

UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO

**EFEITO DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO DE TREINO DE FORÇA
NA FREQUÊNCIA CARDÍACA E TEMPERATURA DA PELE
DURANTE E APÓS O EXERCÍCIO**

DISSERTAÇÃO DE Mestrado em Ciências do Desporto
Especialização em Atividades de Academia

Versão Final

IVO MIGUEL VIEIRA FELISBERTO

Orientadores:

Prof. Doutor Eduardo Borba Neves

Prof. Doutor José Vilaça Alves



Vila Real, 2015

IVO MIGUEL VIEIRA FELISBERTO

**EFEITO DA INTENSIDADE DO EXERCÍCIO DE TREINO DE FORÇA
NA FREQUÊNCIA CARDÍACA E TEMPERATURA DA PELE
DURANTE E APÓS O EXERCÍCIO**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO
ESPECIALIZAÇÃO EM ATIVIDADES DE ACADEMIA



UNIVERSIDADE DE TRÁS-OS-MONTES E ALTO DOURO
VILA REAL, 2015

Dissertação expressamente
elaborada com vista à obtenção do grau
de Mestre em Ciências do Desporto,
Especialização em Atividades de
Academia de acordo com o disposto no
Decreto-lei 107/2008, de 25 de junho.

Agradecimentos

Este estudo não é uma meta apenas minha, mas sim de todos os que a tornaram possível. Ele representa um importante marco na minha vida profissional e pessoal. Desta forma, venho mostrar o meu agradecimento a todos os que estiveram presentes nos momentos mais difíceis, assim como nas vitórias ao longo desta caminhada.

A vós, o meu MUITO OBRIGADO...

Ao Professor Doutor José Vilaça e ao Professor Doutor Eduardo Borba Neves pela orientação, amizade e apoio incondicionais que muito elevaram os meus conhecimentos científicos e, sem dúvida, muito estimularam o meu desejo de querer saber mais e fazer melhor.

À Professora Sofia Monteiro pela amizade, pela forma como me motivou e me deu a conhecer a área do fitness, por me ensinar a ouvir e a corrigir os meus próprios erros e pela total disponibilidade que sempre revelou para comigo.

À Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, pela cedência dos espaços e equipamentos utilizados para a realização das diferentes sessões do estudo.

Às “minhas meninas” que fizeram parte deste estudo, que foram incansáveis e me aturaram por muitas horas ao longo de toda a recolha.

Aos meus amigos Catarina Melo, Ana Salgado, Guilherme Lima, Ana Silvano e Sammy pela paciência e impaciência, pelos bons momentos nesta muy nobre casa, pelas discussões, sorrisos, pelas palavras de apoio, conforto e incentivo e, claro, pelos momentos de descontração.

Às minhas companheiras nesta batalha que é realizar uma tese, Natacha Antunes e Isabel Amorim, por me fazerem batalhar sempre mais um pouco, pelas noites passadas a ler artigos e a comer tremoços, um muito obrigado por todo o companheirismo e por nunca me deixarem desistir.

E por último, mas não menos importante, à minha família, em especial aos meus pais, irmãos, cunhado e sobrinho, um obrigado do tamanho do mundo por acreditarem em mim e nas minhas capacidades. Espero que esta etapa, que agora termina, possa, de alguma forma, retribuir e compensar todo o carinho, apoio e dedicação que, constantemente, me oferecem.

Índice Geral

Índice de Figuras.....	V
Índice de Gráficos	VI
Índice de Tabelas	VII
Lista de Abreviaturas	VIII
Resumo.....	IX
Abstract	X
1. Introdução.....	1
1.1. Objetivo	7
1.2. Estrutura da Dissertação	7
2. Metodologia	8
2.1. Caracterização da Amostra	9
2.2. Procedimentos	10
2.3. Instrumentos e Medições	12
2.4. Tratamento Estatístico	17
3. Apresentação dos Resultados	18
4. Discussão dos Resultados	26
4.1. Limitações do Estudo e Propostas Futuras.....	32
5. Conclusão	33
6. Referências Bibliográficas	35
7. Anexos	41
ANEXO I – Anamnese e ParQ teste	42
ANEXO II – Declaração de Helsínquia	43
ANEXO III – Declaração de Consentimento	50
ANEXO IV – Escala de PSE - OMNI-RES.....	51

Índice de Figuras

Figura 1 – Estadiómetro	12
Figura 2 – Balança	13
Figura 3 – Adipómetro	13
Figura 4 - Câmara Termográfica	14
Figura 5 - Recolha de Imagem Termográfica.....	15
Figura 6 – Software SmartView 3.0	15
Figura 7 – Cardiófrequencímetro	16

Índice de Gráficos

Gráfico 1 - Variação da FC nas sessões experimentais	19
Gráfico 2 - Comportamento da temperatura da pele no bícep antes, durante e após o exercício	20

Índice de Tabelas

Tabela 1 - Estatística descritiva da idade, características antropométricas da amostra e cargas (n=15)	10
Tabela 2 - Cronologia das sessões experimentais	11
Tabela 3 - Estatística Descritiva: valores médios e desvios-padrão relativos aos momentos inicial e final	21
Tabela 4 - Diferenças de temperatura pós e pré exercício	22
Tabela 5 - Comparação da Temperatura e FC 5 minutos (10 minutos da SE) antes de sentar e, após 5 (20 minutos da SE) e 10 minutos (25 minutos) para ambas as cargas (70% e 85% da 10RM)	23
Tabela 6 – Correlação entre a FC e Temperatura durante o exercício e na recuperação em ambas as intensidades	24
Tabela 7 – Valos de PSE segundo a Escala de OMNI-RES nas SE	25

Lista de Abreviaturas

% – Percentagem

1RM – Uma repetição máxima

10RM – Dez repetições máximas

°C – Celsius

cm – Centímetros

FC – Frequência Cardíaca

IMC – Índice de Massa Corporal

Kg – Quilogramas

m – metros

mm – milímetro

PSE – Percepção Subjetiva do Esforço

SE – Sessão experimental

Resumo

O presente estudo teve como objetivo avaliar o comportamento da temperatura da pele no bíceps correlacionando-a com o comportamento da frequência cardíaca (FC), durante e após o exercício (60 minutos), realizado em duas intensidades diferentes (70% e 85% da 10 RM). A amostra foi composta por 15 indivíduos do sexo feminino, saudáveis e com idade, estatura e massa corporal estimada de $21,5 \pm 1,5$ anos, $163,4 \pm 5,4$ cm e $59,4 \pm 8,0$ kg. Cada sujeito realizou 2 sessões experimentais (SE) de teste na qual realizaram o exercício curl de bíceps unilateral cuja carga era aleatória (70% da 10RM ou 85% da 10RM); após o exercício o sujeito permaneceu em repouso de pé até ao 15 minutos tendo começado a sentar-te a partir daí e levantando-se 1 minuto antes da recolha seguinte (feita 5 minutos depois da anterior). Durante o teste foram recolhidos dados da FC através de um cardiofrequêncímetro e da temperatura tanto no braço exercitado, como no de controlo, recorrendo a uma câmara termográfica. Foi observada que durante o exercício executado com uma carga correspondente a 85% da 10RM a FC apresenta valores médios superiores ao realizado com uma carga correspondente a 75% da 10RM e, não apresentando diferenças estatisticamente significativas. Na fase de recuperação, os valores de FC para a carga mais elevada são mais baixos, mas não significativamente. Quanto ao comportamento da temperatura, o mesmo decresce ao longo de todas as SE, sendo que aos 20 minutos das sessões esta sobe, mantendo-se estável até ao final das mesmas. Relativamente ao braço de controlo observou-se que segue o mesmo padrão comportamental do braço de exercício. Existiu uma correlação negativa entre as variáveis temperatura e FC. Foram encontradas diferenças significativas ($p = 0,0398$) na temperatura da pele entre o braço experimental e o de controlo na carga de 85% da 10RM entre pós e pré exercício. Relativamente ao braço de controlo, para a carga 70% da 10RM foram encontradas diferenças significativas relativas à temperatura da pele dos 15 para os 20 minutos ($p=0,001$) e dos 20 para os 25 minutos ($p =0,006$); para o braço de exercício, foram encontradas diferenças significativas relativas à temperatura da pele dos 15 para os 20 minutos ($p =0,001$) e dos 20 para os 25 minutos ($p =0,005$); para a FC, nesta carga, houve diferenças estatisticamente significativas do minuto 20 para o 25 ($p=0,021$). Para a carga 85% da 10RM, no braço de controlo, foram encontradas diferenças significativas relativas à temperatura da pele dos 10 para os 15 minutos, dos 15 para os 20 minutos e dos 20 para os 25 minutos ($p<0,05$); para o braço de exercício, foram encontradas diferenças significativas relativas à temperatura da pele dos 15 para os 20 minutos ($p =0,005$); para a FC, nesta carga, houve diferenças estatisticamente significativas dos 15 para os 20 minutos ($p=0,012$). Concluiu-se que existe uma correlação negativa entre a FC e a temperatura quando realizado exercício anaeróbio em mulheres. E ainda, que a posição de repouso afeta os valores de temperatura no bíceps.

Palavras chave: Termografia, Frequência Cardíaca, Exercício

Abstract

The aim of this study was to evaluate the skin temperature behavior of the biceps in and correlate it with the HR behavior during and after exercise (60 minutes), held in two different intensities (70% and 85% of 10 RM). The sample consisted of 15 female subjects, healthy and with age, height and body mass estimated of 21.5 ± 1.5 years, 163.4 ± 5.4 cm and 59.4 ± 8.0 kg. Each subject performed two experimental test sessions in which it was performed the biceps curl unilateral exercise whose load was random (70% or 85% of 10RM 10RM); after exercising the subject remained standing at rest until 15 minutes and started to sit down from there and got up one minute before the next collect (made 5 minutes after the previous one). During the whole test the HR data were collected using a heart rate monitor and temperature of the both arms, control and exercised, using a thermographic camera. It was observed that during the exercise performed with a load of 85% of 10RM, the HR average values were superior to that performed with a load of 75% of 10RM, but there was no statistically significant differences. In the recovery phase, HR values for the higher charge were lower, but again with no statistically significant differences. After the end of the exercise, for higher loads it was verified that the HR values are lower. The behavior of the temperature decreases throughout the SE, and after 20 minutes of sitting, that value remained stable until the end of the session. For the control arm, it was observed that follows the same behavior pattern of the exercised arm. There was a negative correlation between the variables temperature and HR ($p < 0$). It was found significant differences ($p = 0.0398$) in skin temperature between the experimental and the control arm in the load 85% of 10RM between pre and post exercise. For the control arm, at 70% of the load 10RM, significant differences were found on the skin temperature between 15 to 20 minutes ($p = 0.001$) and 20 to 25 minutes ($p = 0.006$); for the exercised arm, significant differences were found on the skin temperature between 15 to 20 minutes ($p = 0.001$) and 20 to 25 minutes ($p = 0.005$); for HR, at this load, there were statistically significant differences between 20 to 25 minutes ($p = 0.021$). For the load of 85% 10RM, in the control arm, significant differences were found on the skin temperature between 10 to 15 minutes, 15 to 20 minutes and 20 for 25 minutes ($p < 0.05$); for the exercised arm, significant differences were found on the skin temperature between 15 to 20 minutes ($p = 0.005$); for HR, at this load, there were statistically significant differences from 15 to 20 minutes ($p = 0.012$). It was concluded that there is a negative correlation between HR and temperature when anaerobic exercise is performed by women. And that the rest position affects the temperature values in the biceps during rest and that the behavior of temperature on strength exercise differs in relation to gender.

Keywords: Thermography, Heart Rate, Exercise, Skin Temperature.

Introdução

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

1. Introdução

A ideia deste estudo surgiu pela necessidade de investigar a fisiologia térmica durante a execução e imediatamente após de exercícios de treino de força de alta intensidade devido à carência de informação na literatura sobre o tema.

Segundo Graef & Kruehl, (2006), são vários os indicadores fisiológicos utilizados para calcular a intensidade do esforço em atividades realizadas tanto em meio terrestre como em meio aquático, destacando-se a entre eles a Frequência Cardíaca (FC). Outro indicador de intensidade do esforço muito utilizado é a Percepção Subjetiva do Esforço (PSE). Este é um método útil por ter bastante versatilidade e não necessitar de equipamentos ou processos avaliativos complexos (Costa et al., 2007).

