletas portuguesas

Evolução da Temp. do Globo				Evolução do WBGT				Limite Superior
21/abr	22/abr	03/mai	05/mai	21/abr	22/abr	03/mai	05/mai	
35.6	33.7	34.2	32.9	32.03	32.23	31.33	32.83	29
35.3	33.9	34	33.1	31.94	31.66	31.41	30.44	29

Monitorização e Análise de condições ambientais
em treinos de preparação para os jogos olímpicos

35.1	34	33.8	33.4	32.02	31.48	31.49	30.67	29
34.7	34	33.7	33.7	31.9	31.2	31.6	31.04	29
34.3	33.9	33.6	34	31.57	31.03	31.36	31.62	29
34	33.8	33.5	34.1	31.06	30.93	30.91	31.72	29
33.8	33.7	33.3	34.4	31.07	30.97	30.92	31.81	29
33.6	33.5	33.1	34.5	31.29	31.05	31.14	31.35	29
33.4	33.4	33	34.7	31.3	31.23	31.18	31.34	29
33.2	33.3	33.1	34.8	31.1	31.2	31.07	31.65	29
33.1	33.2	33.4	34.8	30.72	31.1	30.81	31.86	29
32.8	33.2	33.8	34.7	30.21	31.31	30.51	31.83	29
32.5	33.3	34.2	34.4	29.91	31.55	30.42	31.6	29
32.7	33.4	34.4	34.2	30.39	31.44	30.9	31.26	29
33.2	33.6	34.4	34	30.96	31.57	31.32	30.99	29
33.7	33.8	34.3	33.8	31.18	31.63	31.36	30.58	29
34.1	34.1	34.2	33.7	31.23	31.79	31.26	30.62	29
34.5	34.3	34	33.6	31.14	31.78	30.99	30.87	29
34.7	34.5	33.8	33.5	31.27	31.7	31	31.12	29
34.7	34.4	33.9	33.5	31.48	31.53	31.24	31.26	29
34.5	34.3	34.2	33.4	31.63	31.36	31.54	31.16	29
34.3	34.1	34.4	33.3	31.22	31.23	31.25	30.99	29
34	34	34.6	33.2	31.2	31.34	31.38	30.68	29
33.8	34	34.9	33.2	31.14	31.55	31.47	30.47	29
33.6	33.8	35	33.2	31.01	31.49	31.43	30.19	29
33.4	33.8	34.9	33.4	30.6	31.63	32.1	30.18	29
33.2	33.7	34.7	33.7	30.12	31.6	30.57	30.62	29
33	33.6	34.6	34.1	29.85	31.57	30.33	31.23	29
33.1	33.5	34.4	34.4	29.81	31.54	30.2	31.6	29
33.5	33.5	34.3	34.6	30.35	31.47	30.59	31.8	29
34	33.6	34.2	34.7	31.06	31.43	31.12	31.76	29
34.6	33.7	34.1	34.5	31.59	31.32	31.44	31.42	29
35	33.9	34	34.4	31.85	31.38	31.55	31.11	29
35.1	34	33.8	34.2	31.81	31.27	31.42	30.84	29
34.9	34.2	33.8	34	31.47	31.12	31.14	31.06	29
34.7	34.3	33.9	34	31.06	31.08	30.82	31.41	29
34.4	34.4	34.2	34	31.11	31.18	31.05	31.69	29
34.3	34.3	34.5	33.9	31.36	31.36	31.42	31.73	29
34.1	34.2	34.8	33.8	31.51	31.54	31.72	31.56	29
33.9	34.1	34.9	33.8	31.38	31.72	31.68	31.35	29
33.8	34	34.8	33.7	31.21	31.76	32	31.04	29
33.6	33.9	34.6	33.5	30.87	31.8	31.17	30.7	29
33.4	33.8	34.7	33.4	30.53	31.7	33.37	30.46	29
33.3	33.2	34.6	33.4	30.29	29.98	33.41	30.39	29

33.1	32.7	34.4	33.7	29.95	29.9	33.14	30.9	29
33	33	34.2	34	30.06	30.41	33.01	31.48	29
	33.4		34.3		30.67		31.78	29
	33.8		34.5		30.72		31.84	29
	34.1		34.4		30.67		31.6	29
	34.5		34.3		30.86		31.36	29
	34.8		34.2		31.37		31.33	29
	35.2		34.1		31.84		31.44	29
	35.3				32.15			29
	35.3				32.36			29
	35.2				32.47			29
	35.1				32.51			29
	34.8				32.07			29
	34.6				32.08			29
	34.5				31.91			29
	34.4				31.74			29

- Conjunto de treinos atletas franceses da marcha

A 3. Tabela de monitorização da temp. do ar e do bhn para o conjunto dos atletas franceses

