

# A EFICÁCIA DO FRIO RECUPERAÇÃO MUSCULAR PÓS-EXERCÍCIO EM CIAAQUE DE VELOCIDADE

## Autores

Francisca Dias Laia<sup>1</sup>; Manuel Gameiro da Silva<sup>2</sup>; Beatriz B. Gomes<sup>3</sup>; Amândio Cúcido Santos<sup>2</sup>; João Páscoa Pinheiro<sup>1</sup>

[kikalai@hotmail.com](mailto:kikalai@hotmail.com)

## Resumo

**Objetivos:** Analisar o impacto de um colete de frio na recuperação de canoístas de elite usando Termografia Infravermelha (TIV) e avaliar o impacto sobre a concentração sanguínea de lactato (CSL), recuperação e percepção de esforço.

**Metodologia:** No ergómetro de caiaque, em dois dias diferentes, realizaram o mesmo protocolo à exceção da recuperação ativa, em que, aleatoriamente, em um deles foi usado um colete frio (Inuteq Siku PAC® & H2O®). Cada momento foi realizado em uma sala com temperatura e humidade controladas e consistiu em 15 min de aclimatização, aquecimento, 5 vezes 5 min (em 75% PMM) em teste de 4 min), 15 min de repouso ativo a 40% PMM, 15 min de repouso passivo e, finalmente, um teste máximo de 500m. Em ambos os momentos foi determinada a CSL, a temperatura do core, a temperatura da urina e da pele acima do músculo latissimus dorsi usando a TIV e avaliado o esforço percebido (Escala RPE de Borg) e recuperação subjectiva (escala de 0 a 10 com 10 sendo “completamente recuperado”).

**Participantes:** Dez canoístas de elite que participaram pelo menos num evento inter-nacional em 2017 ou 2018 e estavam a treinar para integrar a equipa nacional. Não podiam ter percentagem de massa gorda superior a 20%.

**Resultados:** Não houve diferença significativa entre o desempenho no teste máximo de 500m nos dois momentos. A percepção subjetiva de recuperação foi significativamente maior com o colete ( $p < 0,01$ ). A CSL foi significativamente menor após a recuperação ativa usando o colete frio ( $p < 0,05$ ), bem como a temperatura da pele ( $p < 0,01$ ) e a temperatura do core 15 min após o repouso ativo ( $p < 0,05$ ).

**Conclusão:** O uso de colete de frio durante o descanso ativo após o treino ou a competição pode melhorar a recuperação. Pode ser interessante testá-lo em situações reais.

**Palavras-chave:** termografia; frio; caiaque de velocidade; recuperação muscular; desportos náuticos

<sup>1</sup> Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra

<sup>2</sup> Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial, Universidade de Coimbra

<sup>3</sup> Unidade de investigação para o Desporto e Atividade Física, Universidade de Coimbra

## INTRODUÇÃO

Durante as competições normalmente há 2 a 4 provas por dia com um breve tempo para recuperar. Devido a isso e para evitar o sobreaquecimento, que pode prejudicar o desempenho aeróbio quando a hipertermia ocorre<sup>1</sup>, uma das principais questões que aparece é encontrar uma maneira de arrefecer e, conseqüentemente, recuperar melhor num breve período de tempo usando ferramentas simples. Estes programas também aumentam a concentração de lactato sanguíneo (CSL), cujos valores estão positivamente correlacionados com a fadiga muscular e facilita a ocorrência de lesões<sup>2,3</sup>. É comum o uso da recuperação ativa (AR) após esforços de intensidade máxima para reduzir a CSL, o que leva a uma redução da fadiga muscular<sup>4</sup> e, conseqüentemente, uma redução da taxa de lesões.

Os métodos de crioterapia são aplicados para acelerar a regeneração dos tecidos e para impedir as lesões osteomusculares agudas se usados regularmente<sup>5,6</sup>, especialmente para aqueles que têm um programa de treino e de competição que exija diversos blocos de exercícios no mesmo dia ou ambientes de calor e humidade extremas<sup>5</sup>. A estimulação pelo frio mostra efeitos positivos sobre as enzimas musculares creatina cinase e lactato desidrogenase<sup>1</sup>. Além disso, há um aumento na secreção de  $\beta$ -endorfina pela glândula pituitária e uma diminuição na pulsação nociceptiva de mecanoreceptores, principalmente em fibras de C. O efeito das reações descritas acima corresponde à percepção reduzida da dor e um efeito placebo na sensação de recuperação<sup>7,5</sup>. Muitos cientistas consideram importante perceber de que forma estas sensações subjetivas se relacionam com achados objetivos. A escala RPE de Borg (6 a 20) está intimamente relacionada com a frequência cardíaca e outras variáveis como a CSL<sup>9</sup>.

De acordo com *Racinais et al.*<sup>8</sup> a diminuição da temperatura do core é menor com um colete de frio do que com submersão em água fria ou métodos de arrefecimento misto. No entanto, roupas de arrefecimento apresentam as vantagens de reduzir a temperatura da pele, reduzindo assim a tensão cardiovascular, armazenamento de calor e são práticos na redução da temperatura da pele sem reduzir a temperatura muscular, para que os atletas possam usá-los durante a recuperação ativa. Os abdominais superiores e inferiores, *pectoralis*, *latissimus dorsi*, *serratus anterior* e outros músculos do tronco são alguns dos músculos primários e de suporte da técnica de pagaiada<sup>10</sup>, assim, são um alvo possível para métodos da

recuperação. O nosso corpo emite radiação que pode ser detectada com imagem termográfica infravermelha (TIV). TIV é uma tecnologia sem radiação e não invasiva usada para monitorizar a temperatura de pele<sup>11</sup> sobre grandes áreas e pode ser quantificada rápida e exatamente<sup>12</sup>, permitindo a transformação da radiação do corpo em valores de temperatura<sup>11</sup>. Na TIV devem ser seguidas algumas recomendações<sup>13,14</sup>.

Nos últimos anos, algumas equipas de elite começaram a usar coletes de frio combinados com descanso ativo após a competição, a fim de acelerar a recuperação em ambientes quentes. No entanto, há poucos estudos que avaliam sua eficácia. É importante encontrar uma estratégia eficaz para evitar os potenciais efeitos fisiológicos e psicológicos maladaptativos do excesso de treino<sup>15</sup>. Devido a isso, o objetivo principal deste estudo é avaliar o impacto do colete de frio na recuperação e no desempenho dos atletas de caiaque de velocidade, analisando diferenças na TIV, percepção de esforço e CSL.

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### Participantes

Dez atletas de caiaque de velocidade (média  $\pm$  DP; idade,  $21,63 \pm 2,85$ ; altura,  $177,9 \text{ cm} \pm 7,33$ ; massa corporal,  $75,18 \pm 7,33 \text{ kg}$ ; extensão do braço,  $180,92 \pm 9,5 \text{ cm}$ ; % massa gorda,  $10,19 \pm 4,65$ ) participaram do presente estudo. Os critérios de inclusão foram: (1) participação em pelo menos um evento internacional nos últimos 2 anos; (2) seguir um planeamento que vise participar em eventos internacionais. O critério de exclusão foi: ter uma percentagem de massa gorda superior a 20%. Todos os participantes foram voluntários e assinaram um termo de consentimento informado (*anexo 1*). Cada sujeito foi o seu próprio controlo.