A FC permite-nos saber o comportamento do coração tem para assegurar as necessidades de transporte do sangue para e das células constituintes do organismo humano de forma a permitir a realização das tarefas inerentes à realização de atividade física. Em repouso, a FC apresenta valores médios de 60 a 80 batimentos por minuto numa pessoa saudável e em repouso (Polito & Farinatti, 2003), podendo ser influenciada por fatores como a posição do corpo, a profundidade de imersão, a temperatura da água, a FC de repouso, a diminuição do peso hidrostático, a genética, entre outros (Graef & Kruehl, 2006). Porém, este intervalo ainda não é consensual, De Almeida et al., (2007), afirma que ainda não existe uma medida padronizada para a FC em repouso. No entanto a transição de repouso para exercício requer fluxo um maior de sangue para os tecidos musculares, e por consequência a FC também aumenta (Miranda, et al., 2007). O exercício físico altera a homeostasia do nosso organismo, pois implica no aumento da demanda energética da musculatura exercitada e, conseqüentemente, do organismo como um todo. Segundo Brum et al. (2004) para suprir a nova demanda metabólica, várias adaptações fisiológicas são necessárias e, como por exemplo, as adaptações cardiovasculares. No entanto, essas adaptações variam com o tipo de exercício, o qual pode ser dinâmico ou estático. Nos exercícios estáticos, observa-se um aumento da FC, com manutenção ou até redução do volume sistólico e pequeno aumento do débito cardíaco. Conseqüentemente, observa-se um aumento da resistência vascular periférica, que leva a um aumento da pressão arterial. Esses efeitos ocorrem porque a contração muscular é isométrica e promove obstrução mecânica do fluxo sanguíneo muscular. Deste modo os metabólitos produzidos acumulam-se, ativando quimiorreceptores musculares, que promovem aumento da atividade nervosa simpática. Por outro lado, nos exercícios dinâmicos (como o do presente estudo), como as contrações são seguidas de movimentos articulares, não há obstrução mecânica do fluxo de sangue. Deste modo há um aumento da atividade nervosa simpática (Forjaz & Tinucci,

2000) que leva ao aumento da FC, do volume sistólico e do débito cardíaco, promovendo vasodilatação nos músculos ativos e reduzindo as resistências vasculares periféricas.

A Percepção Subjetiva de Esforço (PSE) é outro indicador do esforço físico, sendo que a avaliação global da percepção do esforço incorpora várias informações, de sinais deduzidos do trabalho muscular (músculos e articulações), cardiopulmonar e do sistema nervoso central. Em suma, a PSE poderá ser um indicador importante da intensidade individual de esforço durante a realização de uma atividade e/ou exercício físico (Borg, 2000). Robertson et al., (2003), desenvolveu a Escala OMNI RES, que à semelhança da Escala de Borg, tinha como função avaliar a intensidade do exercício, neste caso de força, e apresenta diferenciais de carácter numérico sendo classificado o esforço entre 1 e 10 valores (Silva et al., 2011). Este é um método útil por ter elevada versatilidade e não necessitar de equipamentos ou processos de avaliação complexos (Costa et al., 2007). A aplicação da Escala de OMNI-RES também foi utilizada no estudo de Brito et al., (2011), onde era aplicada para medir a PSE em idosas hipertensas; o autor defende que esta escala traduz bem os modelos matemáticos de prescrição de exercício de força para aquele tipo de população. Esta escala já tem sido utilizada em vários estudos e tem-se tornado uma ferramenta útil na prescrição do mesmo pois tem em conta o que o indivíduo sente, permitindo desta forma identificar qual o esforço atingido durante a sessão de treino de força.

Segundo Fernandes et al., (2012), o exercício físico promove diversas alterações fisiológicas e térmicas, o mesmo, leva a alterações da homeostasia térmica do corpo humano, ocorridas por um aumento da taxa metabólica e aumento do calor interno. Deste modo, surge a necessidade de redirecionar o fluxo sanguíneo para a pele para se efetuarem trocas de calor com o meio ambiente. Uma das técnicas de monitoramento da temperatura corporal mais utilizadas é a Termografia Infravermelha (TIR).

A radiação térmica na faixa do infravermelho que é emitida pelo corpo humano não é visível a olho nu e foram primeiramente descritas em 1800, pelo Sir William Marschell, o qual o denunciou de “calor escuro”. O seu filho, John Marschell, em 1840, foi quem pela primeira vez fez uma imagem termográfica (Ring, 2007; Andrade & Filho, 1999). Em 1960, Lloyd Willians, considerou a hipótese de se utilizar a mensuração e deteção da radiação infravermelha com possibilidade de ser aplicada na saúde (Uematsu et al., 1986; Garcia, 2004).

A Termografia Infravermelha é um método inócuo, não invasivo, não ionizante e sem contraste, capaz de medir a temperatura cutânea à distância com altíssima precisão em forma de imagens de alta resolução. Essa técnica, além de digitalizar imagens, quantifica a informação em tempo real, distinguindo diferenças de temperatura menores que 0,07°C em menos de 0,03 segundos (Brioschi, 2003; 2007). A técnica envolve deteção de radiação

infravermelha que pode ser diretamente correlacionada com a distribuição da temperatura numa região corporal definida (Melnizky et al., 1997). Os principais grandes fatores que influenciam o grau de produção de energia sob forma de calor são: a taxa metabólica basal, a atividade orgânica específica e a atividade muscular (Neves et al., 2014). A Termografia Infravermelha (TIR), segundo Bandeira et al., (2014), pode ser utilizada para a avaliação do nível de dano, da inflamação e da intensidade do trabalho muscular. Esta consegue captar a energia eletromagnética infravermelha emitida pela pele (Neves et al., 2014). A temperatura da pele é influenciada pela atividade micro-circulatória, controlada pelo sistema simpático, e pela produção de calor transportada até à superfície com origem em tecidos mais internos.

A temperatura do corpo é controlada pelo hipotálamo, que equilibra a criação de calor com a perda do mesmo, e está ligado à glândula pituitária. O hipotálamo funciona como um circuito de realimentação negativa, que é parte do sistema nervoso autónomo. Neurónios especializados no hipotálamo atuam como termorreguladores e monitoram constantemente a temperatura do sangue contra um ponto de ajuste interno. Esta regulação de temperatura é variável de pessoa para pessoa e de vez em quando, aumenta na presença de febre, por exemplo. Segundo Jones (2002) a temperatura corporal varia no intervalo de 35,5°C de manhã a 37,7°C durante a noite (Jones, 2002).

O calor é gerado pelo metabolismo e pela contração de muscular, sendo transportado por todo o corpo através do fluxo sanguíneo. O hipotálamo deteta o aumento de temperatura do sangue e envia sinais neuronais para ativar métodos de perda de calor, tais como a vasodilatação, transpiração, a expiração e a redução da taxa metabólica (Jones, 2002)

A energia térmica no interior do nosso corpo é conduzida através dos tecidos por diferentes formas de propagação: condução, convecção e radiação (Garcia, 2004). O principal mecanismo de perda de calor é a radiação, a qual vai ser estudada no presente estudo. Esta radiação é emitida na faixa do infravermelho, constituindo um tipo de onda eletromagnética. Todos os objetos que não estão na temperatura de zero absoluto emitem essa radiação que é captada, através de câmaras termográficas, na faixa do infravermelho, que são invisíveis a olho nu e indicam o grau de agitação molecular (Brioschi, 2007). O principal mecanismo de transferência de calor do interior do corpo é a convecção.

A câmara termográfica permite-nos obter imagens com variações de cores da pele humana, na qual cada cor corresponde a uma determinada temperatura, geralmente cores escuras correspondem a regiões frias, e cores claras a regiões quentes (Sanches, 2009). Contudo, este aparelho permite-nos escolher diferentes escalas de cor que podem melhor se enquadrar com as características da análise e as necessidades do utilizador.

Garcia (2004), nos seus estudos, verificou que um aumento da temperatura corresponde a uma maior circulação sanguínea local, a qual pode dever-se a um processo de dor ou um processo inflamatório e de trabalho muscular. As alterações assimétricas, no corpo humano, da temperatura da pele podem revelar alterações patológicas do organismo, pois a pele possui simetria térmica.

Acredita-se que a termografia tem aplicabilidade na medicina desportiva pois já foi observada uma redução significativa do número de lesões musculares graças à aplicação deste método. Nos dias de hoje, já existem alguns estudos que acreditam na aplicabilidade da termografia em áreas distintas, entre elas, a avaliação da recuperação muscular, o planeamento do treino e a identificação da lesão muscular (Neves et al., 2014). A termografia tem ganho uma ampla aplicação na medicina, mas na área do desporto poucos estudos foram realizados sobre a aplicabilidade da sua utilização.

Relativamente às respostas ao exercício físico, é importante referir que existem agudas e crónicas. São respostas agudas aquelas que ocorrem durante a fase de realização da sessão de treino isolada, por outro lado, são consideradas respostas crónicas ao exercício físico as que são associada às adaptações fisiológicas, que ocorrem num prazo mais longo, isto é, consequentes de um treino regular (Polito et al., 2003). As respostas crónicas são decorrentes de um conjunto de respostas agudas contínuas que podem induzir respostas diferentes em indivíduos treinados, tanto em repouso como em exercício (Polito et al., 2003). As respostas agudas podem ser detetadas durante ou imediatamente após o exercício, mas também até vinte e quatro horas após uma sessão de exercício (Polito et al., 2003).

Este estudo visa estudar a resposta aguda ao exercício de força. Em relação à realização de exercício físico verifica-se que existe um comportamento da temperatura da pele que difere, tanto durante como após a sua realização, consoante a sua predominância em termos metabólicos seja aeróbia ou anaeróbia (Ferreira, J., 2008; Neves, E., 2015). Um estudo de Ferreira (2008) verificou com um protocolo de exercício realizado numa passadeira (exercício aeróbio) que a temperatura local aumenta logo após o início do exercício até 4 minutos, diminuindo e estabilizando aos 10 minutos; Neves et al. (2015) que recorre ao exercício anaeróbio demonstra que a temperatura baixa no 1º minuto de exercício nos dois membros (exercitado e não exercitado), e durante o resto do exercício aumenta no braço exercitado e diminui no contra lateral. Relativamente ao braço de exercício, o estudo de Hani et al. (2012) que analisava a correlação entre a temperatura da pele e a Dor Muscular Tardia (DOMS) em que os sujeitos realizaram 4 séries de 25 repetições de rosca de bíceps com carga de 35% de uma repetição máxima (1RM), revelou nos seus resultados

um aumento significativo na temperatura do braço exercício, às 24h após o exercício, quando comparado com as temperaturas pré-exercício.

Este estudo tem em vista a análise da temperatura após uma sessão de um exercício de treino de força, realizado a diferentes intensidades, dentro dos parâmetros de intensidade estabelecidos para hipertrofia muscular. Segundo Barbanti et al. (2004) a hipertrofia ocorre por estímulos intensos, de curta duração e alta intensidade não esquecendo da relevância do número de repetições e do tempo de recuperação entre séries. Baechle, Earle, & National Strength & Conditioning Association (U.S.) (2008), e os seus estudos mostram que valores desejáveis de hipertrofia enquadram-se entre: 3 series de exercícios, 6 a 12 repetições, intensidade de 67% RM até 85% RM e um intervalo de recuperação até 2 minutos. Contudo, será que um exercício de treino de força, realizado nos limites deste intervalo tem respostas idênticas em termo de recuperação da FC aguda e da temperatura da pele? Esta é a questão central do presente estudo e a qual pretendemos responder.

Para o efeito foi utilizado o exercício de treino de força bícep curl unilateral com haltere. Este exercício foi escolhido por solicitar predominantemente os músculos da face anterior do braço. Chudeka, (2012), demonstrou que a parte anterior do braço e do antebraço é melhor que a parte posterior quando pretendemos avaliar as variações da temperatura, isto devido à distribuição da gordura nessas zonas, a qual atua como isoladora do calor.

1.1 Objetivo

O principal objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento da temperatura da pele da face anterior do braço, correlacionando-a com o comportamento da Frequência Cardíaca, durante e após o exercício (60 minutos), realizado em duas intensidades diferentes (70% e 85% da 10 RM).

Objetivos específicos:

- a) Estudar o comportamento da temperatura da pele sobre o músculo *bíceps brachii* num período após 1 hora em duas intensidades diferentes de treino;
- b) Verificar a correlação da temperatura da pele com a frequência cardíaca ao longo de 1 hora após o exercício em duas intensidades diferentes de treino;

Metodologia

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

2. Metodologia

O estudo realizado caracteriza-se por ser um estudo transversal, pois os dados são recolhidos num único ponto no tempo.