Evolução da Temp. do Ar						Evolução da Temp. BHN				
02/abr	26/mar	27/mar	30/mar	31/mar	Limite Superior	02/abr	26/mar	27/mar	30/mar	31/mar
33.1	33.1	37.3	33	34.7	30	31.3	31.8	31	33.2	31
33.1	32.8	36.9	33.4	35.2	30	30.5	31.5	31.1	31.5	31.2
32.9	32.5	36.4	33.9	35.5	30	30.2	31.5	30.5	31.1	31
32.4	32.3	35.8	34.4	35.6	30	29.5	31.4	30.3	31	30.6
32.4	32.6	35.6	34.8	35.5	30	29.2	31.4	30.4	31.3	30.7
32.8	33	35.2	34.8	35.3	30	28.7	31.1	30.3	31.7	30.7
33.3	33.4	34.8	34.6	35	30	28.8	30.9	30.1	31.6	30.9
33.8	33.6	34.6	34.2	34.8	30	29.2	31.4	30	31.3	30.5
34.2	33.9	34.2	34.1	34.6	30	29.9	31.6	29.9	31.5	30.5
34.6	34.1	34.2	33.9	34.4	30	30.3	31.5	29.9	31.7	30.3
34.8	34.3	33.3	33.7	34.1	30	30.7	31.6	30.9	31.7	30.2
35.2	34.4	33.5	33.5	34	30	30.8	31.9	31	31.6	31
35.3	34.7	33.4	33.3	33.7	30	30.9	31.4	31.1	31.4	30.9
34.9	34.9	33.5	33.2	33.7	30	30.6	30.9	30.8	31.2	30.9
34.4	35.2	33.8	33.2	33.7	30	29.1	30	30.1	30.8	30.8
34	35.5	34.5	33.1	33.6	30	29.5	30.3	30.2	31.3	31
33.8	35.6	35	33.1	33.4	30	29.5	30.6	30.5	31.3	30.6

Monitorização e Análise de condições ambientais
em treinos de preparação para os jogos olímpicos

33.7	35.2	35.4	33.1	33.3	30	29.7	30.4	30.4	31.4	30.4
33.3	35.2	35.6	33.1	33.3	30	29.6	30.9	30.2	31.5	31.4
33.5	34.8	35.5	33.1	33.3	30	29.9	31	30.4	31.5	31.6
33.6	34.4	35	33.2	33.3	30	30.1	30.6	30.5	31.5	31.7
33.6	34	34.8	33	33.2	30	29.7	30	31	31.6	31.4
34	33.8	34.5	33.1	33.2	30	30.5	30.4	31.1	31.7	30.9
33.5	33.2	34.4	32.9	33.3	30	30	30.9	30.9	31.8	31
33.5	33.1	34.1	33.1	33.2	30	29.7	31.4	30.7	31.9	31.5
33.4	33	33.9	33.1	33.1	30	29.4	31.1	31	32	31.5
33.2	32.7	33.8	33.1	33	30	29.2	30.9	31.2	31.8	31.2
33.1	32.6	33.8	33.1	32.9	30	29	30.9	30	31.7	30.9
33.1	32.6	33.6	33	32.9	30	28.8	30.4	31.1	31.7	30.7
33.9	32.5	33.5	33	33.3	30	29.3	29.7	30.9	31.7	30.8
34.4	32.5	33.4	33	33.9	30	29.9	30.1	31	31.7	31.4
34.9	32.8	33.9	33.1	34.4	30	30.4	30.2	31.1	31.6	31.9
35.4	33.2	34.5	33.7	34.8	30	31	30.2	30.9	31.8	32.5
35.2	33.8	34.9	34.3	34.7	30	31.3	30.4	31.2	32.1	32.6
35.1	34.4	35.6	34.8	34.5	30	31.6	31	31	32.4	32.6
34.8	34.9	35.7	35.3	34.5	30	31.7	29.9	30.5	32.6	32.6
34.6	34.8	35.8	35.7	34.2	30	31.7	30.3	31.4	31.9	31.4
34.4	34.6	35.5	35.5	34.2	30	30.6	31.2	31	32.7	31.3
33.9	34.2	35.1	34.8	33.9	30	31.3	31.1	31.1	32.3	31
33.9	34	34.6	34.9	33.8	30	30.9	31.2	31	32.3	31.6
33.7	33.8	34.6	34.8	33.6	30	30.6	31.2	31.2	32.6	31.6
33.7	33.5	34.4	34.7	33.4	30	30.8	31.1	31.4	32.7	31.6
33.5	33.4	34.2	34.5	33.4	30	30.8	31	30.9	32.8	31.8
33.4	33.2	33.5	34.4	33.3	30	30.6	31	31	32.4	31.9
33.1	33	33.7	34.2	33.3	30	30.3	30	30.8	31.9	31.1
33	32.9	33.5	33.9	33.1	30	30.1	30.6	30.7	31	31.1
33	32.7	33.3	33.8	33.1	30	30.1	31.2	31.4	31.1	32
33.1	32.2	33.3	33.6	32.9	30	30.3	31.1	31.5	31.2	31.7
33.7	32.3	33.1	33.5	32.9	30	30.9	30.7	30.9	31.4	31.7
34.2	32.9	32.9	33.3	32.9	30	31.3	30.8	30.5	31.5	31.8
34.5	33.3	32	33.4	32.8	30	31.5	31.1	30.8	31.2	31.8
34.4	33.9	29.4	33.1	32.8	30	30.9	31.6	28.7	31.9	31.9
34.1	34	24.5	32.5	32.7	30	30.5	31.7	24.7	31.3	31.8
33.7	34.3	23	32.5	31.2	30	30.6	31.8	22.5	30.5	30.2
33.5	34.6	22.9	30.8	26.1	30	30.5	32.1	21.7	29.7	23.9
33.4	34	22.3	27	25.5	30	30.6	31.7	21.4	26.9	22
33.3	33.8	21.8	24.6	25.3	30	30.8	31.5	21.4	23	21.3
33.3	33.7	22	24.5	24.9	30	31.1	31.4	21	21.9	21
33.2	33.7	21.9	23.6	24.9	30	31.5	31.3	20.9	21.1	20.9