### Protocolo

O estudo teve três momentos diferentes e todos eles foram realizados num ergómetro de caiaque (*Dansprint® PRO kayak*). No primeiro momento, os atletas realizaram um teste máximo de 4 min para determinar a potência média máxima (PMM). Este teste definiu a potência de energia da sessão de treino e da recuperação ativa. O segundo e o terceiro momentos tiveram o mesmo protocolo. Todos os

protocolos foram realizados em sala de 25 m<sup>2</sup> com temperatura e humidade controladas. A temperatura durante os dois momentos do teste teve um valor médio entre 20,93°C e 21,22°C. A temperatura ideal para o uso da câmara infravermelha no estudo do corpo humano é de 21°C<sup>14</sup> porque a maior emissão infravermelha em seres humanos ocorre nesta temperatura. A humidade relativa apresentou média entre 66,4% e 68,90%. Os valores geralmente são 40% a 70%, mas não existem normas estabelecidas<sup>14</sup>.

O protocolo (*Figura 1*) consistiu em 15 min de aclimatização, aquecimento (5 min a 40% PMM), uma sessão de treino (ST) aeróbio (5 vezes 3 min com 3 min de repouso passivo) a 75% de PMM, semelhante ao habitual nos planos de treino diário. Depois houve 5 min de descanso passivo e pagaiaram por 15 min (40% PMM) como repouso ativo (RA) com ou sem o colete de frio (*Inuteq Siku PAC® & H2O®*), dependendo do momento do estudo. Este colete de frio tem bolsos para colocar 4 acumuladores no interior, 2 no lado anterior do tronco e 2 no lado posterior. Depois disso, descansaram passivamente por 15 min e depois realizaram simulação de prova de 500m para avaliar o desempenho. O uso do colete de frio foi determinado aleatoriamente com o *Excel 2013*.

Antes do teste, as características corporais, como altura, massa corporal, extensão do braço e percentagem de massa gorda, foram determinadas pelo *protocolo de Jackson e Pollock*. Esta é uma fórmula generalizada para o cálculo da densidade corporal (DC) de homens com idade entre 18 e 61 anos de idade, utilizando a soma de sete pregas cutâneas (subescapular, tricipital, abdominal, suprailíaca, coxa, peitoral e axilar média). A DC torna possível o cálculo da percentagem de massa gorda com a fórmula de Siri<sup>16</sup>.

Durante todos os testes foi avaliada a temperatura da pele com sensores acima do músculo do *latissimus dorsi* e foram tirados cinco fotografias infravermelhas da parte posterior tronco. Foi avaliada a concentração sanguínea de lactate (CSL) quatro vezes e a temperatura do core, utilizando a temperatura da urina, duas vezes. Em cada fase do estudo foi solicitada a perceção subjetiva de esforço utilizando a escala de RPE de Borg. Antes da simulação de prova foi solicitado a todos os canoístas para classificar seu estado de recuperação, de 0 a 10 (com 10 representando “completamente recuperado”). O estudo foi aprovado pelo Comité de ética da

Faculdade de Medicina da Universidade de Coimbra, com a referência oficial 131-CE-2017 (anexo 2).

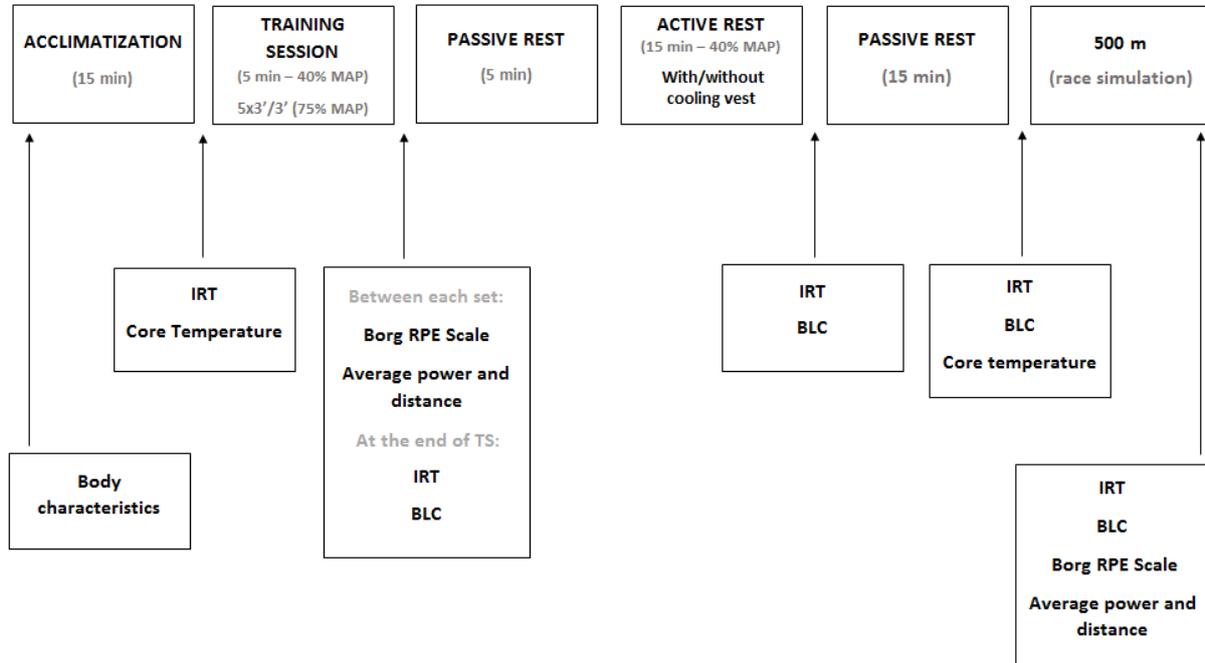
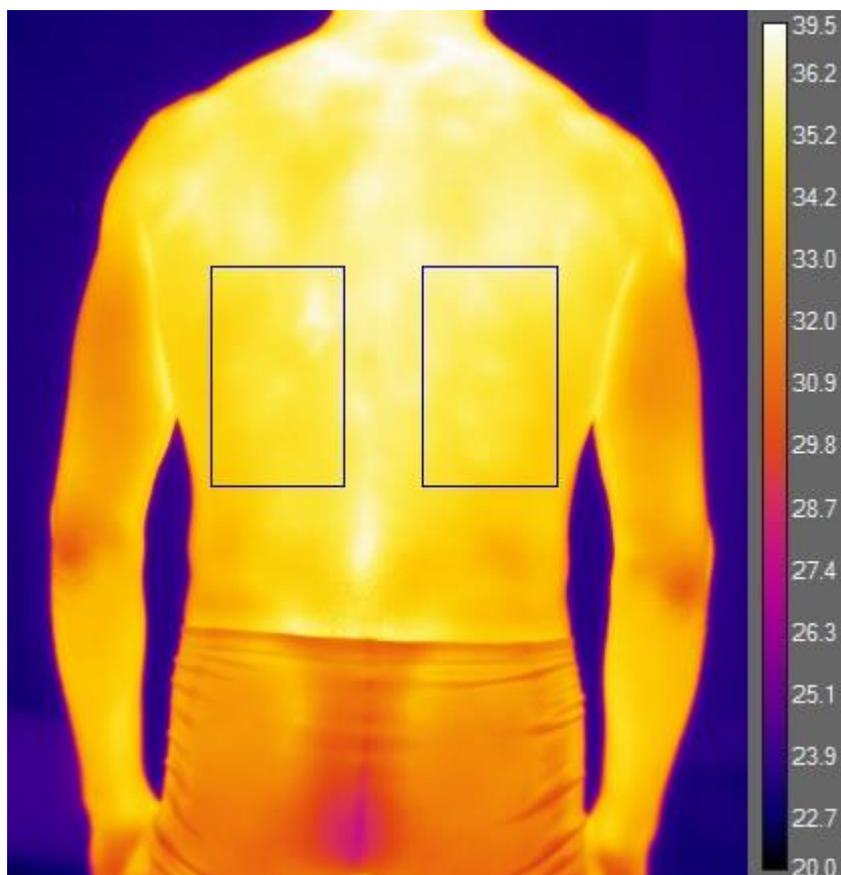


Figura 1 – desenho de estudo. Expressando os procedimentos e as avaliações feitas em cada fase. IRT – termografia infravermelha; BLC – concentração sanguínea de lactato; TS – sessão de treino.