2.1 Caracterização da Amostra

Para a realização deste estudo foi utilizada uma amostra constituída por quinze sujeitos, do sexo feminino, com os seguintes critérios de inclusão: idades compreendidas entre 18 e 30 anos; saudáveis e com ausência de doença ou limitação que pudesse impedir a realização no estudo ou afetasse os seus resultados; não apresentar nenhuma lesão muscular prévia ao experimento. Todos os sujeitos da amostra eram destros, sendo então o braço direito o braço de exercício e o braço esquerdo o de controlo.

Além disso os sujeitos tiveram que se comprometer com algumas regras durante o estudo: não ingerir substâncias termogénicas que possam influenciar a recolha ou interpretação dos dados; não fumar antes da recolha dos dados (recolhas realizadas de manhã); não realizar atividade física 72 horas antes dos testes das 10 RM nem antes da coleta de dados assim como na semana que separa os testes físicos. Os sujeitos foram colocados nas sessões de estudo de forma randomizada.

Para definir os critérios de classificação da amostra foram distribuídos questionários a todos os elementos, sendo eles a Anamnese e o ParQ teste (anexo I), onde estão incluídas questões sobre a estatura, massa corporal, idade, hábitos alimentares e de atividade física, o uso de fármacos passíveis de influenciar a resposta ao exercício. Posteriormente, foi realizada ainda uma medição antropométrica onde foram registados os dados da estatura, massa corporal e massa gorda estimada (através de 7 pregas cutâneas).

A Tabela 1 apresenta a média das características dos sujeitos da amostra quanto à idade, estatura, massa corporal, percentagem de gordura estimada e cargas utilizadas nas sessões experimentais.

Tabela 1 - Estatística descritiva: idade, características antropométricas da amostra e cargas (n=15).

Variáveis	Média ± DP
Idade (anos)	21,5 ± 1,5
Estatura (cm)	163,4 ± 5,4
Massa Corporal (kg)	59,4 ± 8,0
Prega Bicipital (mm)	9,9 ± 3,6
Carga - 70% da 10RM (kg)	4,8 ± 0,7
Carga - 85% da 10RM (kg)	5,8 ± 0,8

Após todos os dados recolhidos, a amostra realizou dois testes (um com carga de 70% da 10RM e outro com 85% da 10RM), com a um espaçamento de uma semana, pois só assim podemos correlacionar a temperatura com a intensidade do exercício através da FC. As duas cargas possíveis foram atribuídas aleatoriamente.

2.2 Procedimentos

O estudo foi dividido e realizado em quatro etapas: uma Sessão de Esclarecimento e três Sessões Experimentais (SE).

A primeira etapa, Sessão de Esclarecimento assinalou o primeiro contacto com a amostra. Aqui os sujeitos que compõem a amostra foram informados acerca dos objetivos, procedimentos, modo de avaliação, assim como dos riscos e normas de segurança a serem cumpridos. Neste contacto inicial foram distribuídos e preenchidos quatro documentos também importantes para a realização dos testes: a Anamnese (anexo I), ParQ teste (anexo I), Declaração de Helsínquia (anexo II) e a Declaração de Consentimento (anexo III). No final desta primeira sessão, foi agendada a SE 1, e para a mesma os sujeitos tiveram de cumprir com algumas regras para que a recolha de dados fosse fiável. Foi então pedido que os sujeitos trouxessem roupa desportiva (calções curtos, top de desporto e sapatilhas) durante as SE, que não tomassem café ou outras bebidas termogénicas, que não fumassem nem comessem nas duas horas anteriores ao teste e que não praticassem exercício (48 horas antes da SE1 e uma semana antes da SE2 e SE3).

O estudo iniciou-se com a triagem da amostra, inicialmente constituída por vinte sujeitos, que foram reduzidos a quinze pois alguns não conseguiram completar o teste e outros acabaram por ter lesões musculares adversas ao experimento.

Na primeira sessão experimental (SE1) foi aplicado o teste das 10 RM a cada sujeito de forma a realizar o cálculo necessário para as cargas pretendidas pelo protocolo de exercício. No mesmo dia, anterior ao cálculo das 10 RM, foram colhidos os dados relativos à estatura, idade, massa corporal, e pregas subcutâneas (apenas a bicipital) segundo as normas do ACSM (2006). Também aqui foram agendadas as datas para realização das restantes sessões experimentais (SE2 e SE3) a iniciar uma semana após a SE1.

A SE2 foi realizada pelo menos uma semana depois da SE1 e foi padronizada, tendo o seu início às 9 horas da manhã e consistiu na realização do teste físico com carga randomizada. À chegada, foi pedido ao sujeito que colocasse a roupa própria para execução do exercício (top de desporto, calções e sapatilhas) e colocado o cardiofrequencímetro; de seguida, o sujeito fez a aclimação à temperatura de 22°C durante 15 minutos e iniciou-se o teste com duração de 64 minutos. Os dados relativos à temperatura da pele sob o bícep foram recolhidos através de uma câmara termográfica de 30 em 30 segundos até aos 10 minutos; de 1 em 1 minuto até aos 15 minutos; e de 5 em 5 minutos até aos 64 minutos. O exercício iniciava-se aos 30 segundos e terminava aos 4 minutos, momento em que era anotada a Percepção Subjetiva do Esforço. O sujeito permaneceu de pé durante a recolha até aos 15 minutos, a partir do qual se sentava e apenas se levantada 1 minuto antes de ser recolhida a imagem termográfica e a FC. O exercício físico realizado foi o curl bícep unilateral e com haltere (4 séries; 10 repetições, 30 segundos de descanso). Ao longo de todo o teste foi anotada a frequência cardíaca e a temperatura da pele no bícep tanto do braço experimental (braço que executa o exercício) como do braço de controlo (braço que permanece em repouso).

A SE3 foi semelhante à SE2, sendo a única diferença entre elas a carga utilizada, (70% ou 85% de RM). Estas sessões tiveram um intervalo de sete dias, na qual os sujeitos não puderam realizar exercício físico para permitir a recuperação do músculo trabalhado.

Tabela 2 – Cronologia das sessões experimentais.

Contacto Inicial	Sessão Experimental 1	Sessão Experimental 2	Semana de intervalo	Sessão Experimental 3
Preenchimento dos documentos (anexo I, II, III)	Medições Antropométricas e teste da 10 RM	Teste CURL BICEP (4 series; 10 repetições; 30 segundos de descanso; carga x)	(DESCANSO)	Teste CURL BICEP (4 series; 10 repetições; 30 segundos de descanso; carga y)

2.3 Instrumentos e Medições

2.3.1 Estatura

Para a medição da estatura, utilizou-se o estadiómetro da marca “SECA”. A estatura foi definida como a distância, em linha reta, entre o ponto mais superior do crânio e o ponto mais inferior, que neste caso será o local onde se encontraram colocados os pés.

Os sujeitos colocaram-se na posição antropométrica e posicionados segundo o plano de Frankfurt - que transpõe o ponto mais alto do lado superior do meato auditivo externo e passa pelo ponto mais baixo do bordo inferior da órbita ocular direita.

A medição foi realizada com os sujeitos descalços, com os calcanhares juntos formando um “V” e com a coluna e a parte posterior da cabeça em contacto com o estadiómetro. A unidade de medida da estatura é o centímetro (cm) e a leitura foi expressa em centímetros sendo o valor registado após inspiração profunda



Figura 1 – Estadiómetro.

2.3.2 Massa Corporal

Para a obtenção da massa corporal, utilizou-se a balança eletrónica “SECA”. Os sujeitos (descalços e apenas em calções e top desportivo) foram colocados no centro da plataforma da balança onde permaneceram imóveis até ao final da medição. A unidade de medida da massa corporal foi o quilograma (kg).



Figura 2 – Balança.

2.3.3 Medição Antropométrica

Para medir as dobras subcutâneas utilizou-se um adipómetro “Lange” cuja escala oscila entre 0 a 65mm (Tolerância: $\pm 0,5$ mm), com resolução de 1mm para mensuração das dobras cutâneas e foram realizadas por um avaliador experiente

A avaliação da prega subcutânea bicipital foi avaliada seguindo as normas sugeridas pelo *American College Sports Medicine* (2006). São elas:

- a) As medições devem ser realizadas no lado direito do corpo, com o sujeito de pé;
- b) O adipómetro deve ser colocado diretamente na superfície da pele, com 1 cm de distância entre polegar e do dedo, perpendicular à dobra cutânea, e a meio caminho entre a crista e a base da prega;
- c) A dobra deve ser mantida durante a leitura do adipómetro;
- d) Registrar o resultado após 1 a 2 segundos (não mais que este tempo);
- e) Realizar duas vezes as medidas, e realizar uma terceira caso ultrapassem uma diferença de 0,1 a 0,2 mm.



Figura 3 – Adipómetro.

2.3.4 Teste de Dez Repetições Máximas (10 RM)

O Teste da 10 RM foi realizado para estimar a carga do exercício objeto de estudo, neste caso, o “*curl de bícep*”. O protocolo segue as recomendações adaptadas de Kraemer e Fry (1995):

- a) Aquecimento de 5 a 10 repetições com cargas de 40 a 60% de 1RM estimada;
- b) Recuperação de 1 minuto, seguidas de 3 a 5 repetições com 60% de 1RM estimada e um descanso de 3 minutos;
- c) Incremento do peso tentando alcançar as 10RM em 3 a 5 tentativas, usando 5 minutos de intervalo entre uma tentativa e outra;
- d) Se o valor registrado foi o da 10 repetições com o peso máximo levantado na última tentativa bem-sucedida.

2.3.5 Termografia

A captura da imagem termográfica foi executada numa sala com ambiente climatizado, cuja temperatura variou entre 21,5°C e os 23°C. Os sujeitos, antes de cada avaliação, tiveram um período de aclimação de 15 minutos para poder ser atingido o equilíbrio térmico.

A câmara termográfica possui sensores que permitem medir as temperaturas variando de -20°C a +120°C com uma resolução de 320 x 240 pixéis, tem uma sensibilidade para as diferenças de temperatura menores que 0,1°C e possui uma exatidão de $\pm 1^\circ\text{C}$ da temperatura absoluta, conforme especificações do fabricante.

A câmara termográfica utilizada na recolha das imagens foi FLUKE, modelo Ti32 da IR Fusion Technology e encontrava-se a cerca de 1 metro de distância do avaliado. Para monitorizar a temperatura da sala foi colocado um termómetro digital que nos fornece dados relativos à temperatura e a humidade da sala de recolhas (Bandeira, Moura, Souza, Nohama, & Neves, 2012).



Figura 4 – Câmara Termográfica.

2.3.6 Captura e tratamento de imagens da Câmara de Termografia

Todas as imagens termográficas foram recolhidas com o sujeito de pé, antes, durante e após o exercício. Foram capturadas fotografias de 30 em 30 segundos até aos 10 minutos; de 1 em 1 minuto até aos 15 minutos; e de 5 em 5 minutos até aos 64 minutos de teste. Todas as imagens serão tratadas no software SmartView 3.0 disponibilizado online na página da marca FLUKE.



Figura 5 – Recolha de Imagem Termográfica.

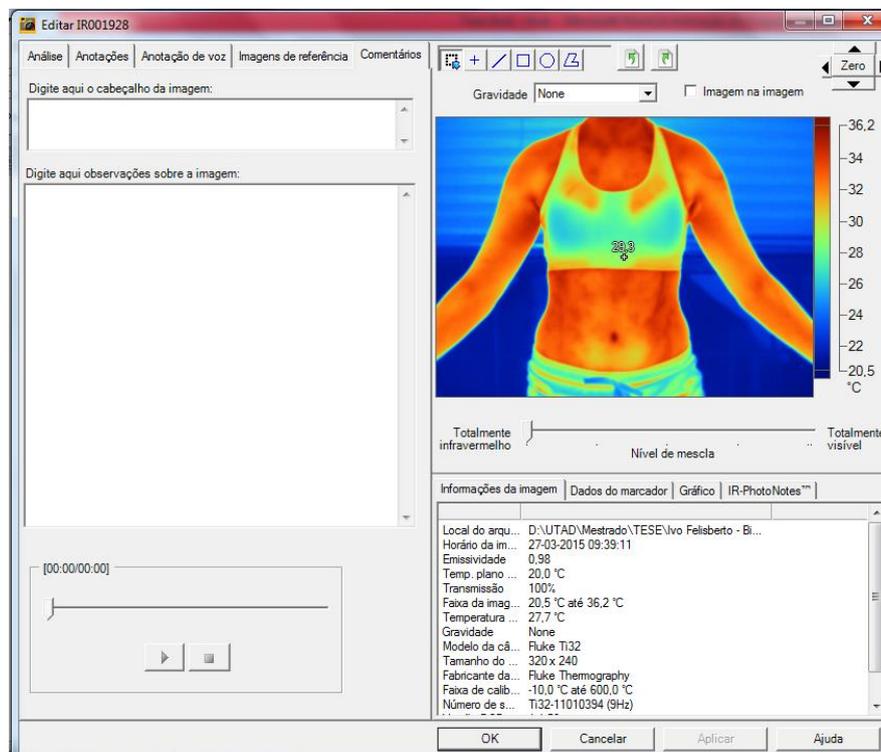


Figura 6 – Software SmartView 3.0.

