

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE APOIO A PESQUISA  
PROGRAMA INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA

Efeitos de Diferentes Níveis de Condicionamento Físico Sobre  
Respostas Termográficas e Eletromiográficas de Ciclistas.

Bolsista: Lucas Tavares Sampaio, FAPEAM

Orientador: Prof. MSc. Vinicius Cavalcanti

MANAUS

2015

## SUMARIO

1. <b>RESUMO</b> .....	3
2. <b>INTRODUÇÃO</b> .....	4
3. <b>OBJETIVOS</b> .....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
3.1. Geral.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
3.2. Especificos.....	<b>Erro!</b>
<b>Indicador não definido.</b>	
4. <b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	5
4.1. Termografia e suas aplicações.....	5
4.2. Termorregulação e exercício.....	6
4.2.1. Termografia e exercício físico.....	7
4.3. Relações entre termografia e eletromiografia.....	8
5. <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	9
5.1. Caracterização da Pesquisa.....	9
5.2. Procedimento experimental.....	9
5.3. Grupo de estudo.....	9
5.4. Protocolo de avaliação.....	10
5.4.1. Avaliação da temperatura cutânea.....	10
5.4.2. Avaliação da atividade eletromiográfica.....	10
5.4.3. Teste ergoespirométrico e de frequência cardíaca.....	11
5.4.4. Teste progressivo máximo.....	11
5.4.5. Obtenção de dados acerca da estatura e composição corporal.....	11
5.4.6. Avaliação do posicionamento corporal no ciclismo.....	12
5.5. Análise de Dados.....	12
5.6. Análise Estatística.....	13
6. <b>RESULTADOS</b> .....	13
7. <b>DISCUSSÃO</b> .....	18
8. <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	20
9. <b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	21

## RESUMO

Durante a realização do exercício físico ocorre um aumento da taxa metabólica para atender as demandas do organismo e de 30-70% da energia produzida é dissipada na forma de calor. O presente estudo teve como objetivo determinar como se comportava a temperatura corporal em diferentes momentos de um teste incremental de ciclismo, determinar o comportamento da EMG (atividade muscular), assim comparando estes dois em diferentes momentos além de comparar ambos com o resultado encontrado para a capacidade respiratória (VO2MAX), tudo isto em dois grupos distintos (Club e No-Ciclist). Participaram deste estudo 18 indivíduos fisicamente saudáveis, sendo 9 participantes treinados no ciclismo categorizados como ciclistas de Club de acordo com Ansley e Cangle (2009) (Club) e 9 participantes não treinados na modalidade (No-Ciclist). O experimento foi realizado em duas partes: i. Dados antropométricos, dobras cutâneas, avaliação do posicionamento corporal na bicicleta e composição corporal; ii. Aplicação dos testes progressivos máximos, de temperatura cutânea, de atividade muscular (EMG) e o teste de VO2MAX. Quanto a temperatura e eletromiografia foram encontradas diferenças entre ambas e com o valor de VO2 nos momentos LV2-PRE X EMG LV2 ( $p=0.041^*$ ,  $r=-0.687^*$ ), POS-PRE X EMG Pomax ( $p=0.045^*$ ,  $r=-0.678^*$ ) para o grupo No-Ciclist, 10MINPOST X EMG Pomax em ambos os grupos (Club:  $p=0.035^*$ ,  $r=-0.703^*$ ; No-Ciclist:  $p=0.028^*$ ,  $r=-0.722^*$ ) ( $p<0.05$ ). Já em comparação ao vo2 foram tidas correlações apenas no grupo Club nos músculos VL (D:  $p=0.006$ ,  $r=0.825^{**}$ ; E:  $p=0.011$ ,  $r=0,791^*$ ) e RF (D:  $p=0.038$ ,  $r=0.695^*$ ; E:  $p=0.030$ ,  $r=0,716^*$ ) em ambas as pernas no momento logo após e no VL em um momento durante ( $p=0,003$ ;  $r=0,855^{**}$ ). Conclui-se que a diferenças nas variações de temperatura de acordo com atividade muscular e valor de VO2MAX.

Palavras chave: Termografia, Eletromiografica, Ciclismo, Treinamento.