31.8	33.5	21.7	23.9	27.7	30	30.1	31.1	20.8	21	21.6
------	------	------	------	------	----	------	------	------	----	------

A 4. Tabela de monitorização da temp. do globo e do WBGT para o conjunto dos atletas franceses

Evolução da Temp. do Globo					Evolução do WBGT					
02/abr	26/mar	27/mar	30/mar	31/mar	02/abr	26/mar	27/mar	30/mar	31/mar	Limite Superior
33.3	33.2	37.2	33.6	33.7	31.9	32.22	32.86	33.32	31.81	29
33.2	32.9	37	33.6	34.1	31.31	31.92	32.87	32.13	32.07	29
33	32.8	36.8	33.6	34.5	31.04	31.89	32.39	31.85	32.05	29
32.8	32.6	36.5	33.9	34.7	30.49	31.76	32.16	31.87	31.83	29
32.7	32.5	36.2	34.2	34.9	30.25	31.73	32.14	32.17	31.96	29
32.6	32.5	35.9	34.5	34.8	29.87	31.52	31.98	32.54	31.93	29
32.8	32.7	35.6	34.5	34.7	30	31.44	31.75	32.47	32.04	29
33	32.9	35.4	34.5	34.6	30.34	31.85	31.62	32.26	31.73	29
33.4	33.1	35.2	34.4	34.5	30.95	32.05	31.49	32.37	31.7	29
33.7	33.3	35	34.3	34.4	31.32	32.04	31.43	32.48	31.53	29
34	33.5	34.7	34.2	34.2	31.69	32.17	32.04	32.45	31.4	29
34.2	33.7	34.3	34.1	34.1	31.82	32.44	31.99	32.35	31.93	29
34.4	33.9	34	33.9	34	31.95	32.15	31.97	32.15	31.83	29
34.5	34.1	33.9	33.7	33.8	31.77	31.86	31.73	31.95	31.77	29
34.3	34.3	33.9	33.6	33.8	30.66	31.29	31.24	31.64	31.7	29
34.1	34.5	34.1	33.5	33.7	30.88	31.56	31.37	31.96	31.81	29
34	34.7	34.5	33.5	33.6	30.85	31.83	31.7	31.96	31.5	29
33.9	34.9	34.7	33.4	33.5	30.96	31.75	31.69	32	31.33	29
33.7	34.9	35.1	33.4	33.5	30.83	32.1	31.67	32.07	32.03	29
33.6	34.8	35.2	33.3	33.4	31.01	32.14	31.84	32.04	32.14	29
33.5	34.6	35.2	33.3	33.4	31.12	31.8	31.91	32.04	32.21	29
33.5	34.4	35.1	33.3	33.4	30.84	31.32	32.23	32.11	32	29
33.6	34.2	35	33.3	33.4	31.43	31.54	32.27	32.18	31.65	29
33.6	33.8	34.8	33.3	33.4	31.08	31.77	32.07	32.25	31.72	29
33.6	33.6	34.5	33.3	33.3	30.87	32.06	31.84	32.32	32.04	29
33.5	33.4	34.4	33.3	33.3	30.63	31.79	32.02	32.39	32.04	29
33.4	33.2	34.3	33.3	33.2	30.46	31.59	32.13	32.25	31.8	29
33.3	33	34.2	33.3	33.2	30.29	31.53	31.26	32.18	31.59	29
33.2	32.9	34	33.3	33.1	30.12	31.15	31.97	32.18	31.42	29
33.3	32.8	33.9	33.2	33	30.5	30.63	31.8	32.15	31.46	29
33.6	32.8	33.8	33.2	33.3	31.01	30.91	31.84	32.15	31.97	29
33.9	32.8	33.8	33.2	33.6	31.45	30.98	31.91	32.08	32.41	29
34.4	32.9	34.1	33.3	34.1	32.02	31.01	31.86	32.25	32.98	29
34.6	33.2	34.3	33.5	34.3	32.29	31.24	32.13	32.52	33.11	29
34.7	33.5	34.8	34	34.4	32.53	31.75	32.14	32.88	33.14	29
34.7	33.9	35.1	34.4	34.4	32.6	31.1	31.88	33.14	33.14	29