### Temperatura da pele e temperatura do core

A temperatura da pele acima da parte do músculo *latissimus dorsi* foi avaliada durante todo o protocolo com TIV (Figura 2). Foi dada importância a 5 momentos, em condições de repouso após aclimatização, ST, RA e antes e após os 500m de simulação de prova. Durante o exercício físico, há um aumento da taxa metabólica e, portanto, aumento do calor interno. Mais tarde, com a continuidade do exercício, ocorre a redistribuição do fluxo sanguíneo para a pele, a fim de trocar calor com o ambiente<sup>17</sup>. Para essa avaliação foi utilizada uma câmara infravermelha (FLIR® SC660; Sistemas FLIR). Todos os participantes estavam cientes das recomendações antes da TIV. Também foram utilizados sensores de pele para medir a temperatura da pele, mas devido à falta de experiência e deteção de erros, os seus resultados não foram considerados na análise.

A medição não invasiva da temperatura de core baseada em medidas da superfície da pele pode ser influenciada por múltiplos fatores, tais como o local da medida, a evaporação e a roupa<sup>18</sup>, assim, a fim de reduzir o erro foi usada a temperatura da urina (*Checktemp® termómetro digital 1HI98509, Hanna Instruments*). Esta medição é menos invasiva do que outras técnicas como a temperatura retal e esofágica. De acordo com *Lefrant et al.*<sup>19</sup>, a técnica da bexiga urinária é mais precisa do que outras para medir a temperatura do core. A temperatura urinária foi avaliada em dois momentos, antes da ST e antes da simulação de 500m (*Figura 1*).



*Figura 2 – O termograma com região de interesse (ROI) marcado com retângulos. A área compreende parte da pele acima do músculo latissimus dorsi.*

### Concentração sanguínea de lactato (CSL)

A CSL foi medida após a ST, após a RA, antes e depois da simulação de prova de 500 m. Foi avaliada uma amostra de sangue capilar e determinado por método espectrofotométrico que tem alto grau de especificidade para o ácido láctico<sup>20</sup>. O instrumento utilizado para esta medição foi o *Miniphotometer plus LP20, Dr. Lange*.

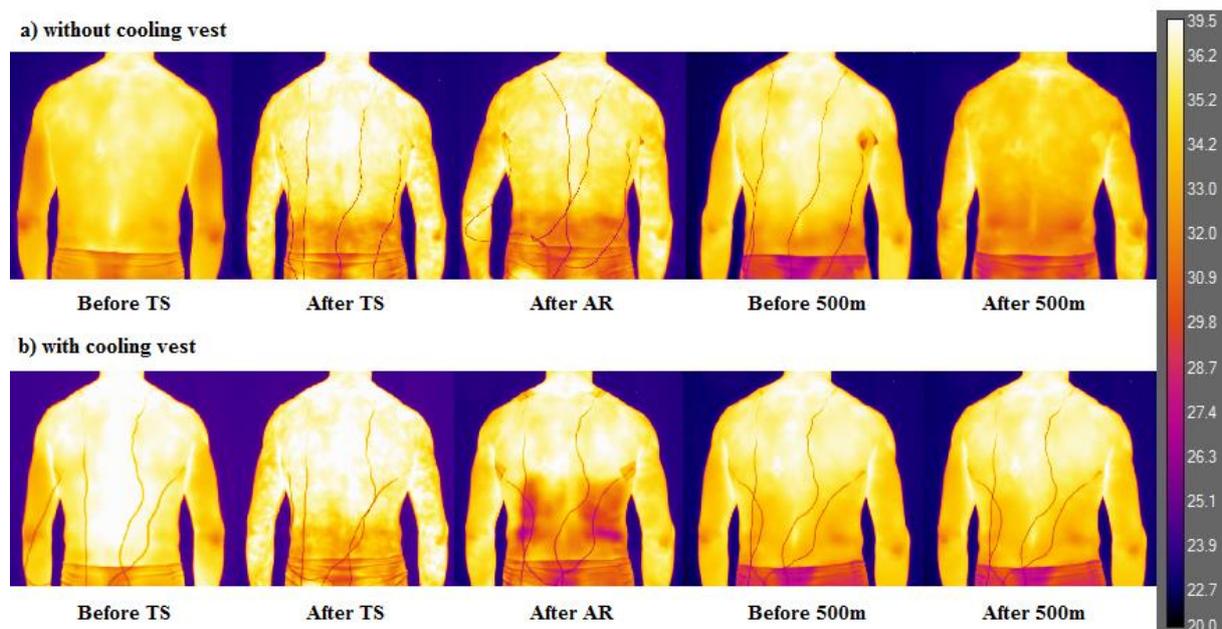
## Análise estatística

A percentagem de massa gorda foi calculada usando o *Excel 2013* para Windows 7. A análise estatística foi feita usando o *IBM SPSS Statistics* versão 24 para Windows 7. Foram realizadas estatísticas descritivas para todas as variáveis. O  $n$  deste estudo foi de 10 canoístas de modo que a comparação entre os dois momentos do estudo foi feita com o teste de Wilcoxon e a correlação foi testada com o teste de Spearman. Valores de  $p \leq 0,05$  foram considerados estatisticamente significativos.

## RESULTADOS

### Alterações na temperatura da pele

Em ambos os momentos, a temperatura da pele acima do músculo *latissimus dorsi* caiu após a RA. Comparando os termogramas (*Figura 3*) após a ST e após a RA em ambos os momentos de estudo, a queda de temperatura (*Tabela 1*) foi maior quando o colete de frio foi usado. A temperatura cutânea após a RA com o colete foi significativamente menor ( $p < 0,01$ ) (*Figura 4* – asterisco vermelho). Não houve diferenças significativas na temperatura após a simulação de prova de 500m. As diferenças podem ser avaliadas na *Figura 4*.



*Figura 3* – Exemplo de duas sequências de imagens termográficas de diferentes momentos do protocolo, com e sem o colete de frio. TS – sessão de treino; AR – recuperação ativa.