## 1. INTRODUÇÃO

Durante a realização do exercício físico ocorre um aumento da taxa metabólica para atender as demandas do organismo (SCHLADER, 2010). Desta forma de 30-70% da energia produzida na contração muscular é dissipada na forma de calor (KRUSTRUP et al., 2003), que vem a modificar o equilíbrio térmico do indivíduo (MARINS, 2011). Este aumento no calor interno do indivíduo causa um aumento no transporte de sangue para a superfície da pele a fim de resfriar o mesmo (TAYLOR, 2000), para que ocorra tal resfriamento ocorre uma troca de calor com o ambiente mediante processos termorregulatórios como condução, convecção e radiação (GANONG, 1998).

Já em relação às adaptações endócrinas relacionadas à termorregulação, estudos têm mostrado que o processo de treinamento acarreta uma alteração na temperatura superficial em indivíduos treinados e não treinados (ABATE et al., 2013; FORMENTI et al., 2013 e MERLA, 2010), assim como diferenças entre indivíduos com diferentes VO<sub>2</sub>MAX (AKIMOV *et. al.*, 2011; CHUDECKA e LUBKOWSKA, 2012). Além de estudos que vem mostrando correlação entre a ativação muscular e a temperatura da pele na região da musculatura, principalmente no músculo vasto lateral (QUESADA et al, 2015). Para a avaliação desta temperatura superficial, a termografia cutânea se torna uma medida eficiente, já que, detecta, grava e produz imagens infravermelhas, que refletem a dinâmica micro circulatória da superfície da pele do indivíduo (BRIOSCHI et. AL., 2000).

O processo de treinamento físico também causa alterações em diversos sistemas fisiológicos, como no sistema cardiorrespiratório e neuromuscular (MC ARDLLE, 2010) principalmente em atividades que tem como demanda principal estes dois sistemas, como o ciclismo de estrada e corridas de meio fundo e fundo. Dentro destes parâmetros a medida de VO<sub>2</sub>MÁX é uma das variáveis que expressam da melhor forma tais mudanças pelo treinamento (MC ARDLE, 2010). Já em relação às alterações neuromusculares decorrentes do treinamento físico a eletromiografia de superfície (EMG) se mostra uma técnica eficaz e sensível a tais mudanças, uma vez que fornece informações de como o sistema nervoso controla o movimento e podendo ser usado (KUMAR e MITAL, 1996; MORITANI e YOSHITAKE, 1998) estas duas podendo ser utilizada para determinar a condição física de atletas e não atletas.

O presente estudo avaliou a relação entre a ativação neuromuscular (medida por meio da eletromiografia de superfície) e da temperatura da pele (medida utilizando termografia infravermelha) durante o exercício em dois grupos distintos (Ciclistas competitivos e Ciclistas recreacionais). Acredita-se que os participantes que apresentam um maior VO<sub>2</sub>MAX e maiores aumentos na ativação neuromuscular durante um exercício de carga incremental deverá apresentar menores aumentos na temperatura da pele, o que pode destacar uma melhor resposta adaptativa de seu sistema termorregulatório.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. Objetivo Geral**

Analisar a resposta térmica, e a sua relação com a resposta eletromiográfica e aeróbica (VO<sub>2</sub>MAX) de ciclistas recreacionais e competitivos.

### **2.2. Objetivo Específico**

- 1) Descrever o comportamento eletromiográfico do músculo vasto lateral, da perna direita; durante um teste progressivo máximo de ciclistas recreacionais e competitivos.
- 2) Apresentar o comportamento da temperatura da pele em ciclistas recreacionais e competitivos nos diferentes momentos pré, durante e pós-exercício, em ambas as pernas.
- 3) Relacionar as respostas de EMG no músculo vasto lateral com a temperatura cutânea encontrada através da termografia infravermelha em ciclistas recreacionais e competitivos.
- 4) Relacionar as respostas da EMG e Termografia com o VO<sub>2</sub> Max apresentado pelos dois grupos estudados.

## **3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **3.1. Termografia e suas aplicações**

A termografia infravermelha é uma técnica não invasiva caracterizada pela gravação de radiação infravermelha muito utilizada para medir a temperatura superficial, já que, todos os organismos emitem radiação no nível infravermelho a qual é equivalente a quarta potência da temperatura superficial (MORALES, 2011).