34.6	34.3	35.4	34.8	34.3	32.57	31.5	32.6	32.77	32.27	29
34.5	34.4	35.5	35.1	34.2	31.77	32.16	32.35	33.42	32.17	29
34.4	34.3	35.3	35	34.1	32.23	32.06	32.36	33.11	31.93	29
34.2	34.2	35.1	34.9	34	31.89	32.1	32.23	33.08	32.32	29
34	34	35	34.9	33.8	31.62	32.04	32.34	33.29	32.26	29
33.9	33.8	34.7	34.7	33.7	31.73	31.91	32.39	33.3	32.23	29
33.7	33.7	34.6	34.7	33.6	31.67	31.81	32.01	33.37	32.34	29
33.6	33.5	34.4	34.6	33.6	31.5	31.75	32.02	33.06	32.41	29
33.5	33.4	34.2	34.4	33.5	31.26	31.02	31.82	32.65	31.82	29
33.3	33.3	34.1	34.2	33.5	31.06	31.41	31.72	31.96	31.82	29
33.2	33.1	34	34.2	33.5	31.03	31.77	32.18	32.03	32.45	29
33.2	32.9	33.9	34.1	33.3	31.17	31.64	32.22	32.07	32.18	29
33.3	32.6	33.8	34	33.3	31.62	31.27	31.77	32.18	32.18	29
33.6	32.7	33.7	33.8	33.2	31.99	31.37	31.46	32.19	32.22	29
33.9	32.9	33.2	33.8	33.1	32.22	31.64	31.52	31.98	32.19	29
34.1	33.2	32.4	33.6	33.1	31.86	32.08	29.81	32.41	32.26	29
34.1	33.5	31	33.5	33.1	31.58	32.24	26.59	31.96	32.19	29
34	33.7	29.3	33.1	32.7	31.62	32.37	24.54	31.28	30.95	29
33.8	34	28	32.8	31	31.49	32.67	23.59	30.63	26.03	29
33.7	34	27.4	31.9	29.9	31.53	32.39	23.2	28.4	24.37	29
33.7	33.9	26.9	30.1	29.2	31.67	32.22	23.05	25.13	23.67	29
33.6	33.8	26.3	29	28.8	31.85	32.12	22.59	24.03	23.34	29
33.5	33.7	26	28.3	28.3	32.1	32.02	22.43	23.26	23.12	29
33.2	33.6	25.7	27.9	28.2	31.03	31.85	22.27	23.07	23.58	29

- Conjunto de treinos do atleta português do skate

A 5. Tabela de monitorização da temp. do ar e do bhn para o conjunto do atleta português

Evolução da Temp. do Ar				Evol. Temp. BHN		
15/abr	17/abr	19/abr	Limite Superior	15/abr	17/abr	19/abr
32.5	33.2	32.7	35	31.5	30.4	30.4
32.2	32.9	32.9	35	29	30.5	29.4
33.1	33.1	33.2	35	29	30.5	29.8
33.8	32.9	33.1	35	29.8	30.4	30.1
34.1	30	32.6	35	30.4	29.9	30
34.1	31.4	32.7	35	30.5	29.7	30.2
34.2	31.2	32.2	35	30.5	29.9	30
34.6	31.8	32.1	35	30.4	30	29.9
34.4	32.1	32	35	29.9	30.4	29.8
34.1	32.1	31.9	35	29.7	29.6	29.6
34.1	32.4	31.5	35	29.9	30.3	29.2
33.8	32.9	32.2	35	30	29.8	28.8