2.3.7 Frequência Cardíaca

A FC foi medida durante toda a sessão experimental através de uma cinta (*Polar Wireless Double Electrode, Kempele, Finlândia*) e do seu respetivo relógio. O transmissor da cinta foi colocado ao nível do apêndice xifóide do sujeito, e, previamente foram humedecidos os elétrodos para que a transmissão fosse possível.



Figura 7 – Cardiófrequêncímetro.

2.3.8 Percepção Subjetiva de Esforço

Robertson et all (2003) desenvolveram uma Escala de Percepção Subjetiva do Esforço designada de OMNI-RES (OMNI – Resistante Exercise Scale) (anexo IV), cujos valores oscilam entre 0 e 10 valores. Esta escala foi desenvolvida para classificar a intensidade do exercício de força e assemelha-se à Escala de Borg.

A PSE foi medida logo após o exercício, em ambas as sessões experimentais (2 e 3), a par da recolha da imagem termográfica dos 4 minutos. A mesma foi primeiramente apresentada ao indivíduo durante a aclimação para que se familiarizasse com a mesma.

2.3.9 Protocolo de Exercício

O exercício objeto de estudo foi o curl de bíceps unilateral com haltere.

Descrição do movimento: o sujeito deve colocar-se em pé e no haltere e coloca-lo ao lado do corpo, com um agarre neutro, ou seja, com as palmas das mãos a apontar uma para a outra; com os cotovelos juntos e ao lado do tronco, subir o haltere até que o antebraço se encontre numa posição vertical; baixar o haltere até que o braço fique completamente estendido; repetir durante o número desejado de repetições; a inspiração deve ser realizada na fase concêntrica do movimento e a expiração na fase excêntrica.

A intensidade do exercício foi de 70% e 85% da 10 RM e foram executadas 4 séries de 10 repetições com 30 segundos de descanso entre cada série. A velocidade de Execução (cadência) foi de 60 bpm.

2.4 Tratamento Estatístico

Foi efetuada uma análise exploratória de todos os dados para caracterizar os valores das diferentes variáveis em termos de tendência central e dispersão. Realizou-se uma observação gráfica com objetivo de detetar possíveis *outliers* e introduções incorretas de dados das variáveis utilizadas.

Foi utilizada a estatística descritiva para analisar as características da amostra (idade, antropometria e carga) assim como para a descrição os valores médios atingidos no momento final e inicial da amostra relativos à temperatura e à FC pela amostra. De forma a assegurar a normalidade das variâncias e covariâncias foi utilizado o teste *Shapiro-Wilk*.

Foi usado o *t test* para amostras emparelhadas para verificar se haveria diferenças significativas entre o braço de controlo e o braço de exercício relativamente à temperatura da pele no *bíceps brachii* em cada intensidade durante o exercício, isto é entre o pré e pós exercício. O mesmo teste foi aplicado também para verificar se existiam valores significativos na comparação da temperatura e FC 5 minutos antes de sentar (10 minutos da SE) e após 5 (20 minutos da SE) e 10 minutos (25 minutos) para ambas as cargas. Este teste foi aplicado para verificar se existiram diferenças nos valores de temperatura da pele no musculo entre as intensidades e em cada momento avaliativo.

Por último, foi aplicado teste de correlação de Pearson para medir o grau de correlação, se positivo ou negativo, entre as variáveis temperatura e frequência cardíaca. A análise de todos os dados foi realizada através do Software de tratamento e de análise estatística SPSS (Statistical Package for the Social Sciences, SPSS Science, Chicago, USA), versão 21. O nível de significância estatística estabelecido foi $p < 0,05$.

Apresentação dos Resultados

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

3. Apresentação dos Resultados

Inicialmente foi aplicado um teste t para amostras emparelhadas para verificar se existiam diferenças significativas entre as duas intensidades relativamente aos valores da FC. Apenas no final da 2ª, 3ª e 4ª série existiram diferenças significativas ($p=0,02$; $p=0,04$; $p=0,01$ respetivamente). O mesmo teste foi aplicado, desta vez para verificar se existiam diferenças significativas entre as duas intensidades relativamente aos valores de temperatura, mas não foram encontrados valores estatisticamente significativos (valor de p variou de 0,139 e 1).

O Gráfico 1 ilustra o comportamento da frequência cardíaca média da amostra ao longo do tempo das sessões experimentais com diferentes cargas (70% e 85% da 10RM). É possível observar que com a carga de 85% da 10RM a FC durante o exercício foi mais elevada, mas no final do exercício foi mais baixa quando comparada com a carga mais leve (70% da 10RM).

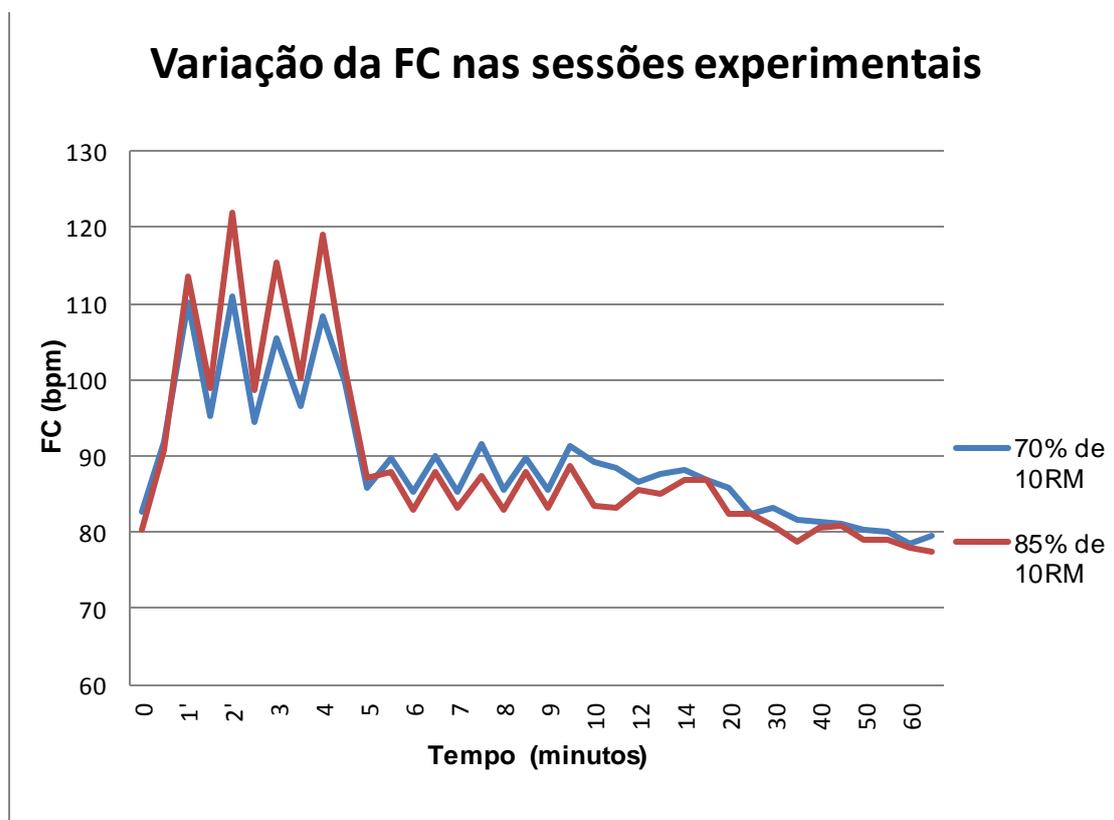


Gráfico 1 - Variação da FC nas sessões experimentais.

No Gráfico 2 estão apresentados os valores médios de temperatura da pele no bícep tanto no braço de controlo (esquerdo) como no experimental (direito) ao longo da sessão experimental, tanto com uma carga de 70% da 10 RM como de 85% da 10 RM e ao longo dos 64 minutos de teste. Aqui é possível observar que desde o início das SE que a temperatura da pele no bícep foi sempre diminuindo, aumentando aos 20 minutos da SE e mantendo um comportamento estável até aos 60 minutos da mesma.

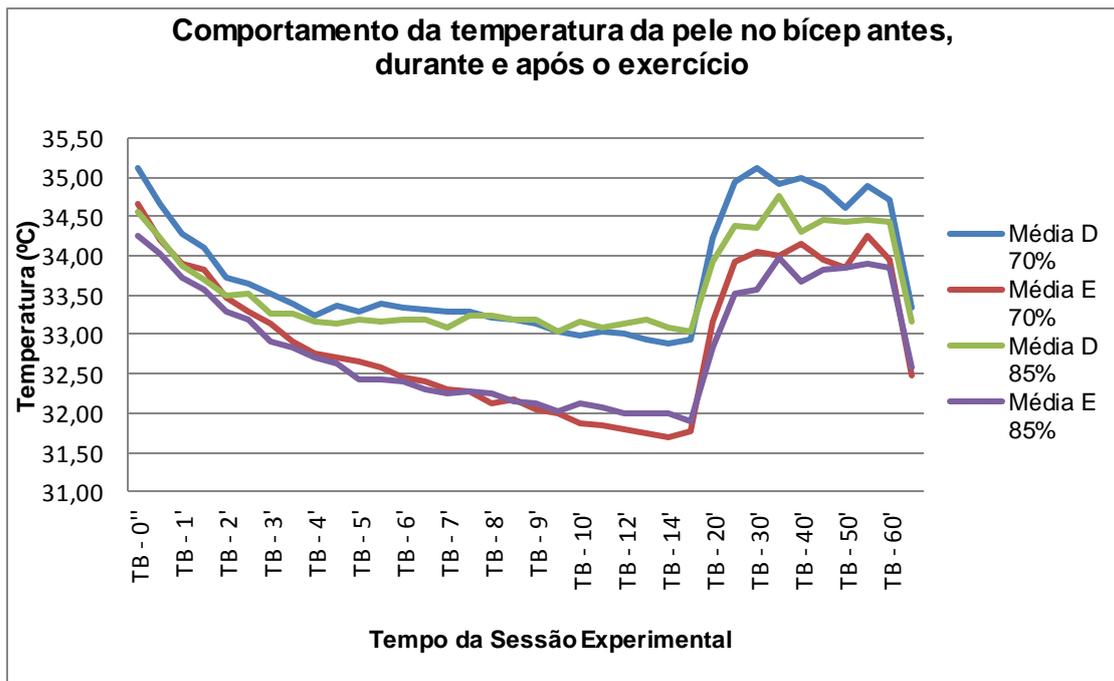


Gráfico 2 - Comportamento da temperatura da pele no bícep antes, durante e após o exercício.

Média D 70% - Média de temperatura no braço direito a 70% da 10RM | **Média E 70%** - Média de temperatura no braço esquerdo a 70% da 10RM | **Média D 85%** - Média de temperatura no braço direito a 85% da 10RM | **Média E 85%** - Média de temperatura no braço esquerdo a 85% da 10RM

A Tabela 3 ilustra os valores médios atingidos pelos sujeitos durante o teste no momento inicial (0 minutos) e no momento final (64 minutos) relativamente à Temperatura, Frequência Cardíaca e Percepção Subjetiva do Esforço com ambas as cargas, isto é, nas duas sessões experimentais onde foram recolhidos os dados experimentais.

Tabela 3 – Estatística Descritiva: valores médios e Desvios-padrão relativos aos momentos inicial e final.