O uso de termógrafos é extenso tendo uma grande utilização no setor industrial (FERREIRA, 2012) realizando a medição da temperatura de equipamentos para evitar possíveis problemas decorrentes de aumentos ou declínios de calor no mesmo. Levando para a área médica algumas das principais aplicações vem sendo na

detecção de processos dolorosos (BRIOSCHI, 2007<sup>2</sup>), na detecção de doenças reumáticas (BRIOSCHI, 2007<sup>3</sup>) e para o diagnóstico em mulheres quanto ao câncer de mama (BRENNAN & HOUSSAMI, 2013).

Já na área esportiva a termografia vem sendo utilizada cada vez mais já que apresenta aplicações para o diagnóstico de lesões músculo-esqueléticas (CHRISTENSEN, 2012), na avaliação da recuperação muscular após treinos e competições, para liberação de atletas para treinos específicos e como preditor do VO<sub>2</sub>max (BANDEIRA, 2012). Sendo utilizada principalmente em clubes de futebol visando prevenir e/ou reduzir a quantidade de lesões em suas equipes. Um exemplo disto é o estudo de Gomes Carmona (2012) em um time de futebol espanhol da primeira divisão, que utilizando a termografia como técnica para diagnóstico e prevenção de lesões, conseguiu reduzir a frequência de lesões em até 60%. Além deste um estudo realizado por Bandeira (2012), mostra que as imagens termográficas podem ser utilizadas para a determinação anatômica de lesões em conjunto com marcadores bioquímicos, uma vez que a termografia não avalia processos de dor ou lesões e sim alterações fisiológicas do indivíduo.

### **3.2. Termorregulação e exercício**

Por meio de receptores térmicos presentes na pele, o corpo humano pode reconhecer as diferentes condições ambientais como frio ou calor, onde para cada condição, existe uma resposta fisiológica específica como vasoconstrição periférica em temperaturas muito baixas, ou a vasodilatação periférica em temperaturas muito elevadas (CHARKOUDIAN, 2010).

Já durante o exercício físico, ocorre um aumento na taxa metabólica visando atender as necessidades do corpo humano naquela tarefa o que conseqüentemente gera um aumento no calor interno do corpo (SCHLADER, 2010). Tal calor é produzido a partir da convecção metabólica de energia em energia mecânica e térmica principalmente pela musculatura ativa (GONZALEZ E ALONSO, 2012), causando um aumento de até 10 °C na temperatura muscular (BENNETT, 1984). O que torna a temperatura um importante determinante da contratilidade do músculo esquelético (FERREIRA ET AL, 2008).

A termorregulação visa remover este excesso de calor (SHERWOOD, 2011), a fim de evitar diminuições no desempenho atlético (TUCKER, 2004) ou sérios problemas médicos (SHEPHARD, 2007), por meio de processos termorregulatórios

(condução, convecção e radiação) que visam manter a homeostase do organismo. Assim durante o exercício ocorre uma vasodilatação periférica que permite a transferência maciça de sangue mais quente da parte interna do corpo para a parte mais superficial do mesmo, onde os processos acima citados agem para regular a temperatura corporal. (GANONG, 1998). Desta forma o exercício é considerado um agente perturbador da homeostase do corpo. Este comportamento termorregulatório varia de acordo com o nível de aptidão física do indivíduo e/ou percentual de gordura (ABATE, 2013).

### **3.2.1. Termografia e exercício físico**

Quanto à temperatura superficial da pele, a termografia se mostra de grande utilidade uma vez que registra grava e produz imagens que refletem a dinâmica micro circulatória da mesma, assim como dito por Quesada (2013) que diz que a termografia infravermelha é sensível as variações de temperatura produzidas em todo o corpo.

Assim alguns estudos vêm mostrando como se dá o comportamento térmico da pele durante o exercício físico como o de Merla *et. al.* (2010) que mostraram que durante uma intensidade gradual de aumento do exercício em corredores treinados tende-se a se observar uma diminuição na temperatura da pele durante o exercício e um aumento durante a recuperação.

Outros estudos, como por exemplo, de Abate *et. al.* (2013) que observou que ciclistas bem treinados apresentavam uma diminuição na temperatura da pele durante o exercício enquanto o mesmo não ocorria no grupo de ciclistas não treinados, do mesmo modo, jogadores com melhor nível de condicionamento físico apresentaram uma redução maior na temperatura da pele após 90 min de exercício (CHUDECKA E LUBKOWSKA, 2010), estudos feitos com corrida apresentam resultados parecidos, onde indivíduos treinados apresentaram diferenças em relação a indivíduos não treinados (ABATE *et. al.*, 2013; FORMENTI *et. al.*, 2013) e entre indivíduos com diferentes VO<sub>2</sub>MAX e níveis de lactato (AKIMOV *et. al.*, 2011; CHUDECKA e LUBKOWSKA, 2012).