33.8	33	32.7	35	30.4	29.7	28.7
32.6	34.7	33.2	35	29.6	29.4	28.9
33.3	34.4	33.5	35	30.3	28.9	29.2
32.5	33.9	33.8	35	29.8	28.7	29.6
32.7	33.2	34.3	35	29.7	28.9	30.1
32.5	32.9	34.2	35	29.4	28.9	30.4
32.3	32.8	33.9	35	28.9	26.5	30.5
32.4	32.7	33.5	35	28.7	29.6	30.4
32.6	32.5	33.3	35	28.9	30.6	30.3
32.8	32.5	33.1	35	28.9	29.6	30.2
30.4	32.3	33	35	26.5	30.1	30
31.3	32.2	32.7	35	27.6	30.6	29.7
34.6	32.7	32.4	35	28.9	29.9	29.3
34.6	32.9	32.3	35	29.6	29.8	28.9
35.3	33.3	32.7	35	30.1	29.9	28.8
35.1	33.7	33.2	35	30.6	30.1	29
34.8	34	33.4	35	29.9	30.5	29.3
34.4	34.1	34	35	29.8	30.7	29.8
34.1	33.9	34.4	35	29.9	30.8	30.2
33.9	33.8	34.8	35	30.1	30.8	30.5
33.8	33.4	35	35	30.5	30.7	30.7
33.6	33.2	34.6	35	30.7	30.6	30.7
33.5	33	34.3	35	30.8	30.2	30.6
33.4	32.7	33.8	35	30.8	30	30.5
33.2	32.5	33.6	35	30.7	29.4	30.3
33.1	32.4	33.5	35	30.6	29.1	30.2
33	32.8	33.3	35	30.2	28.6	30.4
33.1	33.2	33.2	35	30	28.5	30.5
32.9	33.6	33.1	35	29.4	28.5	30.6
32.6	33.9	32.9	35	29.1	29.1	30.7
32.3	34.1	33.2	35	28.6	30.1	30.6
32.4	34.4	33.6	35	28.5	30.2	30.6
32.7	34.4	34.1	35	28.5	30.2	30.6
32.5	34	34.3	35	28.1	30.1	30.5
	33.8	34.3	35		30.2	30
	33.5	34.1	35		30.9	29.6

A 6. Tabela de monitorização da temp. do globo e do WBGT para o conjunto do atleta português

Evo. Temp. do Globo			Evolução do WBGT			
15/abr	17/abr	19/abr	15/abr	17/abr	19/abr	Limite Superior

Monitorização e Análise de condições ambientais
em treinos de preparação para os jogos olímpicos

30.9	33.3	32.5	31.3	31.3	31.03	32
31.3	33.3	32.7	29.7	31.3	30.39	32
31.6	33.3	33	29.8	31.3	30.76	32
32	33.3	33.1	30.5	31.3	31	32
32.4	32.2	33	31.0	30.6	30.9	32
32.7	32	33	31.2	30.4	31.04	32
33	32	32.8	31.3	30.5	30.84	32
33.3	32.1	32.6	31.3	30.6	30.71	32
33.4	32.1	32.5	31.0	30.9	30.61	32
33.4	32.3	32.4	30.8	30.4	30.44	32
33.5	32.4	32.1	31.0	30.9	30.07	32
33.4	32.7	32.1	31.0	30.7	29.79	32
33.4	32.9	32.2	31.3	30.7	29.75	32
33.1	33.4	32.6	30.7	30.6	30.01	32
33	33.9	32.9	31.1	30.4	30.31	32
32.9	34	33.2	30.7	30.3	30.68	32
32.7	33.7	33.5	30.6	30.3	31.12	32
32.6	33.4	33.8	30.4	30.3	31.42	32
32.4	33.2	33.8	30.0	28.5	31.49	32
32.3	33	33.7	29.8	30.6	31.39	32
32.3	32.9	33.5	29.9	31.3	31.26	32
32.3	32.8	33.3	29.9	30.6	31.13	32
32.1	32.7	33.2	28.2	30.9	30.96	32
32.1	32.5	33	29.0	31.2	30.69	32
32.6	32.4	32.7	30.0	30.7	30.32	32
33.5	32.6	32.5	30.8	30.6	29.98	32
34.1	32.9	32.5	31.3	30.8	29.91	32
34.6	33.1	32.7	31.8	31.0	30.11	32
34.8	33.6	33	31.4	31.4	30.41	32
34.5	33.7	33.3	31.2	31.6	30.85	32
34.3	33.9	33.7	31.2	31.7	31.25	32
34	33.9	34	31.3	31.7	31.55	32
33.9	33.8	34.3	31.5	31.6	31.78	32
33.7	33.7	34.5	31.6	31.5	31.84	32
33.6	33.4	34.4	31.6	31.2	31.74	32
33.5	33.2	34.2	31.6	31.0	31.61	32
33.3	32.9	34	31.5	30.5	31.41	32
33.2	32.8	33.8	31.4	30.2	31.28	32
33.1	32.8	33.7	31.1	29.9	31.39	32
33	32.8	33.5	30.9	29.8	31.4	32
33	33.1	33.4	30.5	29.9	31.44	32
32.8	33.4	33.3	30.2	30.4	31.48	32

32.6	33.7	33.2	29.8	31.2	31.38	32
32.5	33.9	33.3	29.7	31.3	31.41	32
32.6	34.2	33.5	29.7	31.4	31.47	32
32.7	34.2	33.8	29.5	31.3	31.49	32
	34.1	33.9		31.4	31.17	32
	33.9	34		31.8	30.92	32

A amarelo está destacado período real de treino!