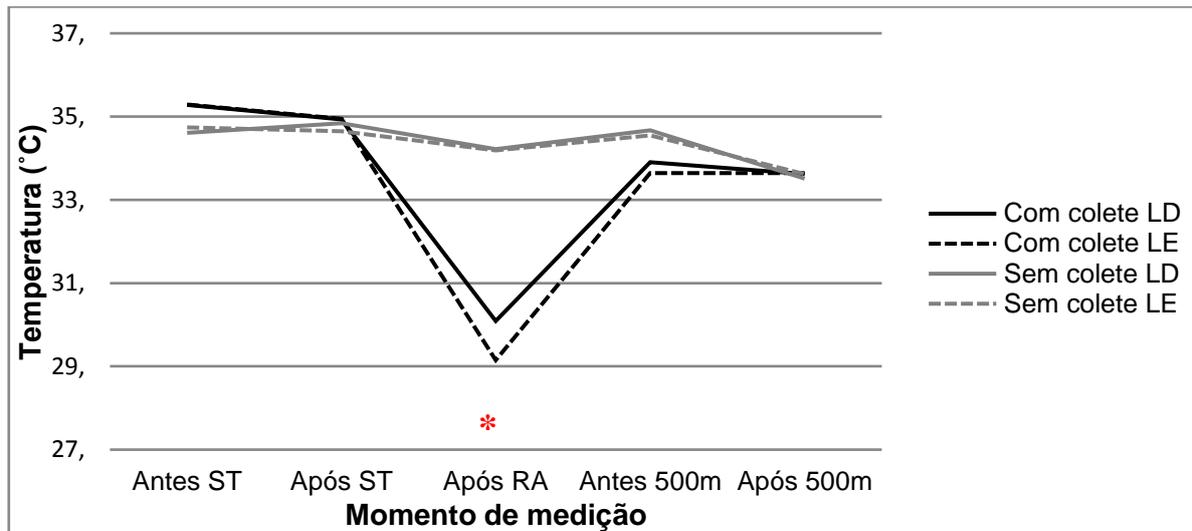


Figura 4 - Variação da temperatura cutânea durante todo o protocolo em ambos os momentos de estudo. As linhas cinzentas representam o momento em que os canoístas não usam o colete de frio na RA e as linhas pretas representam o momento com o colete de frio. O asterisco indica que houve diferença significativa ( $p < 0,01$ ) entre cada momento do estudo. LD – direito latissimus; LE – latissimus esquerdo. ST – sessão de treino; RA – recuperação ativa.

Sobre a temperatura do core, não houve diferença significativa entre as medições antes da ST. Por outro lado, 15 min após a RA a temperatura do core foi significativamente menor depois de usar o colete de frio ( $p < 0,05$ ) comparando com o momento em que os atletas não usaram o colete. Todos os valores de temperatura estão registados na *Tabela 1*.

### “Temperatura durante o protocolo”

Tabela 1 – Temperatura da pele acima do latissimus dorsi direito e esquerdo e temperatura do core registada durante todo o protocolo (antes e após a ST, após a RA e antes e após 500m teste) nos dois momentos de estudo. Os valores que são estatisticamente diferentes, ao comparar o uso do colete de frio com o momento sem ele, são marcados em cinza escuro para a temperatura da pele ( $p < 0,01$ ) e em cinza claro para a temperatura do core ( $p < 0,05$ ). Média  $\pm$  DP. ST – sessão de treinamento; RA – recuperação ativa.

	Com colete (temperatura °C)			Sem colete (temperatura °C)		
	LD	LE	Core	LD	LE	Core
<b>Antes ST</b>	35.28 $\pm$ 0.79	35.29 $\pm$ 0.93	36.3 $\pm$ 0.22	34.61 $\pm$ 0.89	34.74 $\pm$ 0.77	36.7 $\pm$ 0.26
<b>Depois ST</b>	34.93 $\pm$ 0.89	34.95 $\pm$ 0.90	-	34.84 $\pm$ 1.26	34.65 $\pm$ 1.39	-
<b>Após RA</b>	30.09 $\pm$ 2.12	29.15 $\pm$ 2.39	-	34.22 $\pm$ 0.94	34.19 $\pm$ 1.05	-
<b>Antes 500 m</b>	33.9 $\pm$ 0.97	33.64 $\pm$ 1.01	37.1 $\pm$ 0.46	34.67 $\pm$ 0.86	34.55 $\pm$ 0.81	37.4 $\pm$ 0.32
<b>Após 500 m</b>	33.62 $\pm$ 0.88	33.64 $\pm$ 1.02	-	33.51 $\pm$ 0.82	33.62 $\pm$ 0.88	-

### Mudanças no lactato sanguíneo

Não houve diferenças significativas na CSL após a ST quando comparados os momentos com o colete de frio e sem colete. As alterações na CSL em todos os momentos do protocolo podem ser avaliadas na *Figura 5*. Após a RA com colete de frio a CSL foi significativamente menor ( $p < 0,05$ ) comparando com os valores obtidos no mesmo momento sem o colete de frio (*Tabela 2*) (*Figura 5* – asterisco vermelho).

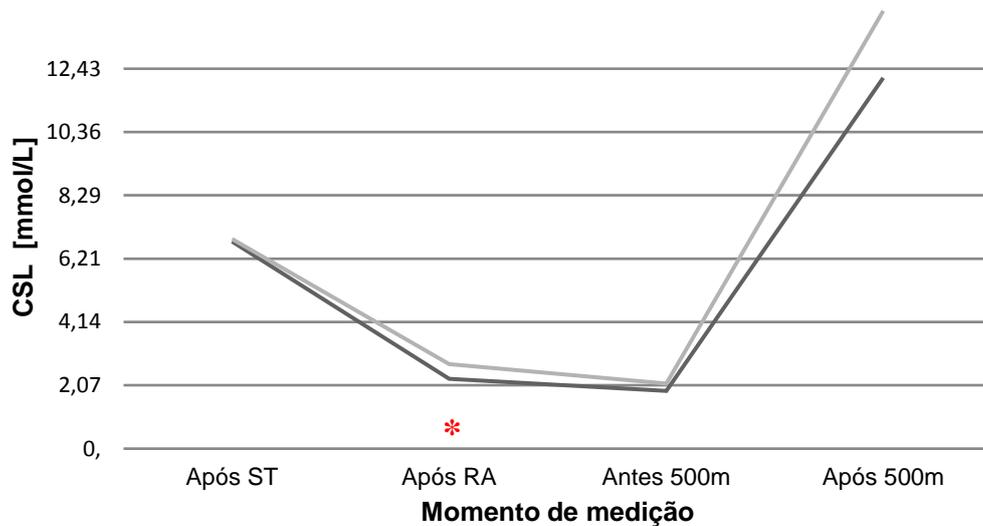


Figura 5 – CSL muda durante todo o protocolo em ambos os momentos do estudo. O asterisco vermelho indica que houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) entre cada momento do estudo. Cinzeno escuro – RA com colete de frio; Cinzeno claro – RA sem colete de frio. CSL – concentração sanguínea de lactato; ST – sessão de treino; RA – recuperação ativa.

#### “CSL durante o protocolo”

Tabela 2 – Valores de CSL durante todo o protocolo com e sem colete de frio. Os valores que são estatisticamente diferentes ( $p < 0,05$ ) são marcados com cinzeno claro. ST – sessão de treino; RA – recuperação ativa. Média  $\pm$  DP.

	Com colete (mmol/L)	Sem colete (mmol/L)
	BLC	BLC
<b>Após ST</b>	6.78 $\pm$ 2.61	6.86 $\pm$ 2.86
<b>Após RA</b>	2.29 $\pm$ 1.10	2.77 $\pm$ 1.11
<b>Antes 500 m</b>	1.89 $\pm$ 1.01	2.13 $\pm$ 1.13
<b>Após 500 m</b>	12.13 $\pm$ 2.70	14.31 $\pm$ 3.87

Apesar de não existirem diferenças estatísticas ( $p = 0.139$ ) entre o CSL antes da simulação da prova de 500m, a CSL média foi menor no momento em que foi utilizado o colete de frio durante a RA do que no momento sem colete. O mesmo ocorreu com a CSL após o teste de 500m ( $p = 0.66$ ) e o valor médio também foi menor quando se utilizou o colete de frio durante a RA comparando com o momento sem o seu uso

(Figura 6). A variação da CSL antes e após os 500m para cada atleta é discriminada na Figura 6.