Assim nota-se que o corpo humano atende a necessidades diferentes de perda de calor, a temperatura da pele apresenta respostas diferentes para cada região corporal onde cada uma possui uma resposta específica durante o exercício (ANDRADE FERNANDES, 2014). Recentemente, tem sido observada uma relação reduzida entre as temperaturas do núcleo e da pele durante o exercício devido

principalmente ao efeito da evaporação do suor (XU *et. al.*, 2013). No entanto, a relação entre o esforço muscular e temperatura da pele ainda é desconhecida.

### **3.3. Relações entre termografia e eletromiografia:**

Sabe-se que o processo de treinamento tem influência direta sobre o sistema neuromuscular desde uma melhor utilização em tarefas específicas, até uma maior força da musculatura ativa durante o exercício (MC ARDLE, 2010). Desta forma pode-se utilizar a EMG para estimar quando um músculo se torna ativo, por quanto tempo se mantém ativo e se houve pouca ou muita atividade contrátil do músculo (ANDRADE *et. al.*, 2011), sendo estimada observando a largura ou amplitude do sinal de EMG que permite determinar a atividade do músculo.

Como dito anteriormente a temperatura da pele durante o exercício está relacionada com o trabalho muscular, o que reflete a eficiência na dissipação do calor produzido e, por sua vez depende da atividade de nível circulatório e do sistema de recrutamento e taxa de sudorese (CHUDECKA E LUBKOWSKA 2010). Uma redução significativa na temperatura da pele é observada durante ou depois de uma carga de trabalho incremental ou intensa de exercício (FERREIRA *et. al.*, 2008), o que pode estar relacionado com a evaporação do suor para dissipação de calor durante o exercício (CHUDECKA E LUBKOWSKA, 2010).

A ligação entre a ativação muscular e a temperatura da pele pode ser valiosa para determinar a eficiência do sistema termorregulador para dissipar a produção de calor do músculo. Como por exemplo, ao longo do exercício isométrico onde se observou um aumento da temperatura do bíceps braquial durante a atividade o que se associou a uma diminuição na frequência de alimentação média do sinal de EMG, sugerindo aumento da fadiga muscular (BARTUZI *et. al.*, 2012). Portanto, não está claro se os sujeitos que realizam exercícios aeróbicos com maior ativação neuromuscular poderiam dissipar o calor de forma otimizada.

Neste contexto um estudo recente publicado por Quesada *et. al.* (2015) identificou que participantes com maior ativação neuromuscular geral e menor conteúdo de baixa frequência na ativação do vasto lateral apresentavam uma melhor resposta adaptativa do seu sistema termorregulador, mostrando menores aumentos na temperatura da pele. Dentre os músculos estudados (Reto femoral, Bíceps femoral, Vasto lateral e Gastrocnêmio medial) o vasto lateral apresentou a melhor associação entre as mudanças na ativação neuromuscular e temperatura da pele durante exercício incremental no ciclismo.



## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1. Caracterização da área de estudo

Este é um estudo do tipo de caso avaliativo, cujo objetivo principal é utilizar os dados para avaliar o mérito de alguma prática, programa, movimento ou evento (THOMAS, NELSON e SILVERMAN, 2007).

### 4.2. Procedimento experimental

O experimento foi realizado em duas partes: i. Dados antropométricos, dobras cutâneas, avaliação do posicionamento corporal na bicicleta e composição corporal; ii. Aplicação dos testes progressivos máximos, de temperatura cutânea, de atividade muscular (EMG) e o teste de VO<sub>2</sub>MAX.