ANEXO B – TABELAS DOS PARÂMETROS MONITORIZADOS PELO HT30

- Conjunto de treinos das atletas portuguesas da maratona

B 1. Monitorizações HT30 para o conjunto das atletas portuguesas (treino de 21 de abril)

Aparelho HT30 (21 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	10:35	35	74.7	35.2	32.1
2ª	11:10	34.5	72.9	33.6	31.1
3ª	11:25	33.6	74.6	32.8	30.6
4ª	11:40	35.1	75.9	34.6	32.2
5ª	11:55	33.9	78.4	33.4	31.4
6ª	12:05	33.9	78.1	33.6	30.8

B 2. Monitorizações HT30 para o conjunto das atletas portuguesas (treino de 22 de abril)

Aparelho HT30 (22 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	08:55	33.4	84.1	33.6	31.7
2ª	09:21	33.7	82.3	33.4	31.8
4ª	09:51	33.9	82.3	33	31.7
5ª	10:06	34.4	78.4	33.9	31.9
6ª	10:21	32.7	76.5	32.6	30.1
7ª	10:36	35.4	76.5	34.8	32.5
8ª	10:51	34.8	81.3	34.2	32.5

B 3. Monitorizações HT30 para o conjunto das atletas portuguesas (treino de 3 de maio)

Aparelho HT30 (3 de maio)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	08:40	32.6	82.9	32.6	30.6
2ª	09:00	33.3	75.4	31.9	30.3
3ª	09:15	33.8	76.7	33.1	31.1
4ª	09:30	34.7	77.9	34.1	32.1
5ª	09:45	34.2	79.3	33.6	31.8
6ª	10:00	35	80.4	34.4	32.7

B 4. Monitorizações HT30 para o conjunto das atletas portuguesas (treino de 5 de maio)

Aparelho HT30 (5 de maio)					
---------------------------	--	--	--	--	--

Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	09:50	33.4	76.8	32.7	30.6
2ª	10:00	34.1	79.2	33.3	31.5
3ª	10:30	33.8	81.4	33.4	31.7
4ª	10:45	34.7	79.2	33.8	32.1
5ª	11:00	34.2	83.9	33.6	32.2
6ª	11:15	33.9	78.1	33.2	31.3
7ª	11:30	34.2	80.3	33.7	31.8

- Conjunto de treinos dos atletas franceses da marcha

B 5. Monitorizações HT30 para o conjunto dos atletas franceses (treino de 2 de abril)

Aparelho HT30 (2 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	16:25	33.6	81	32.9	31.3
2ª	16:55	34.2	71.4	33.4	30.7
3ª	17:10	33.8	75.1	33.2	30.9
4ª	17:25	33.9	72.1	33.3	30.6
5ª	17:40	34.4	79.2	33.7	31.9
6ª	17:55	33.7	75	33	30.7
7ª	18:10	34.1	78	33.9	31.6

B 6. Monitorizações HT30 para o conjunto dos atletas franceses (treino de 26 de março)

Aparelho HT30 (26 de março)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	16:25	32.9	80.6	32.4	30.6
2ª	16:55	33.9	76.4	33.8	31.2
3ª	17:10	34.2	75.9	33.5	31.2
4ª	17:25	33.2	77.2	32.5	30.6
5ª	17:40	34.3	76.4	33.7	31.5
6ª	17:55	33.7	77.7	33.1	31.1
7ª	18:00	33.2	75.2	32.6	30.1
8ª	18:15	33.7	77.5	33.4	31.3
9ª	18:25	33.7	68.1	33.1	29.9

B 7 Monitorizações HT30 para o conjunto dos atletas franceses (treino de 27 de março)

Aparelho HT30 (27 de março)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT

1ª	16:25	37.5	76.1	36.7	33.6
2ª	16:55	33.9	79.8	33.4	31.6
3ª	17:10	34.9	79.1	34.2	32.3
4ª	17:25	34.2	79.2	33.4	31.8
5ª	17:40	35.6	81.2	35	33.3
7ª	17:48	34.8	80.9	34.2	32.9
8ª	18:00	34.3	84	33.6	32.6

B 8. Monitorizações HT30 para o conjunto dos atletas franceses (treino de 30 de março)

Aparelho HT30 (30 de março)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	16:25	34	77	33.2	31.2
2ª	16:55	33.8	81.8	33.1	31.6
3ª	17:10	33.5	87.7	32.9	32.1
4ª	17:25	33.5	88	32.7	32
5ª	17:40	35.1	81.4	34.7	32.9
6ª	17:55	34.6	85.6	33.8	32.7
7ª	18:10	33.6	78.6	32.8	31
8ª	18:25	28	37.8	26.7	21

B 9 Monitorizações HT30 para o conjunto dos atletas franceses (treino de 31 de março)

Aparelho HT30 (31 de março)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	16:25	34	81.2	33.6	31.9
2ª	16:40	34.1	85	33.7	32.4
3ª	16:55	33.7	84.9	33	31.9
4ª	17:10	33.6	86.5	32.9	31.9
5ª	17:25	33.8	86	33.3	32.2
6ª	17:40	34.3	82.7	33.6	32.2
7ª	18:10	33.1	81.7	33.6	30.2
8ª	18:25	28.4	40	28	21.5