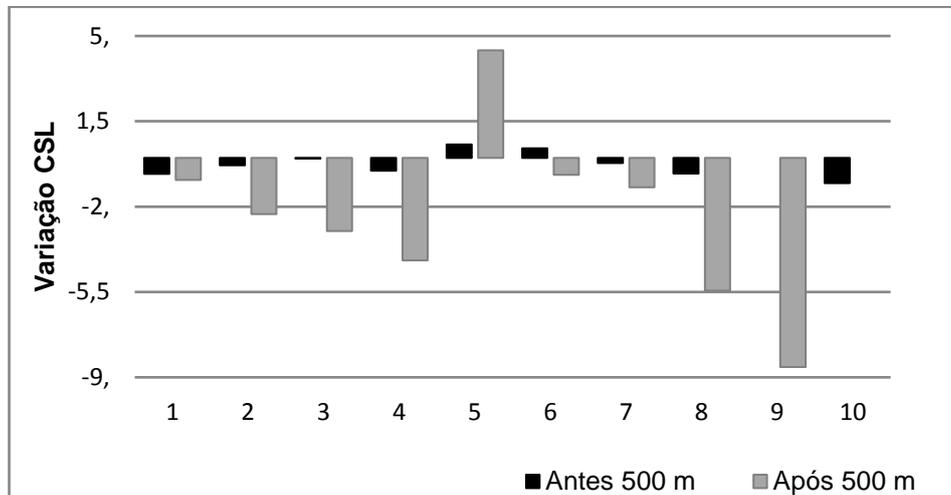


Figura 6 – Variação dos valores de CSL antes (preto) e após (cinzento) a simulação de prova de 500m para cada atleta (números 1 a 10). Variação = (CSL com colete) – (CSL sem colete).

### Perceção subjetiva de esforço, performance e sensação de recuperação

Não houve diferença significativa entre o esforço percebido (escala RPE de Borg) e a potência registada no ergómetro em qualquer período do estudo quando comparados os dois momentos, com e sem o colete de frio durante o período de RA. A perceção subjetiva de recuperação dos atletas antes da prova de simulação de 500m foi significativamente maior após o uso do colete de frio ( $p < 0,01$ ) (Figura 7).

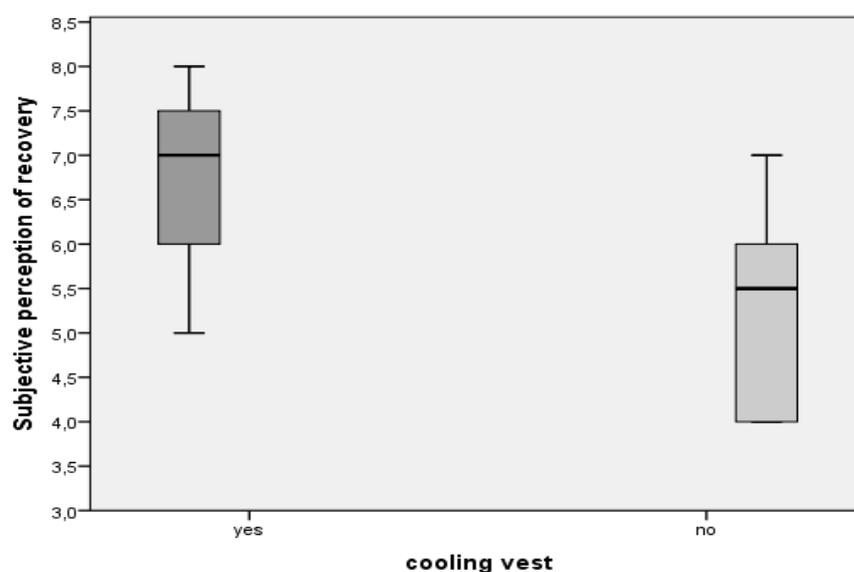


Figura 7 – Perceção subjetiva de recuperação antes do teste de 500m. Média  $\pm$  DP com colete de frio ( $6,85 \pm 0,94$ ) e sem colete ( $5,25 \pm 1,09$ ) durante a recuperação ativa.

Não houve diferença estatística na potência média do teste máximo de 500m entre o protocolo com colete de frio e sem este. O mesmo aconteceu para o desempenho do tempo do teste de simulação da prova de 500m, que não era estatisticamente diferente ao comparar protocolos da RA com e sem o colete de frio. Em ambos os momentos, não houve correlação entre a CSL antes do teste de 500m com o tempo de desempenho no teste.

## DISCUSSÃO

O objetivo principal deste estudo foi avaliar o impacto do colete de frio na recuperação e desempenho dos atletas de caiaque de velocidade analisando diferenças na TIV, percepção de esforço e CSL.

O colete de frio revelou ser um instrumento adequado para induzir uma redução na temperatura da pele enquanto pagaiando (*Figura 4*). É leve e não limita o movimento técnico a baixa intensidade.

A TIV foi utilizada para avaliar as alterações durante todo o protocolo na temperatura da pele. Como descrito em outros estudos<sup>7,12</sup> pode ser usada para monitorizar a temperatura da pele durante a atividade física e tratamentos de frio. Na *Tabela 1* podemos avaliar que a temperatura da pele acima de LD quando os atletas usaram o colete de frio durante ao RA foi quase 4 graus centígrados menor quando comparada com a RA sem colete de frio. Após a aplicação do colete há um aumento da circulação sanguínea nessa área para retornar à homeostase. Esse aumento leva a uma eliminação mais rápida de resíduos como o lactato, promovendo uma melhor e mais rápida recuperação<sup>7,21</sup>. Se usado regularmente<sup>6</sup> nos dias mais quentes, reduzindo os níveis de lactato, o colete de frio reduziria a fadiga e, conseqüentemente, a probabilidade de desenvolver uma lesão ou atingir o nível de *overtraining* será menor.

Ao analisar a *Figura 6*, podemos verificar que 8 atletas apresentaram, antes e após a simulação de prova de 500m, valores inferiores de CSL quando usaram o colete de frio durante a RA comparando com RA sem colete de frio. 1 atleta (*número 5 – figura 6*) apresentou maiores valores de CSL após a realização de RA com colete de frio e 1 atleta (*número 6 – figura 6*), após o uso de colete frio, apresentou valores mais altos de CSL antes da simulação de prova, porém menores valores após a

mesma. Estas alterações foram mais evidentes nos valores após a simulação de prova, conforme indicado pelo tamanho das colunas cinzentas, e sugere claramente uma diferença na resposta fisiológica dos canoístas a esse método de recuperação. Leva-nos a uma singularidade de desportos de alto rendimento: a individualização e resposta diferente para o mesmo método de recuperação. Isto diz-nos que o que é uma vantagem para um atleta não pode ser para outro.

A perceção de esforço e a potência nos dois momentos de estudo foram semelhantes, por isso significa que os atletas realizaram o ST e o RA com intensidade semelhante e a mesma quantidade de recursos<sup>22</sup> físicos e motivacionais. Devido a isso, podemos supor que as diferenças encontradas nos valores de CSL são independentes dessas variáveis. Como a escala RPE de Borg tem correlação com o nível de lactato<sup>19</sup>, esperava-se que o seu valor na RA com colete de frio fosse menor mas esse facto não se verificou.

Como descrito na literatura<sup>7,8</sup> o frio aumenta a perceção subjetiva de recuperação com um efeito semelhante ao placebo. Este efeito está ligado à libertação de dopamina do núcleo *accumbens*, um componente central do sistema de recompensa cerebral e sabe-se que a expectativa de um efeito analgésico pode libertar opióides endógenos<sup>22</sup>. No presente estudo tivemos resultados semelhantes e confirmamos que, quando os canoístas realizaram a RA com o colete de frio, sentem-se mais recuperados do que quando não o utilizaram. A perceção individual de recuperação está relacionada com desempenho subsequente e os parâmetros psicológicos podem ser mais sensíveis que marcadores fisiológicos na determinação do estado de recuperação de atletas<sup>15</sup>.