	Média ± DP
Temp. 70% D 0'	35,12 ± 1,20
Temp. 70% E 0'	34,67 ± 1,35
FC 70% 0'	82,75 ± 1 2,00
Temp. 70% D 64'	33,35 ± 0,91
Temp 70% E 64'	32,48 ± 1,04
FC 70% 64'	79,44 ± 9,79
PSE 70%	5,80 ± 0,65
Temp. 85% D 0'	34,55 ± 1,47
Temp. 85% E 0'	34,26 ± 1,47
FC 85% 0'	80,25 ± 15,81
Temp. 85% D 64'	33,17 ± 1,24
Temp. 85% E 64'	32,58 ± 1,26
FC 85% 64'	77,50 ± 9,20
PSE 85%	8,93 ± 0,68

Temp. 70% D 0' – Temperatura na carga de 70% da 10RM do braço direito ao minuto 0 | **Temp. 70% E 0'** – Temperatura na carga de 70% da 10RM do braço esquerdo ao minuto 0 | **FC 70% 0'** – Frequência Cardíaca na carga de 70% da 10RM ao minuto 0 | **Temp. 70% D 64'** – Temperatura na carga de 70% da 10RM do braço direito ao minuto 64 | **Temp. 70% E 64'** – Temperatura na carga de 70% da 10RM do braço esquerdo ao minuto 64 | **FC 70% E 64'** – Frequência Cardíaca na carga de 70% da 10RM ao minuto 64 | **PSE 70%** – Percepção Subjetiva do Esforço na carga de 70% da 10RM | **Temp. 85% D 0'** – Temperatura na carga de 85% da 10RM do braço direito ao minuto 0 | **Temp. 85% E 0'** – Temperatura na carga de 85% da 10RM do braço esquerdo ao minuto 0 | **FC 85% 0'** – Frequência Cardíaca na carga de 85% da 10RM ao minuto 0 | **Temp. 85% D 64'** – Temperatura na carga de 85% da 10RM do braço direito ao minuto 64 | **Temp. 85% E 64'** – Temperatura na carga de 85% da 10RM do braço esquerdo ao minuto 64 | **FC 85% E 64'** – Frequência Cardíaca na carga de 85% da 10RM ao minuto 64 | **PSE 85%** – Percepção Subjetiva do Esforço na carga de 85% da 10RM |

Na Tabela 4 estão apresentadas as diferenças entre os valores médios de temperatura pós exercício (4 minutos) e pré exercício (0 segundos) e em ambos os braços (direito – experimental; esquerdo - controlo) e em ambas as cargas (70% e 85% da 10RM).

Tabela 4 – Diferenças de temperatura pós e pré exercício.

Sujeito	Dif_Pós-Pré_D70%	Dif_Pós-Pré_E70%	Dif_Pós-Pré_D85%	Dif_Pós-Pré_E85%
1	-0,8	-1,5	-0,2	-1
2	-2,1	-1,9	0,7	0
3	-2,9	-3,2	-1,8	-1,7
4	-2	-2,2	0	0,1
5	0	-0,8	-1,6	-2
6	-1,1	-1,8	-3,2	-3,1
7	-2,1	-2,5	-1	-1,3
8	0	0,4	-0,7	-0,6
9	-1,8	-1,6	-2,5	-2,6
10	-3,2	-2,8	-2,5	-2,2
11	-1,6	-2	-2,7	-2,9
12	-1,7	-1,8	-1,1	-1,3
13	-2,9	-2,7	-1,3	-1,5
14	-3,8	-3,1	-0,2	-0,6
15	0	0,4	-0,7	-0,6
Significância Estatística - Diferenças entre Braço de Controlo e Braço de Exercício (p valor)	0,7704		0,0398*	

* $p < 0,05$

Dif_Pós_Pré_D70% - Diferença de temperatura entre pós e pré exercício do braço direito com carga de 70% da 10RM | **Dif_Pós_Pré_E70%** - Diferença de temperatura entre pós e pré exercício do braço esquerdo com carga de 70% da 10RM | **Dif_Pós_Pré_D85%** - Diferença de temperatura entre pós e pré exercício do braço direito com carga de 85% da 10RM | **Dif_Pós_Pré_E85%** - Diferença de temperatura entre pós e pré exercício do braço esquerdo com carga de 85% da 10RM

Para esta tabela foi realizado um *t-test de amostras emparelhadas* para testar se haverias diferenças significativas ($p < 0,05$) entre o braço de exercício (direito) e o braço de controlo em cada carga. Foram encontradas diferenças significativas para a intensidade de 85% da 10RM ($p = 0,0398$) mas não para a intensidade de 70% da 10RM ($p = 0,7704$). O mesmo teste foi aplicado, desta vez para verificar se existiam diferenças significativas entre as duas diferentes intensidades no mesmo braço. Para o braço de exercício o valor de p foi de 0,2579 e para o braço de controlo o valor de p foi de 0,3451, ou seja, não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas.

A tabela abaixo (Tabela 5) ilustra a comparação de temperatura da pele sobre o bíceps em ambos os braços e da FC – em ambas as intensidades de exercício; 5 minutos antes de sentar (a partir dos 10 minutos das SE) e 5 e 10 minutos após sentar (aos 20 e 25 minutos).

Tabela 5 – Comparação da Temperatura e FC 5 minutos (10 minutos da SE) antes de sentar e, após 5 (20 minutos da SE) e 10 minutos (25 minutos) para ambas as cargas (70% e 85% da 10 RM).

		Média	Desvio padrão	P valor
Temperatura - 70% da 10RM	TBD10	32,98	±1,06	0,672
	TBD15	32,93	±0,97	
	TBE10	31,88	±1,04	0,501
	TBE15	31,78	±1,02	
	TBD15	32,93	±0,97	0,001*
	TBD20	34,23	±0,91	
	TBE15	31,78	±1,02	0,001*
	TBE20	33,16	±0,97	
	TBD20	34,23	±0,91	0,005*
	TBD25	34,95	±0,80	
	TBE20	33,16	±0,97	0,006*
	TBE25	33,93	±0,96	
FC – 70% da 10RM	FC10'	94,53	±12,32	0,154
	FC15'	91,60	±14,41	
	FC15'	91,60	±14,41	0,491
	FC20'	90,07	±11,76	
	FC20'	90,07	±11,76	0,021*
	FC25'	86,20	±11,70	
Temperatura - 85% da 10RM	TBD10	33,17	±0,99	0,058
	TBD15	33,03	±0,96	
	TBE10	32,12	±0,99	0,003*
	TBE15	31,91	±0,93	
	TBD15	33,03	±0,96	0,005*
	TBD20	33,93	±1,31	
	TBE15	31,91	±0,93	0,004*
	TBE20	32,85	±1,42	
	TBD20	33,93	±1,31	0,083
	TBD25	34,39	±1,19	
	TBE20	32,85	±1,42	0,021*
	TBE25	33,51	±1,34	
FC – 85% da 10RM	FC10'	88,47	±13,03	0,163
	FC15'	91,60	±9,94	
	FC15'	91,60	±9,94	0,012*
	FC20'	86,53	±10,11	
	FC20'	86,53	±10,11	0,867
	FC25'	86,27	±10,46	

*p valor <0,05.

TBD10 – Temperatura do braço direito aos 10 minutos | **TBD15** – Temperatura do braço direito aos 15 minutos | **TBD20** – Temperatura do braço direito aos 20 minutos | **TBD25** – Temperatura do braço direito aos 25 minutos | **TBE10** – Temperatura do braço esquerdo aos 10 minutos | **TBE15** – Temperatura do braço esquerdo aos 15 minutos | **TBE20** – Temperatura do braço esquerdo aos 20 minutos | **TBE25** – Temperatura do braço esquerdo aos 25 minutos | **FC10'** – Frequência Cardíaca aos 10 minutos | **FC15'** – Frequência Cardíaca aos 15 minutos | **FC20'** – Frequência Cardíaca aos 20 minutos | **FC25'** – Frequência Cardíaca aos 25 minutos |

Foi aplicado o teste de correlação de Pearson para medir o grau de correlação, se positivo ou negativo, entre as variáveis temperatura e frequência cardíaca. A tabela abaixo traduz a correlação entre os valores de frequência cardíaca e a temperatura da pele no bícep durante o exercício (0' aos 4' de teste) e durante a recuperação (4'30" aos 64') para ambas as intensidades.

Tabela 6 – Correlação entre a FC e Temperatura durante o exercício e na recuperação em ambas as intensidades.

	Exercício		Recuperação	
	FC70% (p valor)	FC85% (p valor)	FC70% (p valor)	FC85% (p valor)
TempMédiaD70	-0,630 (0,069)	-	-0,656(0,000)	-
TempMédiaE70	-0,585 (0,098)	-	-0,628(0,000)	-
TempMédiaD85	-	-0,745 (0,021)	-	-0,598(0,001)
TempMédiaE85	-	-0,674 (0,047)	-	-0,542(0,003)

TempMédiaD70 – Temperatura média do braço direito na carga de 70% da 10RM | **TempMédiaE70** – Temperatura média do braço esquerdo na carga de 70% da 10RM | **TempMédiaD85** – Temperatura média do braço direito na carga de 85% da 10RM | **TempMédiaE85** – Temperatura média do braço esquerdo na carga de 85% da 10RM | **FC70% (p valor)**- Frequência Cardíaca média na carga de 70% da 10RM e o valor de p | **FC85% (p valor)**- Frequência Cardíaca média na carga de 85% da 10RM e o valor de p |

A Tabela 7 apresenta os dados relativos à PSE segundo a Escala de OMNI-RES obtidos pela amostra nas sessões experimentais, uma coluna relativa à carga de 70% da 10RM e outra relativa à 85% da 10RM. Foi aplicado um *t test para amostras emparelhadas* para verificar se existiam diferenças estatisticamente significativas entre as duas intensidades relativamente à PSE. É possível observar que houve diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,001$).

Tabela 7 – Valos de PSE segundo a Escala de OMNI-RES nas SE.

Sujeito	PSE - 70% da 10RM	PSE - 85% da 10RM
1	5	8
2	5	10
3	6	10
4	7	9
5	6	9
6	7	9
7	6	8
8	5	9
9	6	9
10	5	8
11	6	9
12	6	9
13	5	9
14	6	8
15	6	10
p valor	p<0,001	

Discussão dos Resultados

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

4. Discussão dos Resultados

O presente estudo teve como objetivo observar o comportamento da temperatura antes, durante e após o exercício de força e correlacioná-lo com a FC em 36 momentos avaliativos.

Relativamente ao Gráfico 1 é possível observar que durante o exercício quando a carga é mais elevada (85% da 10RM) a frequência cardíaca apresenta valores mais elevados do que quando a carga é mais baixa. Após o término do exercício, para cargas mais altas verifica-se que os valores da FC são mais baixos.

Segundo Wilmore (2001) os valores de FC de repouso oscilam entre 60 a 80 batimentos por minuto, no entanto o meu estudo apresenta valores pré-exercício ligeiramente mais elevados ($82,75 \pm 12,00$ bpm para 70% da 10RM e $80,25 \pm 15,81$ bpm para 85% da 10RM). Wilmore (2001) justifica que podem surgir valores mais elevados devido à resposta antecipatória ao exercício, pois ocorre uma libertação de noradrenalina pelo sistema nervoso simpático e pela hormona adrenalina pelas glândulas adrenais, aumentando desta forma a FC. D'Assunção et al. (2007) diz-nos que as respostas cardiovasculares estão dependentes das variáveis da sessão treino, como por exemplo, a intensidade, o tempo de exercício e o tempo de recuperação. O exercício de força de alta intensidade provoca um aumento da resistência vascular periférica, levando à acumulação de metabólitos e, desencadeando quimiorreceptores musculares que libertam catecolaminas, estimulando desta forma o sistema nervoso simpático. Como consequência, há um aumento da FC e pressão sanguínea sistólica durante o exercício. Desta forma, exercícios com cargas mais elevadas levam a uma resposta da FC mais elevada durante o exercício; o que vai de encontro com o ocorrido no presente estudo.

Como referido anteriormente, a curva de comportamento da FC relativa à intensidade de 85% da 10RM é ligeiramente superior à outra carga, o que nos leva a crer que a intensidade do exercício físico é um dos fatores determinantes da magnitude das respostas fisiológicas durante o exercício e da recuperação pós-exercício (Lizardo et al., 2005). No que toca ao exercício de força, as respostas cardiovasculares podem ser justificadas pelos receptores musculares serem sensíveis às alterações metabólicas e mecânicas impostas pelo mesmo exercício. Quando o exercício inicia, os receptores musculares, enviam sinais à medula espinal levando uma resposta até às áreas cardiovasculares do Sistema Nervoso Central (SNC). Assim sendo, a atividade parassimpática para o coração é diminuída e a atividade simpática aumenta (da Silva et al., 2010).

No presente estudo, a curva do comportamento da FC após o exercício apresenta valores mais baixos, mas não significativos, para cargas mais elevadas. Estes resultados

são contraditórios aos estudos de Resk (2006) e Powers & Howley (2004), segundo estes autores com o exercício, a FC aumenta para manter o débito cardíaco, assim como também há um aumento do volume sistólico (limitado quando comparado com a FC). Após o exercício, o débito cardíaco diminui, no entanto a FC fica mais alta do que no repouso (pré-exercício) para manter o débito cardíaco visto que há um aumento das resistências vasculares periféricas que conseqüentemente levam à diminuição do volume sistólico, sendo então o aumento da FC a compensar estas alterações. O comum é que quanto maior a intensidade, no pós o exercício, a FC esteja mais alta, porque o volume sistólico tem maior alteração devido a alteração dos sistema renina-angiotensina e líquidos plasmáticos, comparado a intensidade mais baixa.