### 4.3. Grupo de estudo

Participaram deste estudo 18 indivíduos fisicamente saudáveis, sendo 9 participantes treinados no ciclismo categorizados como ciclistas de Club de acordo com Ansley e Cangle (2009) (Club) e 9 participantes não treinados na modalidade (No-Ciclist). Os valores médios e de desvio-padrão para idade, massa corporal, % de gordura, estatura, e pico de potência dos participantes Club e para os No-Ciclist se encontram na Tabela 1. Os voluntários foram convidados a participar do estudo, o que caracteriza uma amostragem por conveniência, onde todos foram informados dos procedimentos e condições experimentais e, posteriormente, assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas de acordo com a resolução nº 466/12 do CNS (Conselho Nacional de Saúde), com o protocolo CAAE/CEP/UFAM 32025314.2.0000.5020. As coletas de dados foram realizadas no Laboratório de Estudo do Desempenho Humano (LEDEHU) da Faculdade de Educação Física e Fisioterapia (FEFF) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM).

**Tabela 1:** Dados Médios e de Desvio Padrão referentes à idade, massa corporal, % de gordura, estatura.

<b>Classificação</b>	<b>Idade</b>	<b>Massa corporal (kg)</b>	<b>% de gordura</b>	<b>Estatura (cm)</b>
<b>Club</b>	29.9±8.1	82.7±13.5	21.1±10.1	174.7±5.4
<b>No-Ciclist</b>	23±2.4	75.3±14.3	20.1±9.6	174±10.4

#### **4.4. Protocolo de avaliação**

##### **4.4.1. Avaliação da temperatura cutânea**

A Avaliação da temperatura foi realizada com os ciclistas em roupas íntimas, sem equipamentos eletrônicos próximos que perturbem a medida, além de não tomar sol ou raios UVA, não usar creme para pele, tomar bebidas quentes nas 12 horas anteriores ao teste, apenas o avaliador e o avaliado com um painel antirreflexo por trás do participante e a ausência de energia solar e energia elétrica (GOMES CARMONA, 2012). Na análise termográfica um teste nos membros inferiores será feito nos seguintes planos: anterior e posterior; através de uma câmera termográfica (FLIR T420 series, FLIR, Luxemburgstraat, Bélgica). A lente da câmera paralela ao solo a uma distância de 1 metro do ciclista para realização da filmagem e das imagens térmicas (HILDEBRANDT, *et. al.*, 2010).

Serão realizadas 3 fotos termográficas do indivíduo a primeira realizada antes do teste após dez minutos de aclimação ao ambiente do laboratório, a segunda logo ao término do exercício e a última após 10 minutos de retirada de suor. Além destas durante o exercício também ocorrerá uma filmagem (plano sagital, onde será colocada uma caixa de seleção de 9cm<sup>2</sup> no terço medial da coxa, para a tomada da temperatura média desta região a cada ciclo de pedalada). A umidade e temperatura ambiente serão controladas por um termômetro, mantendo uma temperatura média de 22,4±1,35 °C e uma umidade relativa do ar média de 55±8,93 %.

##### **4.4.2. Avaliação da atividade eletromiográfica**

Serão colocados os sensores da eletromiografia superfície (EMG) bipolares simples para obter os sinais da mesma, a qual será utilizada para medir a atividade elétrica muscular do músculo vasto lateral da perna direita, sinais estes que serão enviados via *wireless* para um receptor (*Noraxon USA – Tele Myo DTS Desk Received*) ligado diretamente ao computador com o software MR-XP 1.07 *Basic Application Protocols* para arquivar os dados. Os sensores foram posicionados na pele após o barbear e cuidadosa limpeza da área, usando um produto abrasivo limpo e álcool para reduzir a impedância da pele, de acordo com a Sociedade Internacional de Eletromiografia e Cinesiologia. Os sensores de EMG serão colocados no terço central do comprimento do músculo (a fim de evitar a junção do músculo) longitudinalmente sobre o ventre dos músculos na direção em que as fibras se dispõem (HERMENS *et. al.*, 2000).

#### **4.4.3. Teste ergoespirométrico e de frequência cardíaca**

O consumo de oxigênio ( $VO_2$ ), a produção de gás carbônico ( $VCO_2$ ) e a ventilação pulmonar (VE) serão continuamente monitorados por meio do analisador de gases metabólicos VO2000®- *Aerosport Medical Grafics*. O ciclista estará conectado ao equipamento por meio de uma máscara ligada a um bucal e linhas de ar.

A frequência cardíaca (FC) será continuamente monitorada por meio de uma cinta da marca Polar®, fixada ao peito do ciclista, sendo registrada em todos os minutos, ou seja, a cada acréscimo de 35 W e a FC FC MAX será considerada como sendo o maior valor obtido durante o teste.