O facto de o desempenho não ser diferente nos dois momentos de estudo significa que, apesar da diferença na resposta fisiológica ao frio, o desempenho não foi afetado pelo uso do colete de frio. Isto pode acontecer devido ao pequeno número de participantes e devemos considerar a realização do mesmo protocolo com um número maior de atletas.

## Limitações

A medição da temperatura do core não foi avaliada com um sensor dentro do corpo porque é um método invasivo e não é prático executar durante um protocolo com atividade física. Em estudos adicionais, esse parâmetro necessita ser corrigido ou uma correlação entre a temperatura da urina dentro e fora da bexiga deve ser feita previamente ao estudo.

O estudo foi realizado numa sala com temperatura e humidade controladas, o que não replica as condições meteorológicas reais das competições/treinos. Por este motivo, deve-se testar estes resultados em ambiente real e em diferentes condições meteorológicas.

Há também a necessidade de realizar este estudo envolvendo mais músculos e com outros coletes de frio para ver se há consistência de resultados.

## CONCLUSÃO

Apesar de não haver concordância sobre a eficácia dos tratamentos de crioterapia, neste estudo podemos concluir que o colete de frio pode ser uma ferramenta útil para usar entre sessões de treino ou provas com pouco tempo de recuperação.

No entanto, em desportos de alto rendimento, devemos avaliá-lo caso a caso e não registámos a mesma vantagem para todos os atletas. Parece que o colete de frio pode levar a uma recuperação fisiológica mais rápida, reduzindo a temperatura do core e da pele levando a uma mais rápida redução da CSL. Não obstante não encontramos uma correlação entre estes efeitos e um melhor desempenho.

A TIV parece ser um método de confiança para monitorizar a temperatura da pele antes e depois da atividade física e do tratamento com frio numa sala com temperatura e humidade controladas.

## BIBLIOGRAFIA

1. Banfi G, Lombardi G, Colombini A, Melegati G. Whole-body cryotherapy in athletes. *Sport Med.* 2010;40(6):509–17.
2. Tesch P, Sjodin B, Thorstensson A, Karlsson J. Muscle fatigue and its relation to lactate accumulation and LDH activity in man. *Acta Physiol Scand.* 1978 Aug 1;103(4):413–20.
3. Place N, Yamada T, Bruton JD, Westerblad H. Muscle fatigue: From observations in humans to underlying mechanisms studied in intact single muscle fibres. Vol. 110, *European Journal of Applied Physiology.* 2010. p. 1–15.
4. Monedero J, Donne B. Effect of recovery interventions on lactate removal and subsequent performance. *Int J Sports Med.* 2000;21(8):593–7.
5. Chan YY, Yim YM, Bercades D, Cheng TT, Ngo KL, Lo KK. Comparison of different cryotherapy recovery methods in elite junior cyclists. *Asia-Pacific J Sport Med Arthrosc Rehabil Technol.* 2016;5:17–23.
6. Howatson G. The Prevention and Treatment of Exercise-Induced Muscle Damage The Prevention and Treatment of Exercise-Induced Muscle Damage. 2016;
7. Adamczyk JG, Krasowska I, Boguszewski D, Reaburn P. The use of thermal imaging to assess the effectiveness of ice massage and cold-water immersion as methods for supporting post-exercise recovery. *J Therm Biol.* 2016;60:20–5.
8. Racinais S, Alonso JM, Coutts AJ, Flouris AD, Girard O, González-Alonso J, et al. Consensus recommendations on training and competing in the heat. *Br J Sports Med.* 2015;49(18):1164–73.
9. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc.* 1982; 14:377–81.
10. Cox RW. The science of canoeing: a guide for competitors and coaches to understanding and improving performance in sprint and marathon kayaking. Cheshire, Coxburn Press; 1992.
11. Hadžić V, Širok B, Malneršič A, Čoh M. Can infrared thermography be used to monitor fatigue during exercise? A case study. *Journal of Sport and Health Science.* 2015 Nov 4;

12. Costello JT, McInerney CD, Bleakley CM, Selfe J, Donnelly AE. The use of thermal imaging in assessing skin temperature following cryotherapy: A review. *J Therm Biol.* 2012;37(2):103–10.
13. Gabriel J, Branco C aguiar, Ferreira AP, Ramalhão C, Vordasca R, Clemente MP. *Termografia: Imagem médica e síndromas dolorosas.* LIDEL; 2017.
14. Korman P, Zielinski J, Kusy K, Straburzynska-lupa A. Possible uses of infrared thermography in sport. *Trends Sport Sci.* 2016;2(23):57–62.
15. Cook CJ, Beaven CM. Individual perception of recovery is related to subsequent sprint performance. *Br J Sports Med.* 2013;47(11):705–9.
16. Dourado CP, Dos Santos JL, Soares BM, Baratto I, Dos Santos EF, Bennermann GD. perfil antropométrico e comparação de diferentes métodos de avaliação da composição corporal de atletas de futsal masculino. *Rev Bras Nutr Esportiva.* 2012;1–10.
17. Neves, Eduardo Borba; Moreira, Tiago Rafael; Lemos, Rui; Vilaça-alves J, Rosa C, Reis VM. Using Skin Temperature and Muscle Thickness To Assess Muscle Response To Strength Training. *Rev Bras Med Esporte.* 2015;21(5):350–4.
18. Xu X, Karis AJ, Buller MJ, Santee WR. Relationship between core temperature, skin temperature, and heat flux during exercise in heat. *Eur J Appl Physiol.* 2013;113(9):2381–9.
19. Lefrant JY, Muller L, Emmanuel Coussaye J, Benbabaali M, Lebris C, Zeitoun N, et al. Temperature measurement in intensive care patients: Comparison of urinary bladder, oesophageal, rectal, axillary, and inguinal methods versus pulmonary artery core method. *Intensive Care Med.* 2003;29(3):414–8.
20. Barker SB, Summerson WH. The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J Biol Chem.* 1941;138:535–54.
21. Vaile JM, Gill N, Blazeovich A. The effects of contrast water therapy on symptoms of delayed onset muscle soreness. 2007;21(3):697–702.
22. Gamberale F. Perception of effort in manual materials handling. *Scand J Work Environ Heal.* 1990;16(SUPPL. 1):59–66.

# ANEXOS

## ANEXO 1 – Consentimento informado

### FORMULÁRIO DE INFORMAÇÃO E CONSENTIMENTO INFORMADO

**TÍTULO DO PROJECTO DE INVESTIGAÇÃO:**

"A eficácia do uso do frio na recuperação muscular pós-exercício em kayak de velocidade"

**PROMOTOR:** Francisca Dias Laia

**INVESTIGADOR COORDENADOR:** Este estudo será orientado pelo Professor Associado, João Páscoa Pinheiro e co-orientado pelo Professor Auxiliar, Amândio Manuel Cupido Santos.

**CENTRO DE ESTUDO**

ADAI - Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial

**INVESTIGADOR PRINCIPAL:** Francisca Dias Laia

**MORADA:** Tapada do Chafariz, lote 6, 2º ESQ, 2200-235 Abrantes

**CONTACTO TELEFÓNICO:** 913539936

**NOME DO DOENTE:**

É convidado a participar voluntariamente neste estudo por ser atleta de kayak de velocidade da categoria senior (18-35 anos).