- Conjunto de treinos do atleta português do skate

B 10. Monitorizações HT30 para o conjunto do atleta português (treino de 15 de abril)

Aparelho HT30 (15 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1ª	16:40	32.2	79.8	31.6	29.8

2 ^a	17:02	34.1	79.1	32.7	31.4
3 ^a	17:17	33	78.5	32.8	30.3
4 ^a	17:53	33.5	84.6	32.8	31.6
5 ^a	18:08	33	75.3	32.6	30.2

B 11. Monitorizações HT30 para o conjunto do atleta português (treino de 17 de abril)

Aparelho HT30 (17 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1 ^a	10:33	33.1	79	33.4	30.9
2 ^a	10:59	33.3	76.8	32.4	30.5
3 ^a	11:14	33.4	80.1	32.3	30.9
4 ^a	11:29	33.4	77.8	33.2	30.9
5 ^a	11:44	33.8	79	33.1	31.2
6 ^a	11:59	33.7	78.1	33.6	31.2
7 ^a	12:07	34.1	79.2	33.6	31.6

B 12. Monitorizações HT30 para o conjunto do atleta português (treino de 19 de abril)

Aparelho HT30 (19 de abril)					
Medição	Horas	Ta	H	TG	WGBT
1 ^a	10:30	32.4	79.1	32.7	30.3
2 ^a	10:52	32.8	80	31.5	30.2
3 ^a	11:07	33.8	80.8	33.4	31.6
4 ^a	11:22	33.2	77.7	32	30.5
5 ^a	11:37	34.2	79.7	34.1	32
6 ^a	11:52	34.1	80.6	33.3	31.7
7 ^a	12:07	34.3	77.1	33.4	31.5

A amarelo está destacado o período real de treino!

ANEXO C – TABELAS DE COMPARAÇÃO ENTRE EQUIPAMENTOS

C 1. Tabela de comparação entre equipamentos (WBGT)

HT30 = 1219		HT30 maior		1219 maior		Diferença	Media das dif.
WBGT 1219	WBGT HT30	WBGT 1219	WBGT HT30	WBGT 1219	WBGT HT30		
30.7	30.7					0	0.2
		30.8	30.9			0.1	Max das dif 1.5
		30.5	30.6			0.1	
		31.8	31.9			0.1	
				31.3	30.7	0.6	
				31.9	31.6	0.3	
				31.3	31.2	0.1	
				31.3	31.2	0.1	
30.6	30.6					0	
31.5	31.5					0	
		31	31.1			0.1	
		32	32.4			0.4	
		31.7	31.9			0.2	
				32	31.9	0.1	
		31.5	32.2			0.7	
				32.3	32.2	0.1	
		31.2	31.6			0.4	
		32.2	32.3			0.1	
31.8	31.8					0	
		32.6	33.3			0.7	
31.6	31.6					0	
32.1	32.1			32.2	32	0.2	
		32.8	32.9			0.1	
32.7	32.7					0	
		31.4	31.8			0.4	
		31.5	31.7			0.2	
		31.1	31.9			0.8	
		30.0	30.1			0.1	
31.1	31.1					0.0	
30.6	30.6					0.0	
		31.9	32.2			0.4	
		31.2	31.4			0.2	
		30.1	30.8			0.7	
		31.2	31.7			0.5	
		31.2	32.1			0.9	
		31.4	32.2			0.8	
		30.5	31.3			0.8	
		31.4	32.5			1.1	











		31.9	32.5			0.6
				30.8	30.3	0.5
		31.0	31.1			0.1
32.1	32.1					0.0
		31.6	31.8			0.3
		32.0	32.7			0.7
		29.8	30.2			0.4
		31.5	31.6			0.1
		29.9	30.5			0.6
		31.8	32			0.2
		31.5	31.7			0.2
				30.6	30.5	0.1
				31.3	30.9	0.4
				31.4	30.9	0.5
		31.0	31.2			0.2
				31.3	31.2	0.1
		31.0	31.4			0.4
		30.0	30.3			0.4
		31.5	31.6			0.1
		29.7	30.2			0.5
				31.3	29.8	1.5




C 2. Tabela de comparação entre equipamentos (TG)

Iguale		HT30 maior		1219 maior		Diferença	Media das dif.
TG 1219	TG HT30	TG 1219	TG HT30	TG 1219	TG HT30		
				34.6	33.7	0.9	0.5
				33.8	33	0.8	Max das dif.
				33.2	32.9	0.3	1.5
33.3	33.3					0	
				34.2	33.6	0.6	
				33.6	33.1	0.5	
				33.3	32.9	0.4	
				33.2	32.7	0.5	
				35.1	34.7	0.4	
				34.4	33.8	0.6	
				33.9	33.4	0.5	
				35	34.2	0.8	
				33.9	33.4	0.5	
				35.5	35	0.5	
				34.3	33.8	0.5	
				34.2	33.5	0.7	
				32.8	32.5	0.3	
				34.3	33.7	0.6	
				33.4	33.1	0.3	
				32.9	32.6	0.3	