São poucos os estudos que relatam o comportamento da temperatura antes, durante e após o exercício físico. É já sabido que o exercício físico está associado a alterações hemodinâmicas da pele porque aumenta a geração de calor no interior do corpo e invoca processos de termorregulação cutâneos (Merla, 2010).

A análise do Gráfico 2 permite-nos observar como se comporta a temperatura da amostra ao longo das SE. É possível observar como a temperatura da pele no músculo *bíceps brachii* decresce ao longo de toda a SE, sendo que entre os 15-20 minutos da sessão ela sobe mantendo-se estável até ao final da mesma. No entanto, nos estudos publicados observa-se que existem diferenças na resposta termal quanto aos diferentes tipos de exercício. O único ponto comum entre eles é que, independentemente do exercício, a temperatura diminui nos primeiros momentos de exercício, seja ele aeróbio ou anaeróbio (de alta ou baixa intensidade). Isso poderá ocorrer devido à existência de vasoconstrição periférica (neste caso, atuando nos capilares da pele) e um redireccionamento do fluxo sanguíneo para os músculos ativos (Neves et al., 2015). Esta mesma resposta foi observada por Chudecka & Lubkowska (2012) num estudo que envolveu doze atletas profissionais de voleibol que realizaram exercício aeróbio durante 90 minutos onde, durante o exercício, foi observada uma diminuição na temperatura da pele. Merla et al. (2010) também investigaram a resposta da temperatura da pele de quinze corredores, do sexo masculino, num protocolo de exercício em ergómetro, com carga progressiva, e observaram que a temperatura da pele também diminuiu no decurso do exercício. Mas relativamente ao pós-exercício a resposta divergiu, pois a temperatura da pele aumentou. No entanto, o tipo de exercício não foi predominantemente anaeróbio. Segundo Kura e Filho (2011) as adaptações cardiovasculares no treino aeróbio são diferentes das do treino de força; relativamente ao exercício aeróbio, existe uma necessidade de bombear uma grande quantidade de sangue a uma pressão relativamente baixa, ao passo que durante os exercícios de força uma quantidade relativamente pequena de sangue é bombeada a uma pressão alta. Assim, para

suprir a nova demanda metabólica e manter o equilíbrio homeostático, várias adaptações fisiológicas nos sistemas corporais e, em particular, no cardiovascular são necessárias.

Quanto ao comportamento da temperatura de ambos os braços, verifica-se através da análise do gráfico 2, que a temperatura do braço de controlo (esquerdo) segue o mesmo padrão comportamental do braço de exercício (direito), isto é, quando a temperatura do braço de exercício desce, a temperatura do braço de controlo também desce e o mesmo acontece quando a temperatura do braço de exercício aumenta. Este fator já foi encontrado em estudos anteriores, Marins et al. (2012) verificaram que são poucas as assimetrias relativas à temperatura corporal e concluiu que existe uma simetria térmica bilateral em todas as regiões exceto para a parte posterior do braço direito.

No entanto, a temperatura do braço de controlo apresenta sempre valores mais baixos que o braço de exercício. Neves et al. (2014) num estudo onde é realizado exercício anaeróbio com vinte e oito sujeitos, saudáveis e do sexo masculino, verificou um comportamento contrário, pois a temperatura baixou apenas no primeiro minuto de exercício nos dois membros (exercitado e não exercitado) tendo aumentado depois no braço de exercício e diminuído no braço de controlo. No mesmo estudo, Neves et al. (2014) justifica que essa redução da temperatura inicial da pele está correlacionada com o redireccionamento do fluxo sanguíneo para a musculatura ativa. A diferença entre os resultados encontrados no presente estudo e aqueles reportados por Neves et al. (2014) está na relação massa muscular/espessura da camada de gordura subcutânea, pois no estudo de Neves et al. (2014), os sujeitos eram do sexo masculino, possuíam grande volume muscular no *bíceps brachii* e reduzida camada de gordura subcutânea ($3,7 \pm 1,2$ mm para um grupo $4,2 \pm 1,3$ mm para outro). Já no presente estudo, as voluntárias eram do sexo feminino, com menor volume muscular e maior camada de gordura subcutânea ($9,9 \pm 3,6$ mm). É de salientar que os testes foram realizados com mulheres as quais possuem, geralmente, maior quantidade de gordura e menor quantidade de massa muscular quando comparadas com os homens. Os tecidos corporais, os músculos e os órgãos internos produzem calor e o sangue é responsável por dissipar esse calor, por outro lado, o tecido adiposo serve de isolante térmico (Neves et al., 2014). Bandeira (2012) já comprovou no seu estudo que a temperatura superficial da pele esta inversamente relacionado a espessura da dobra cutânea, no seu estudo o grupo muscular observado foi coxa, onde quanto maior foi a dobra cutânea menor foi a temperatura da pele no local. Também é importante que o nível de treino, segundo Formentiet al. (2013) também pode influenciar a dissipação do calor; o seu estudo demonstrou que a temperatura dissipa-se mais rapidamente nos sujeitos

treinados do que nos sujeitos não treinados; e, a amostra deste estudo eram mulheres não treinadas.

No Gráfico 2 é observável o aumento da temperatura ocorrida entre os 15 e os 20 minutos de ambas as sessões experimentais. A análise da Tabela 5 também mostrou valores significativos ($p < 0,05$) na FC e na temperatura da pele sobre o bíceps em ambas as intensidades. Os dados do teste de Correlação de Pearson, ilustrados na Tabela 6, mostram que há uma correlação negativa entre estas variáveis (para 70% da 10RM o valor de correlação durante o exercício para o braço direito é -0,630 (0,069) e para o braço esquerdo é -0,585 (0,098); quanto à recuperação para a mesma intensidade o valor de p no braço direito e esquerdo é -0,656(0,000) e -0,628(0,000) respetivamente; para 85% da 10RM o valor de correlação durante o exercício para o braço direito é -0,745 (0,021) e para o braço esquerdo é -0,674 (0,047); quanto à recuperação para a mesma intensidade o valor de p no braço direito e esquerdo é -0,598(0,001) e -0,542(0,003) respetivamente). A correlação negativa apresentada significa que quando a FC aumenta, a temperatura da pele sobre o bíceps diminui e vice-versa. Neves et al. (2015) numa revisão acerca da temperatura também nos informa que a posição corporal pode influenciar a aquisição de dados termográficos.

Dos 15 para os 20 minutos das SE, foram encontradas diferenças significativas para ambas as cargas e em ambos os braços (70% da 10RM - valor de $p = 0,001$ para braço direito e esquerdo; 85% da 10RM – valor de $p = 0,005$ e $0,004$ para braço direito e esquerdo respetivamente), o que demonstra a importância deste fator na obtenção dos dados relativos à temperatura. Quanto à FC também se observam diferenças estatisticamente significativas para a carga de 85% da 10RM ($p = 0,012$) nos mesmos minutos, e para a carga inferior há relevância estatística dos 20 para os 25 minutos ($p = 0,021$). Este fenómeno pode ser explicado através da fisiologia humana. Segundo Powers & Howley (2004) uma das funções importantes do sistema circulatório é o transporte de calor. O sangue é muito eficaz nesta função por possuir alta capacidade de armazenar calor. Um indivíduo quando se encontra na posição ortostática (de pé) sofre a ação da força da gravidade a qual dificulta o retorno venoso, fazendo com que o enchimento ventricular seja menor. Como o débito cardíaco deve ser mantido e há um menor volume diastólico final, há um aumento da frequência cardíaca. Inversamente, quando um indivíduo se encontra sentado, não sofre a ação da gravidade, então existe mais volume diastólico final, existindo mais sangue a circular na musculatura ativa sendo através deste processo que há um aumento da temperatura da pele no bíceps. Quando há uma transição de uma situação de repouso (posição estática) para uma situação de movimento qualquer há um aumento de sangue para os tecidos da musculatura ativa (de Almeida, 2007).

Relativamente à PSE, foi realizado um teste t para amostras emparelhadas para analisar se ocorreram diferenças entre as duas cargas utilizadas (Tabela 7), e observaram-se diferenças estatísticas significativas ($p < 0,001$), o que vem reforçar que de facto a amostra sentiu que uma carga era de facto mais intensa que a outra.

4.1 Limitações do Estudo e Propostas Futuras

Este estudo apresentou algumas limitações, como por exemplo o número da amostra. Seria benéfico para a comunidade científica que, no futuro, o protocolo fosse repetido mas que aumentasse o número da amostra assim como abrangesse o sexo masculino para observar se o comportamento é o mesmo. Além disso, o tempo de recuperação aqui estudado, foi de uma hora, sendo que sugiro que um estudo futuro prolongue o tempo da recuperação por mais horas. Por último, seria uma mais valia estudar exercícios que envolvessem outros grupos musculares ou músculos, o *tríceps brachii* por exemplo (pois morfologicamente é uma zona de mais gordura), visto que a composição corporal afeta o comportamento da temperatura.

Conclusão

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

5. Conclusão

Em conclusão e respondendo aos objetivos traçados inicialmente, pode-se concluir que existe uma correlação negativa entre a FC e a temperatura quando realizado exercício de treino de força, predominantemente anaeróbio, em mulheres. E ainda, que o comportamento da temperatura da pele durante o exercício de treino de força apresenta uma diminuição e o mesmo se verifica durante os primeiros quinze minutos de recuperação. A temperatura da pele é influenciada pela posição de um indivíduo durante a fase de recuperação. Estudos futuros deverão ser realizados para verificar se esta correlação se mantém para outras regiões musculares.

Referências Bibliográficas

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

6. Referências Bibliográficas

American College of Sports Medicine. 2006. *ACSM's Guidelines for Exercise Testing and Prescription* (7th ed.). Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins.

Baechle, T. R., Earle, R. W., & National Strength & Conditioning Association (U.S.) (Eds.). (2008). *Essentials of strength training and conditioning* (3rd ed). Champaign, IL: Human Kinetics.

Bandeira, F., Moura, M. A. M. de, Souza, M. A. de, Nohama, P., & Neves, E. B. (2012). Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes? *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 18(4), 246–251.

Barbanti, V. J., Tricoli, V., & Ugrinowitsch, C. (2004). Relevância do conhecimento científico na prática do treinamento físico. *Rev. Paul. Educ. Fís., São Paulo*, 18, 101–09.

Brioschi, M. L., Macedo, J. F., & Macedo, R. de A. C. (2003). Termometria cutânea: novos conceitos. *J Vasc Bras*, 2, 151–60.

Brioschi, M. L., Yeng, L. T., & Teixeira, M. J. (2007). Diagnóstico avançado em dor por imagem infravermelha e outras aplicações. *Prática Hospitalar*, 50(1), 93–8.

Brito, A. F., Alves, N. F. B., Silva, A. A., & Silva, A. S. (sem data). O USO DA ESCALA DE OMNI-RES EM IDOSAS HIPERTENSAS. *Estudos Interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, 16(1).

Brum, P. C., Forjaz, C. de M., Tinucci, T., & Negrão, C. E. (2004). Adaptações agudas e crônicas do exercício físico no sistema cardiovascular. *Rev Paul Educ Fís*, 18, 21–31.

Chudecka, M., & Lubkowska, A. (2012). The Use of Thermal Imaging to Evaluate Body Temperature Changes of Athletes During Training and a Study on the Impact of Physiological and Morphological Factors on Skin Temperature. *Human Movement*, 13(1).

D'Assunção, W., Daltro, M., Simão, R., Polito, M., & Monteiro, W. (2007). Acute cardiovascular responses in strength training conducted in exercises for large and small muscular groups. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 13(2), 118–122.

de Almeida, M. B. (2007). Frequência cardíaca e exercício: uma interpretação baseada em evidências. *Rev. Bras. Cineantropom. Desempenho Hum*, 9(2), 196–202.

de Brito Júnior, C. A., Maior, I. M. L., de Godoy, R. V., da Cunha, M. A. B., de Carvalho, A. A., Chaves, S. M. C., ... others. (n.d.). HOSPITAL DAS CLÍNICAS DA FACULDADE DE MEDICINA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO.

Delavier, F. (2000). Guia dos Movimentos de Musculação; Ed. Manole, (2^o edição).

Fernandes, A. A., Amorim, P. R. S., Prímola-Gomes, T. N., Sillero-Quintana, M., Cuevas, I. F., Silva, R. G., ... Marins, J. C. B. (2012). Medicina del Deporte.