Este procedimento é chamado Consentimento Informado e descreve a finalidade do estudo, os procedimentos, os possíveis benefícios e riscos. A sua participação poderá contribuir para melhorar o conhecimento sobre a utilidade do uso do frio como método de recuperação após sessões de treino e prova.

Receberá uma cópia deste Consentimento Informado para rever e solicitar aconselhamento de familiares e amigos. O Investigador irá esclarecer qualquer dúvida que tenha sobre o termo de consentimento e também alguma palavra ou informação que possa não entender.

Depois de compreender o estudo e de não ter qualquer dúvida acerca do mesmo, deverá tomar a decisão de participar ou não. Caso queira participar, ser-lhe-á solicitado que assinhe e date este formulário. Após a sua assinatura e a do Investigador, ser-lhe-á entregue uma cópia. Caso não queira participar, não haverá qualquer penalização.

## **1. INFORMAÇÃO GERAL E OBJETIVOS DO ESTUDO**

Este estudo irá decorrer na **AJAI - Associação para o Desenvolvimento da Aerodinâmica Industrial** com o objetivo de verificar se a utilização de um colete de frio no decorrer do período de recuperação ativa permitira melhorar a recuperação muscular e, posteriormente, ser utilizado entre regatas e treinos intensos.

Trata-se de uma investigação sobre a o frio como método de recuperação, na qual, o protocolo foi construído de acordo com os planos de treino habitualmente realizados pelos atletas.

Este estudo foi aprovado pela Comissão de Ética da Faculdade Medicina da Universidade de Coimbra (FMUC) de modo a garantir a proteção dos direitos, segurança e bem-estar de todos os atletas incluídos e garantir prova pública dessa proteção. Como participante neste estudo beneficiará da vigilância e apoio do seu médico, garantindo assim a sua segurança.

Este estudo tem por objetivo tentar encontrar um método de recuperação de utilização fácil e rápida que possa ser usado pelos atletas nas suas rotinas de treino e competições. Assim e como referido anteriormente, será utilizado um colete de frio no decorrer do período de recuperação ativa do protocolo do estudo com o objetivo de avaliar as alterações fisiológicas provocadas pelo mesmo aferindo melhora a recuperação muscular, ajudando assim na prevenção de lesões por fadiga extrema. Serão incluídos neste estudo 10 atletas da categoria Sênior da modalidade de Canoagem, vertente de kayak, disciplina de velocidade que tenham realizado provas internacionais nos últimos 2 anos e que pratiquem a modalidade ativamente neste momento.

## **2. PROCEDIMENTOS E EXPLICAÇÃO DO ESTUDO**

### **2.1. Procedimentos**

Em primeiro lugar será realizada uma análise antropométrica, incluindo, estatura,

envergadura, massa corporal e pregas cutâneas com o objetivo de facilitar a interpretação dos dados recolhidos.

Todo o restante procedimento será realizado em ergómetro de kayak.

Antes da realização do protocolo do estudo, será pedido aos atletas que realizem um teste de 4 minutos a intensidade máxima para definir as intensidades de realização do treino e da recuperação ativa no decorrer do protocolo de estudo.

O estudo, propriamente dito, será composto por 2 momentos e será aplicado um protocolo composto por aquecimento, sessão de treino (5 séries de 3 minutos), recuperação ativa com e sem colete de frio, dependendo do momento de avaliação, descanso passivo e uma série de 600m simulando uma situação de prova, semelhante ao habitualmente realizado no planeamento de treino.

Durante a realização do protocolo serão capturadas imagens corporais com câmara termográfica, será feita uma monitorização da temperatura cutânea através de sensores térmicos colocados à superfície da pele corresponde aos músculos trapézios e latísimus dorsais (dos mais recrutados durante a técnica de pagaçada), será medida a temperatura corporal central através da temperatura da urina em dois momentos do protocolo e serão também recolhidos 10 µl de sangue capilar em quatro momentos para determinação da concentração de ácido láctico, recolha com a qual todos os atletas já estão familiarizados por ser prática corrente nos momentos de testes físicos realizados nas Equipas Nacionais.

## 2.2. Calendário das visitas

Este estudo terá a necessidade de 3 visitas ao local do estudo.

- 1ª visita – Avaliação antropométrica e realização do teste de 4 minutos a intensidade máxima;
- 2ª visita – 1º momento do protocolo de estudo;
- 3ª visita – 2º momento do protocolo de estudo;

O uso do colete ocorrerá apenas num dos momentos de estudo que será escolhido de forma aleatória. Esta será efetuada no Excell 2013.

## 2.3. Tratamento de dados

Os dados serão introduzidos e tratados com auxílio do Excell 2013 e do IBM SPSS versão 24.

### **3. RISCOS E POTENCIAIS INCONVENIENTES**

Não existem riscos para além dos habituais durante a execução de um treino do dia-a-dia dos atletas. Como referido anteriormente, todos os procedimentos efetuados neste protocolo são comuns nas Equipas nacionais e, por isso, já conhecidos dos atletas.

### **4. POTENCIAIS BENEFÍCIOS**

Este estudo tem a vantagem de estudar as respostas fisiológicas a um método de recuperação de fácil e rápida utilização na modalidade de canoagem. Existem variados estudos sobre o uso do frio em vários desportos mas na canoagem esse estudo está pouco desenvolvido.

### **5. SEGURANÇA**

O protocolo do estudo foi pensado tendo em conta o planeamento habitual dos atletas e estando já familiarizados com o ergómetro de kayak utilizado não se espera que devido à sua participação venha a sofrer problemas de saúde ou lesões. No entanto, se sofrer alguma lesão física como resultado de quaisquer procedimentos do estudo, realizados de acordo com o protocolo, será reembolsado pelas despesas médicas necessárias para as tratar.

### **6. PARTICIPAÇÃO/ ABANDONO VOLUNTÁRIO**

É inteiramente livre de aceitar ou recusar participar neste estudo. Pode retirar o seu consentimento em qualquer altura sem qualquer consequência para si, sem precisar de explicar as razões, sem qualquer penalidade ou perda de benefícios e sem comprometer a sua relação com o Investigador que lhe propõe a participação neste estudo. Ser-lhe-á pedido para informar o Investigador se decidir retirar o seu consentimento.

O Investigador do estudo pode decidir terminar a sua participação neste estudo se entender que não é do melhor interesse para si prosseguir.

### **7. CONFIDENCIALIDADE**

Os seus registos manter-se-ão confidenciais e anonimizados de acordo com os regulamentos e leis aplicáveis. Se os resultados deste estudo forem publicados a sua identidade manter-se-á confidencial.

Ao assinar este Consentimento Informado autoriza este acesso condicionado e restrito. Pode ainda em qualquer altura exercer o seu direito de acesso à informação. Pode ter também acesso a todos os seus dados recolhidos no estudo. Tem também o direito de se opor à transmissão de dados que sejam cobertos pela confidencialidade profissional.

A Comissão de Ética responsável pelo estudo pode solicitar o acesso aos seus registos para assegurar-se que o estudo está a ser realizado de acordo com o protocolo. Não pode ser garantida a confidencialidade absoluta devido à necessidade de passar a informação a essas partes. Ao assinar este termo de consentimento informado, permite que as suas informações deste estudo sejam verificadas, processadas e relatadas conforme for necessário para finalidades científicas legítimas.