				34.3	33.4	0.9
				33.6	33.2	0.4
33.3	33.3					0
				34.5	33.7	0.8
				33.5	33	0.5
				34.5	33.6	0.9
				33.4	32.8	0.6
				35	34.6	0.4
				33.8	33.4	0.4
		33	33.6			0.6
33.4	33.4					0
				34.1	33.8	0.3
				34	33.6	0.4
				33.4	33.2	0.2
				34.2	33.7	0.5
				33.5	33	0.5
				34.3	33.9	0.4
				33.2	32.6	0.6
34.8	34.8					0
				34.5	34.2	0.3
				33.4	31.9	1.5
				34	33.1	0.9
				34.9	34.1	0.8
				34	33.6	0.4
				34.8	34.4	0.4
				32.1	31.5	0.6
				33.8	33.4	0.4
				32.5	32	0.5
				34.5	34.1	0.4
33.3	33.3					0
				33.4	32.4	1
				32.9	32.3	0.6
				33.6	33.2	0.4
				33.2	33.1	0.1
				33.9	33.6	0.3
				33.4	32.7	0.7
		32.4	32.8			0.4
				33.3	32.8	0.5
32.6	32.6					0
		30.9	31.6			0.7

ANEXO D – CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS PARA SAPPORO E TOKYO (DIA TÍPICO)

6:00		28 °C	Sunny.	4 km/h	→	95%	1012 mbar	15 km
7:00		30 °C	Warm.	6 km/h	↘	85%	1012 mbar	N/A
8:00		30 °C	Warm.	7 km/h	↘	87%	1013 mbar	N/A
9:00		33 °C	Passing clouds.	9 km/h	↘	75%	1012 mbar	10 km
10:00		33 °C	Hot.	7 km/h	↙	62%	1012 mbar	N/A
11:00		32 °C	Hot.	7 km/h	↑	72%	1012 mbar	N/A
12:00		33 °C	Scattered clouds.	13 km/h	↑	71%	1011 mbar	10 km
13:00		34 °C	Extremely hot.	17 km/h	↑	69%	1011 mbar	N/A
14:00		35 °C	Extremely hot.	13 km/h	↑	67%	1011 mbar	N/A
15:00		34 °C	Passing clouds.	15 km/h	↑	63%	1010 mbar	10 km

6:00		27 °C	Overcast.	6 km/h	↘	80%	1008 mbar	20 km
7:00		28 °C	Warm.	9 km/h	↘	74%	1008 mbar	N/A
8:00		30 °C	Warm.	7 km/h	↑	67%	1008 mbar	N/A
9:00		30 °C	Partly sunny.	11 km/h	↗	66%	1008 mbar	20 km
10:00		31 °C	Hot.	13 km/h	↗	61%	1008 mbar	N/A
11:00		31 °C	Hot.	13 km/h	↗	60%	1007 mbar	N/A
12:00		30 °C	Overcast.	9 km/h	↗	64%	1007 mbar	20 km
13:00		31 °C	Hot.	13 km/h	↗	57%	1006 mbar	N/A
14:00		32 °C	Hot.	11 km/h	↗	55%	1006 mbar	N/A
15:00		31 °C	Overcast.	17 km/h	↑	61%	1006 mbar	20 km
16:00		31 °C	Hot.	11 km/h	↘	58%	1006 mbar	N/A

		Relative Humidity (%)																
		20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
Temperature (Dry-bulb temperature)	40	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44
	39	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42	43
	38	28	28	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41	42
	37	27	28	29	29	30	31	32	33	34	35	35	36	37	38	39	40	41
	36	26	27	28	29	29	30	31	32	33	34	34	35	36	37	38	39	39
	35	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	38	38
	34	25	25	26	27	28	29	29	30	31	32	33	33	34	35	36	37	37
	33	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	32	32	33	34	35	35	36
	32	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	31	31	32	33	34	34	35
	31	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	30	30	31	32	33	33	34
	30	21	22	23	24	24	25	26	27	27	28	29	29	30	31	32	32	33
	29	21	21	22	23	24	24	25	26	26	27	28	29	29	30	31	31	32
	28	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	28	28	29	30	30	31
	27	19	20	21	21	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28	29	29	30
	26	18	19	20	20	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27	28	28	29
	25	18	18	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	27	27	28
	24	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	26	26	27
23	16	17	17	18	19	19	20	20	21	22	22	23	23	24	25	25	26	
22	15	16	17	17	18	18	19	19	20	21	21	22	22	23	24	24	25	
21	15	15	16	16	17	17	18	19	19	20	20	21	21	22	23	23	24	

WBGT值	Caution <25℃	Warning 25℃~28℃	Severe Warning 28℃~31℃	Danger ≥31℃
-------	-----------------	--------------------	---------------------------	----------------