Fernández-Cuevas, I., Sillero-Quintana, M., Garcia-Concepcion, M. A., Serrano, J. R., Gómez-Carmona, P., & Marins, J. B. (2014). Monitoring Skin Thermal Response to Training with Infrared Thermography. *New Stud. Athletics*, 29, 57–71.

Ferreira, J. J. A., Mendonça, L. C. S., Nunes, L. A. O., Andrade Filho, A. C. C., Rebelatto, J. R., & Salvini, T. F. (2008). Exercise-Associated Thermographic Changes in Young and Elderly Subjects. *Annals of Biomedical Engineering*, 36(8), 1420–1427.

Forjaz, C.L.M.; Barretto, A.C.P.; Halpern, A.; Villares, S.M.F. Muscle metaboreflex control is diminished in normotensive obese women. *American Journal of Physiology: Heart and Circulatory Physiology*, Bethesda, v.281, p.H469-75, 2001b.

Garcia, D. R. (2004). Validação da termografia no diagnóstico de lesões por esforços repetitivos/distúrbios osteomusculares relacionados ao trabalho.

Graef, F. I., & Kruehl, L. F. M. (2006). Frequência cardíaca e percepção subjetiva do esforço no meio aquático: diferenças em relação ao meio terrestre e aplicações na prescrição do exercício—uma revisão. *Revista Brasileira de Medicina Do Esporte*, 12(4), 221–228.

A.-N. Hani H, P. Jerrold S, L. Michael S, and B. Lee S, "The use of thermal infra-red imaging to detect delayed onset muscle soreness," *JVisual Exp*, vol. 59, p. e3551, 2012.

Jones, B. F., & Plassmann, P. (2002). Digital infrared thermal imaging of human skin. *Engineering in Medicine and Biology Magazine, IEEE*, 21(6), 41–48.

Kanehisa, H., Ito, M., Kawakami, Y., Fukunaga, T., & Miyatani, M. (2004). The accuracy of volume estimates using ultrasound muscle thickness measurements in different muscle groups. *European Journal of Applied Physiology*, 91(2-3), 264–272.

Kraemer, WJ, Fry, AC (1995). Strength Testing: Development and Evaluation of Methodology. In: Maud PJ, Foster C. Physiological assessment of human fitness. Champaign: Human Kinetics.

Kura, G.G., Tourinho Filho, H., 2011, Adaptaciones agudas y crónicas de los ejercicios de resistencia en el sistema cardiovascular. *Revista Digital*. Buenos Aires, 153, 127-158.

Lizardo, J. d F., & Simões, H. G. (2005). Efeitos de diferentes sessões de exercícios resistidos sobre a hipotensão pós-exercício. *Rev Bras Fisioter*, 9(3), 249–55.

Marins, J. C. B., Fernandez-Cuevas, I., Ribot-Serrano, J., Garcia-Concepcion, M. A., Gomez Carmona, P., & Sillero-Quintana, M. (2012). Thermal response of the skin temperature on muscle and joint body areas after strength training by infrared thermography. *Thermology International*, 22(3), 119–120.

Merla, A., Mattei, P. A., Di Donato, L., & Romani, G. L. (2010). Thermal Imaging of Cutaneous Temperature Modifications in Runners During Graded Exercise. *Annals of Biomedical Engineering*, 38(1), 158–163.

Miranda, H., Simão, R., Lemos, A., Dantas, B. H. A., Baptista, L. A., & Novaes, J. (2005). Análise da frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto em diferentes posições corporais nos exercícios resistidos. *Rev Bras Med Esporte*, 11(5), 295–298.

Moura, J. A. R., Peripolli, J., & Zinn, J. L. (2003). Comportamento da percepção subjetiva de esforço em função da força dinâmica submáxima em exercícios resistidos com pesos. *Revista Brasileira de Fisiologia Do Exercício*, 2(2), 110–22.

Neves, E. B., Alves, J. V., Krueger, E., & Reis, V. M. (2014). Changes in Skin Temperature During Muscular Work: A Pilot Study. *Pan American Journal of Medical Thermology*, 1(1), 11–15.

Neves, E. B., Matos, F., Cunha, R. M., & Reis, V. M. (2015). Thermography to Monitoring of Sports Training: An Overview. *Pan American Journal of Medical Thermology*, 2(1), 18–22.

Neves, E. B., & Reis, V. M. (2014). Fundamentos de termografia para o acompanhamento do treinamento desportivo. *Revista Uniandrade*, 15(2), 79–86.

Neves, E. B.; Bandeira, F.; Ulbricht, L.; Vilaça-Alves, J.; Reis, V. M.; "Influence of Muscle Cross-sectional Area in Skin Temperature," in BIOIMAGING 2015 - 2nd International Conference on Bioimaging, Proceedings; Part of 8th International Joint Conference on Biomedical Engineering Systems and Technologies, BIOSTEC 2015. , Lisboa, 2015, pp. 64-68.

Neves, E. B., Moreira, T. R., Lemos, R.J.C., Vilaça-Alves, J. and Reis, V. M., "The Thermal Response of Biceps Brachii to Strength Training," *Gazzetta Medica Italiana Archivio per le Scienze Mediche*, vol. 174, p. In Press, 2015.

Polito, M. D., & Farinatti, P. T. V. (2003). Respostas de frequência cardíaca, pressão arterial e duplo-produto ao exercício contra-resistência: uma revisão da literatura. *Revista Portuguesa de Ciências Do Desporto*, 3(1), 79–91.

Powers, S.; Howley, E.T. (2005). *Fisiologia do Exercício: Teoria e Aplicação ao Condicionamento e ao Desempenho* (5 edição), Baker: Manole.

Rezk, C. C., Marrache, R. C. B., Tinucci, T., Mion, D., & Forjaz, C. L. M. (2006). Post-resistance exercise hypotension, hemodynamics, and heart rate variability: influence of exercise intensity. *European Journal of Applied Physiology*, 98(1), 105–112.

Robertson, R. J., Goss, F. L., Rutkowski, J., Lenz, B., Dixon, C., Timmer, J., Andreacci, J. (2003). Concurrent Validation of the OMNI Perceived Exertion Scale for Resistance Exercise: *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 35(2), 333–341.

Sanches, I. J. (2010). Sobreposição de imagens de termografia e ressonância magnética: uma nova modalidade de imagem médica tridimensional.

Sessler, D. I. (2008). Temperature Monitoring and Perioperative Thermoregulation: *Anesthesiology*, 109(2), 318–338.

Simões, A. L. B., & MMF, M. (2007). Variabilidade circadiana da temperatura oral, timpânica e axilar em adultos hospitalizados. *Ver. Esc. Enferm. USP [Internet]*, 41(3), 485–91.

Silva, M. S., Silva, T. S., Mota, M. R., Damasceno, V. O., & Silva, F. (2011). Análise do efeito de diferentes intensidades e intervalos de recuperação na percepção subjectiva de atletas. *Motricidade*, 7 (1), 3 – 12.

Simão, R., Giacomini, M. B., Dornelles, T. S., Marramom, M. G. F., & Viveiros, L. E. (2003). Influência do aquecimento específico e da flexibilidade no teste de 1RM. *Revista Brasileira de Fisiologia Do Exercício*, 2(2), 134–140.

Uematsu, S., Edwin, D. H., Jankel, W. R., Kozikowski, J., & Trattner, M. (1988). Quantification of thermal asymmetry: Part 1: Normal values and reproducibility. *Journal of Neurosurgery*, 69(4), 552–555.

Anexos

Efeito da intensidade do exercício de treino de força na frequência cardíaca e temperatura da pele durante e após o exercício

Anexo I – Anamnese e ParQ teste

ANAMNESE									
Nome:		Telefone:		Estatura:		Massa Corporal:		Sexo: M F	
Telemóvel:									
Nível Condção Física:									
Fumador:	SIM NÃO	Nº Cigarros/Dia:	Já Fumou:	SIM NÃO	Parou há:				
Doenças Anteriores:									
Doenças em Familiares:									
Cirurgias:		Lesões:							
Medicações em uso:									
ATIVIDADE FISICA									
Pratica algum tipo de atividade fisica:		SIM	NÃO	Qual/Quais:					
Quantas vezes p/ semana:				Duração de Sessão:					
Já praticou algum tipo de actividade fisica:		SIM	NÃO	Quantas vezes p/ semana:					
Objetivos com a prática de atividade fisica:									
Horário preferido:		Atividade fisica preferida:							
Horário:		Dias da semana:							
PAR-Q									
1 - Alguma vez um médico lhe disse que você possui um problema do coração e lhe recomendou que só fizesse atividade física sob supervisão médica?		SIM		NÃO					
2 - Você sente dor no peito, causada pela prática de atividade física?		SIM		NÃO					
3 - Você sentiu dor no peito no último mês?		SIM		NÃO					
4 - Você tende a perder a consciência ou cair, como resultado de tonteira ou desmaio?		SIM		NÃO					
5 - Você tem algum problema ósseo ou muscular que poderia ser agravado com a prática de atividade física?		SIM		NÃO					
6 - Algum médico já lhe recomendou o uso de medicamentos para a sua pressão arterial, para circulação ou coração?		SIM		NÃO					
7 - Você tem consciência, através da sua própria experiência ou aconselhamento médico, de alguma outra razão física que impeça sua prática de atividade física sem supervisão médica?		SIM		NÃO					

Anexo II – Declaração de Helsínquia

Declaração de Helsínquia da Associação Médica Mundial

[versão de outubro de 2013]

Princípios Éticos para a Investigação Médica em Seres Humanos Adotada pela 18.^a Assembleia Geral da AMM, Helsínquia, Finlândia, junho 1964, e corrigida pela 29.^a AG da AMM, Tóquio, Japão, outubro 1975, pela 35.^a AG da AMM, Veneza, Itália, outubro 1983, pela 41.^a AG da AMM, Hong Kong, setembro 1989, pela 48.^a AG da AMM, Somerset West, República da África do Sul, outubro 1996, pela 52.^a AG da AMM, Edimburgo, Escócia, outubro 2000, pela 53.^a AG da AMM, Washington 2002 (acrescentado esclarecimento ao parágrafo 29), pela 55.^a AG da AMM, Tóquio 2004 (acrescentado esclarecimento ao parágrafo 30), pela 59.^a AG da AMM, Seul, Coreia, outubro 2008 e 64.^a AG da AMM, Fortaleza, Brasil, outubro 2013.

Preâmbulo

1. A Associação Médica Mundial (AMM) elaborou a Declaração de Helsínquia como um enunciado de princípios éticos para a investigação clínica envolvendo seres humanos, incluindo investigação sobre dados e material humano identificáveis. A Declaração deve ser lida como um todo e cada um dos seus parágrafos constituintes deverá ser aplicado tendo em conta todos os outros parágrafos relacionados.
2. De acordo com a missão da AMM, a Declaração dirige-se em primeira linha aos médicos. A AMM incentiva outros participantes da investigação médica em seres humanos a adotar estes princípios.

Princípios gerais

3. A Declaração de Genebra da AMM compromete o médico com as seguintes palavras: "A saúde do meu doente será a minha primeira preocupação" e o Código Internacional da Ética Médica declara que "Um médico deve agir no melhor interesse do doente quando presta cuidados de saúde".
4. É dever do médico promover e proteger a saúde, o bem-estar e os direitos dos doentes, incluindo dos que são alvo de investigação médica. O saber e a consciência do médico são consagrados ao cumprimento deste dever.

5. O progresso médico baseia-se em investigações que, naturalmente, incluem estudos em seres humanos.
6. O objetivo primário da investigação médica em seres humanos é compreender as causas, a evolução e os efeitos das doenças e melhorar as intervenções preventivas, diagnósticas e terapêuticas (métodos, procedimentos e tratamentos). Mesmo as melhores e mais comprovadas intervenções atuais têm de ser continuamente avaliadas através de investigação sobre a sua segurança, eficácia, eficiência, acessibilidade e qualidade.
7. A investigação médica está sujeita a padrões éticos que promovem e garantem o respeito por todos os seres humanos e protegem a sua saúde e direitos.
8. Embora o objetivo primário da investigação médica seja gerar novo conhecimento, essa finalidade nunca prevalece sobre os direitos e interesses individuais dos participantes na investigação.
9. É dever dos médicos que participam em investigação médica proteger a vida, a saúde, a dignidade, a integridade, o direito à autodeterminação, a privacidade e a confidencialidade da informação pessoal dos participantes. A responsabilidade pela proteção dos participantes sujeitos de investigação cabe sempre ao médico ou outro profissional de saúde e nunca deve ser transferida para o sujeito de investigação, mesmo que este tenha dado consentimento.
10. Os médicos têm de ter em consideração as normas éticas, legais e regulamentares e os padrões de investigação em seres humanos em vigor nos seus países, assim como as normas e padrões internacionais aplicáveis. Nenhum requisito ético, legal ou regulamentar, nacional ou internacional deve reduzir ou eliminar qualquer das proteções relativas a participantes sujeitos de investigação indicadas nesta Declaração.
11. A investigação médica deve ser realizada de modo a minimizar eventuais danos ambientais.
12. A investigação médica em seres humanos só deve ser realizada sob a direção de pessoas com educação, treino e qualificações éticas e científicas apropriadas. Investigar em doentes ou em voluntários saudáveis exige a supervisão de médico ou outro profissional de saúde competente e adequadamente qualificado.
13. Às populações insuficientemente representadas na investigação médica deverá ser proporcionado acesso apropriado a essa participação.
14. O médico apenas pode associar investigação médica com cuidados médicos quando a investigação se justifique pelo seu potencial valor preventivo, diagnóstico ou terapêutico e se o médico tiver boas razões para acreditar que a participação no projeto de investigação não afeta desfavoravelmente a saúde dos doentes participantes sujeitos da investigação.