#### **Confidencialidade e tratamento de dados pessoais**

Os dados pessoais dos participantes no estudo, incluindo os dados recolhidos durante o estudo, serão utilizados para condução do estudo, designadamente para fins de investigação em medicina desportiva relacionados com a modalidade de canoagem. Ao dar o seu consentimento à participação no estudo, a informação a si respeitante, designadamente a informação clínica, será utilizada da seguinte forma:

1. O promotor, os investigadores e as outras pessoas envolvidas no estudo recolherão e utilizarão os seus dados pessoais para as finalidades acima descritas.
2. Os dados do estudo, associados a um código que não o identifica diretamente serão comunicados pelo investigador e outras pessoas envolvidas no estudo ao promotor do estudo, que os utilizará para as finalidades acima descritas.
3. Os dados do estudo, associados a um código que não permita identificá-lo diretamente, poderão ser comunicados a autoridades de saúde nacionais e internacionais.
4. A sua identidade não será revelada em quaisquer relatórios ou publicações resultantes deste estudo.
5. Todas as pessoas ou entidades com acesso aos seus dados pessoais estão sujeitas a sigilo profissional.
6. Ao dar o seu consentimento para participar no estudo autoriza o promotor ou empresas de monitorização de estudos especificamente contratadas para o efeito e seus colaboradores e/ou autoridades de saúde, a aceder aos dados para conferir que a informação recolhida e registada pelos investigadores, designadamente para assegurar o rigor dos dados que lhe dizem respeito e para garantir que o estudo se encontra a ser desenvolvido corretamente e que os dados obtidos são fiáveis.
7. Nos termos da lei, tem o direito de, solicitar o acesso aos dados que lhe dizem respeito, bem como de solicitar a retificação dos seus dados de identificação.
8. Tem ainda o direito de retirar este consentimento em qualquer altura através da notificação ao investigador, o que implicará que deixe de participar no estudo. No

entanto, os dados recolhidos ou criados como parte do estudo até essa altura que não o identifiquem poderão continuar a ser utilizados para o propósito do estudo, nomeadamente para manter a integridade científica do estudo, e a sua informação médica não será removida do arquivo do estudo.

9. Se não der o seu consentimento, assinando este documento, não poderá participar neste estudo. Se o consentimento agora prestado não for retirado e até que o faça, este será válido e manter-se-á em vigor.

### **8. COMPENSAÇÃO**

Este estudo será realizado no âmbito do Trabalho Final de 6º ano do Mestrado Integrado em Medicina e, por isso, solicita-se a sua participação sem uma compensação financeira para a sua execução, tal como também acontece com os investigadores e o Centro de Estudo. No entanto, se além das visitas previstas lhe forem solicitadas visitas suplementares no âmbito deste estudo, as despesas decorrentes dessas deslocações e ser-lhe-ão reembolsadas. O Centro de Estudo suportará todos os custos inerentes aos procedimentos das visitas. Não haverá portanto qualquer custo para o participante pela sua participação neste estudo.

### **9. CONTACTOS**

Se tiver perguntas relativas aos seus direitos como participante deste estudo, deve contactar:

Presidente da Comissão de Ética da FMUC,  
Azinhaga de Santa Comba, Celas – 3000-548 Coimbra  
Telefone: 239 857 707  
e-mail: [comissaoetica@fmed.uc.pt](mailto:comissaoetica@fmed.uc.pt)

Se tiver questões sobre este estudo deve contactar:

Francisca Dias Laia  
Tapada do Chafariz, lote 6, 2º ESQ  
2200-235, Abrantes

**NAO ASSINE ESTE FORMULARIO DE CONSENTIMENTO INFORMADO A MENOS  
QUE TENHA TIDO A OPORTUNIDADE DE PERGUNTAR E TER RECEBIDO  
RESPOSTAS SATISFATORIAS A TODAS AS SUAS PERGUNTAS.**

## CONSENTIMENTO INFORMADO

De acordo com a Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial e suas atualizações:

1. Declaro ter lido este formulário e aceito de forma voluntária participar neste estudo.
2. Fui devidamente informado da natureza, objetivos, riscos, duração provável do estudo, bem como do que é esperado da minha parte.
3. Tive a oportunidade de fazer perguntas sobre o estudo e percebi as respostas e as informações que me foram dadas.

A qualquer momento posso fazer mais perguntas ao responsável do estudo. Durante o estudo e sempre que quiser, posso receber informação sobre o seu desenvolvimento. O investigador responsável dará toda a informação importante que surja durante o estudo que possa alterar a minha vontade de continuar a participar.

4. Aceito que utilizem os meus dados no estrito respeito do segredo médico e anonimato. Os meus dados serão mantidos estritamente confidenciais. Autorizo a consulta dos meus dados apenas por pessoas designadas pelo promotor e por representantes das autoridades reguladoras.
5. Aceito seguir todas as instruções que me forem dadas durante o estudo. Aceito em colaborar com o investigador e informá-lo imediatamente das alterações do meu estado de saúde e bem-estar e de todos os sintomas inesperados e não usuais que ocorram.
6. Autorizo o uso dos resultados do estudo para fins exclusivamente científicos e, em particular, aceito que esses resultados sejam divulgados às autoridades sanitárias competentes.
7. Aceito que os dados gerados durante o estudo sejam informatizados pelo promotor ou outrem por si designado.

Eu posso exercer o meu direito de retificação e/ ou oposição.

8. Tenho conhecimento que sou livre de desistir do estudo a qualquer momento, sem ter de justificar a minha decisão e sem comprometer. Eu tenho conhecimento que

o investigador tem o direito de decidir sobre a minha saída prematura do estudo e que me informara da causa da mesma.

9. Fui informado que o estudo pode ser interrompido por decisão do investigador, do promotor ou das autoridades reguladoras.

Nome do

Participante \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

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

Confirmo que expliquei ao participante acima mencionado a natureza, os objectivos e os potenciais riscos do Estudo acima mencionado.

Nome do

Investigador: \_\_\_\_\_

Assinatura: \_\_\_\_\_

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

## ANEXO 2 – Aprovação da Comissão de Ética



FACULDADE DE MEDICINA  
UNIVERSIDADE DE COIMBRA

**COMISSÃO DE ÉTICA DA FMUC**

Of. Ref<sup>o</sup> **131-CE-2017**  
Data 18/12/2017

C/C aos Exmos. Senhores  
Investigadores e co-investigadores

Exmo. Senhor  
Prof. Doutor Duarte Nuno Vieira  
Director da Faculdade de Medicina de  
Universidade de Coimbra

**Assunto: Pedido de parecer à Comissão de Ética - Projeto de Investigação autónomo (ref<sup>o</sup> CE-120/2017).**

**Investigador(a) Principal:** Francisca Dias Lala

**Co-Investigador(es):** João José Carreiro Páscoa Pinheiro, Amândio Cupido dos Santos e Beatriz Branquinho Gomes

**Título do Projeto:** *"A eficácia do uso do frio na recuperação pós-exercício em kayak de velocidade"*.

A Comissão de Ética da Faculdade de Medicina, após análise do projeto de investigação supra identificado, decidiu emitir o parecer que a seguir se transcreve:

***"Parecer favorável não se excluindo, no entanto, a necessidade de submissão à Comissão de Ética, caso exista, da(s) Instituição(ões) onde será realizado o Projeto"*.**

Queira aceitar os meus melhores cumprimentos. 

O Presidente,

  
Prof. Doutor João Manuel Pedrosa de Lima

MC

### ANEXO 3 – Escala RPE de Borg

Rating	Perceived Exertion
6	No exertion
7	Extremely light
8	
9	Very light
10	
11	Light
12	
13	Somewhat hard
14	
15	Hard
16	
17	Very hard
18	
19	Extremely hard
20	Maximal exertion