15. Devem ser assegurados indemnizações e tratamentos adequados aos sujeitos que sofrerem danos por participarem em investigações.

Riscos, incómodos e benefícios

16. Tanto no exercício profissional como na investigação médica, muitas intervenções implicam riscos e incómodos. A investigação médica em seres humanos só deve ser realizada se a importância do objetivo ultrapassar os inerentes riscos e incómodos para os participantes sujeitos de investigação.

17. Todo o projeto de investigação médica em seres humanos deve ser precedido de uma cuidadosa avaliação dos riscos e incómodos previsíveis para os indivíduos e grupos envolvidos, comparando-os com os benefícios expectáveis, para eles e para outros indivíduos ou grupos afetados pela situação sob investigação. Devem ser implementadas medidas que minimizem os riscos. Os riscos têm de ser sempre monitorizados, avaliados e documentados pelo investigador.

18. Os médicos não devem participar num projeto de investigação em seres humanos a menos que se assegurem de que os riscos em presença tenham sido adequadamente avaliados e possam ser satisfatoriamente controlados. Os médicos devem avaliar se devem continuar, modificar ou interromper imediatamente um estudo quando os riscos pareçam ultrapassar os potenciais benefícios ou logo que haja provas conclusivas de resultados positivos e benéficos.

Grupos e indivíduos vulneráveis

19. Alguns grupos e indivíduos sob investigação são particularmente vulneráveis e têm uma probabilidade aumentada de ser lesados ou de ocorrência de danos adicionais. Todos os grupos e indivíduos vulneráveis necessitam de proteção que lhes seja especificamente dirigida.

20. A investigação médica que envolva grupos vulneráveis apenas é justificada se der resposta a prioridades e necessidades de saúde desse grupo e se a investigação não puder ser feita num grupo não-vulnerável. Além disso, este grupo deve beneficiar do conhecimento, práticas ou intervenções que resultem da investigação.

Requisitos científicos e protocolos de investigação

21. A investigação médica em seres humanos tem de se conformar com os princípios científicos genericamente aceites, fundamentar-se nos conhecimentos da literatura científica e de outras fontes relevantes de informação, na experimentação laboratorial e, se apropriado, animal. O bemestar dos animais usados para investigação deve ser respeitado.

22. O desenho e o desempenho da cada estudo envolvendo seres humanos têm de ser claramente descritos e fundamentados num protocolo de investigação. O protocolo deve conter um enunciado das questões éticas presentes e deve indicar como foram respeitados os princípios desta Declaração. O protocolo deve incluir informação sobre financiamento, patrocinadores, ligações institucionais, potenciais conflitos de interesse, incentivos para o sujeitos de investigação e informação sobre ajudas e/ou indemnizações para quem seja prejudicado em consequência da participação no estudo. No caso de ensaios clínicos, o protocolo tem também de descrever as disposições relativas às ajudas após o ensaio.

Comissões de ética para a investigação

23. O protocolo de investigação deve ser submetido, para apreciação, comentários, orientação e aprovação, à respetiva comissão de ética para a investigação antes de o estudo começar. Esta comissão tem de ser transparente no seu funcionamento, tem de ser independente do investigador, do patrocinador e de qualquer outra influência e tem de ser qualificada atempadamente. Deve ter em consideração as leis e regulamentos do país ou países onde a investigação decorra, assim como as normas e padrões internacionais aplicáveis mas sem que isso conduza a uma redução ou eliminação de qualquer das proteções previstas nesta Declaração. A comissão deve ter o direito de monitorizar os estudos em curso. O investigador deve proporcionar à comissão as informações necessárias à monitorização, especialmente as informações referentes a quaisquer acontecimentos adversos graves. Não poderá ser feita qualquer alteração ao protocolo sem apreciação e aprovação pela comissão. No final do estudo, os investigadores têm de submeter um relatório final contendo um resumo dos achados do estudo e as conclusões.

Privacidade e confidencialidade

24. Devem ser tomadas todas as precauções para proteger a privacidade de cada sujeito de investigação e a confidencialidade dos seus dados pessoais.

Consentimento informado

25. A participação de pessoas capazes de dar consentimento informado para serem participantes sujeitos de investigação médica tem de ser voluntária. Embora possa ser apropriado consultar membros da família ou líderes comunitários, nenhuma pessoa capaz deve ser selecionada para um projeto de investigação sem que livremente o aceite.

26. Na investigação médica em seres humanos capazes de consentir, cada potencial sujeito tem de ser informado adequadamente das finalidades, métodos, fontes de financiamento e possíveis conflitos de interesse, ligações institucionais do investigador, benefícios

expectáveis, potenciais riscos do estudo e incómodos que lhe possam estar associados, ajudas após o estudo, bem como outros aspetos relevantes do estudo. O potencial participante tem de ser informado do direito a recusar-se a participar no estudo ou de, em qualquer altura, revogar o consentimento de participar sem represálias. Deve ser dada atenção especial às exigências específicas de informação de certos potenciais participantes assim como aos métodos usados para prestar a informação. Após assegurar-se de que o potencial participante compreendeu a informação, o médico ou outro profissional qualificado deve então obter o consentimento livre e informado do potencial participante, preferencialmente por escrito. Se o consentimento não pode ser feito por escrito, o consentimento verbal tem de ser formalmente documentado e testemunhado. Deve ser dada a todos os participantes em investigações médicas a opção de serem informados dos efeitos gerais e resultados do estudo.

27. Quando pede o consentimento informado para a participação num projeto de investigação, o médico deve ser particularmente cauteloso se o potencial participante tem uma relação de dependência consigo ou possa consentir sob coação. Em tais situações o consentimento informado deve ser pedido por pessoa adequadamente qualificada que seja completamente independente dessa relação.

28. Para o caso de um potencial participante na investigação ser incapaz de decidir, o médico tem de pedir o consentimento informado ao seu representante legal. Estas pessoas não devem ser incluídas num projeto de investigação que não ofereça a probabilidade de os beneficiar, salvo se houver a intenção de promover a saúde da população representada pelo potencial participante, se a investigação não puder, em alternativa, ser feita com participantes sujeitos capazes de decidir e se a investigação implicar apenas risco mínimo e incómodo mínimo.

29. Quando se trate de um potencial participante na investigação considerado incapaz para decidir mas que pode dar assentimento a decisões acerca da sua participação na investigação, o médico deve procurar esse assentimento em acréscimo ao consentimento do representante legal. O dissentimento do potencial participante deve ser respeitado.

30. A investigação envolvendo sujeitos que são incapazes física ou mentalmente de dar consentimento, por exemplo, doentes inconscientes, apenas pode ser feita se a condição física ou mental que os impede de dar o consentimento informado for uma característica necessária da população investigada. Em tais circunstâncias, o médico deve procurar o consentimento informado do representante legal. Se tal representante não está disponível e se a investigação não pode ser adiada, o estudo pode prosseguir sem consentimento informado desde que as razões específicas para incluir sujeitos com uma condição que os impede de dar consentimento estejam expressas no protocolo de investigação e o estudo

tenha sido aprovado por uma comissão de ética para a investigação. O consentimento para permanecer na investigação deve ser obtido logo que possível do sujeito ou do seu representante legal.

31. O médico tem de informar inteiramente o doente sobre quais os aspetos da assistência que estão relacionados com a investigação. A recusa de um doente em participar no estudo ou a decisão de um doente interromper a sua participação no estudo nunca pode interferir com a relação médico-doente.

32. Para a investigação médica que usa dados e material humano identificáveis, como investigação com material e dados de biobancos ou repositórios similares, os médicos têm de procurar obter o consentimento para a sua recolha, guarda e/ou reutilização. Pode haver situações excecionais em que o consentimento seja impossível de obter ou inexecutável para a investigação em apreço ou ponha em causa a validade da mesma. Em tais situações a investigação apenas pode ser feita após apreciação e aprovação por uma comissão de ética para a investigação.

Uso de placebo

33. Os benefícios, riscos, incómodos e a eficiência de uma nova intervenção têm de ser comparados com intervenção(ões) comprovadamente melhor(es), exceto nas seguintes circunstâncias: O uso de placebo, ou a não-intervenção, é aceitável em estudos onde não exista intervenção comprovada; ou Quando, por razões metodológicas convincentes e cientificamente robustas, o uso de qualquer intervenção menos eficaz do que a comprovadamente melhor, o placebo ou a não-intervenção são necessários para determinar a eficácia ou segurança de uma intervenção e os doentes que recebam qualquer intervenção menos eficaz do que a comprovadamente melhor, o placebo ou a não-intervenção não sejam sujeitos a risco adicional de dano grave ou irreversível resultante de não receberem essa intervenção comprovadamente melhor. Devem ser adotadas cautelas extremas para evitar o abuso desta opção.

Ajudas após estudo

34. Os promotores, investigadores e os governos dos países onde se realizam ensaios clínicos devem, antecipadamente, tomar providências sobre o acesso a ajudas após o estudo de todos os participantes que ainda necessitem de uma intervenção identificada como benéfica pelo estudo. Esta informação deve também ser dada a conhecer aos participantes durante o processo de obtenção do consentimento informado.

Registo de estudos e publicação de resultados

35. Todo o ensaio clínico deve ser registado numa base de dados com acesso público antes de se iniciar o recrutamento do primeiro participante.

36. Os investigadores, autores, promotores, revisores e editores têm, todos, obrigações éticas quanto à publicação e disseminação dos resultados da investigação. Os investigadores têm o dever de colocar os resultados das suas investigações em seres humanos publicamente acessíveis e são responsáveis pela exatidão e pela completitude dos seus relatórios. Todos devem acatar normas de orientação em vigor sobre relatórios éticos. Devem ser publicados, ou pelo menos tornados publicamente disponíveis, não só os resultados positivos mas também os negativos ou inconclusivos. As fontes de financiamento, as ligações institucionais e os conflitos de interesse devem ser declarados quando da publicação. Os relatórios da investigação que não estejam conformes com os princípios desta Declaração não devem ser aceites para publicação.

Intervenções não comprovadas na prática clínica

37. No tratamento de um determinado doente, em que não haja intervenções comprovadas ou estas tenham sido ineficazes, o médico, após procura de aconselhamento especializado, tendo o consentimento informado do doente ou do representante legal, pode usar uma intervenção não comprovada se, em sua firme convicção, tal intervenção oferecer a esperança de salvar a vida, restabelecer a saúde ou aliviar o sofrimento. Esta intervenção deve, de seguida, tornar-se o objeto de investigação, destinada a avaliar a sua segurança e eficácia. Em todos os casos, a nova informação deve ser registada e, quando apropriado, disponibilizada publicamente.

Anexo III – Declaração de Consentimento

Declaração de Consentimento

Eu, _____,
portador do B.I. nº _____ do Arq. De Identificação de _____,
emitido em ____/____/____, declaro que fui suficientemente informado das finalidades,
benefícios esperados e riscos associados à realização dos testes ou das atividades. Foi-me
dada a oportunidade de formular questões e colocar dúvidas e estou na posse de
informação suficiente para poder assinar o termo de consentimento.

Assumo a responsabilidade de eventuais lesões ou situações de risco de saúde que
possam resultar do facto de não apresentar declaração médica que autorize a prática de
atividade física. Assumo ainda a responsabilidade da ocorrência das situações nefastas
para a minha saúde, que resultem do não cumprimento das indicações técnicas da UTAD.

E da minha inteira responsabilidade o não cumprimento do programa de exercícios
e/ou de recomendações fornecidas pelos técnicos da UTAD.

Vila Real, UTAD ____ de _____ de 2015

Assinatura

Anexo IV – Escala de PSE - OMNI-RES