#### **4.4.4. Teste progressivo máximo**

O teste iniciou com uma carga de 105 W durante 3 minutos, sendo seguido por incrementos de 35 W a cada 3 minutos até a exaustão, tal como descrito por Denadai *et. al.* (2012). A cadência de pedalada ira ser controlada pelo retorno visual do *software (Ergo-control)* da bicicleta ergométrica em  $55 \pm 5$  RPM. A exaustão tem como definição o momento em que o participante não foi capaz de manter a cadência de pedalada de 50 RPM. A potência de pico será definida como a carga de trabalho da última etapa concluída. Durante o Teste Progressivo Máximo, serão monitorados a Avaliação da Atividade Eletromiográfica, Avaliação Ergoespirométrica e Monitoramento da Frequência Cardíaca.

#### **4.4.5. Obtenção de dados acerca da estatura e composição corporal**

A estatura dos sujeitos foi verificada com o uso de um estadiômetro compacto de parede de 2 m, seguindo as orientações da Sociedade Internacional para o Avanço da Cineantropometria (ISAK). A composição corporal foi aferida por meio da pletismografia por deslocamento de ar (airdisplacementplethysmography, BOD POD bodycomposition system; Life Measurement Instruments, Concord, CA), o qual fornece a densidade corporal (DC), os procedimentos para uso do instrumento foram estabelecidos pelo fabricante do equipamento, a partir da DC o percentual de gordura foi equacionada pela formula de Siri (1961), em seguida foram realizadas as medidas das dobras cutâneas da coxa e panturrilha que foram realizadas de acordo com o protocolo antropométrico da ISAK (ALBARRAN e HOLWAY, 2005) através de um adipômetro (Innovare CRESCORF).

#### **4.4.6. Avaliação do posicionamento corporal no ciclismo**

A Avaliação do posicionamento corporal no ciclismo será realizada na bicicleta do ciclista para obtenção da posição a ser adotada no ciclo ergômetro (Imbrasport CG-04), por meio da aplicação das técnicas propostas por Burke e Pruitt (2003) através de um vídeo no plano sagital do ciclista. Anteriormente será mensurada a altura do selim com o intuito de verificar a distância entre a face superior do selim e o centro do eixo do pedal, com o pé de vela alinhado com o tubo do selim. Esta medida será necessária para, posteriormente ser inserida na bicicleta ergométrica. Logo após esta medida, o ciclista avaliado será posicionado sobre a bicicleta serão posicionados pontos reflexivos de base no individuo, no maléolo lateral, trocanter e femoral lateral e solicitado que pedale normalmente para realização da filmagem.

#### **4.5. Análise de Dados**

Para a extração dos dados das avaliações termográficas será utilizado o software ThermoCAM Researcher Pro 2.0 (FLIR, Luxemburgstraat, Bélgica), onde será obtida uma temperatura média para cada região de interesse (parte anterior [Reto femoral: RF, Vasto lateral: VL] e posterior [Bíceps Femoral: BF] da coxa e parte posterior [Gastrocnêmio medial: GM] da panturrilha), além de serem identificadas as variações entre os diferentes momentos (Pré [PRE], Pós [POST], Pós 10 [10MIN POST]). Já para a extração dos dados do vídeo foi utilizado o software livre Kinovea®, sempre identificando a temperatura da região de interesse na posição de 90° do pedal com a perna direita à frente (pedal paralelo ao solo). Sempre foi analisado o minuto do meio de cada etapa, e no último estágio será analisado o minuto final se este não for concluído.

Os dados foram processados utilizando o software MyoResearch XP Basic Edition versão 1.07.1 (Noraxon Inc., Scottsdale, Arizona, USA). O sinal de EMG foi filtrado com um passa banda entre 20 e 450 Hz. O sinal bruto foi retificado e suavizado pelo referido programa. Posteriormente, a média do sinal retificado foi calculada para cada músculo nos estágios referentes ao Lv1, Lv2 e Carga máxima atingida no teste, sendo normalizados pelo pico de ativação do primeiro estágio, onde se espera que seja mínima a fadiga, a fim de minimizar nos sujeitos diferenças de posição do eletrodo no ventre muscular (Malek et al., 2006). Tal normalização foi preferida no lugar de uma por meio da contração isométrica, com o intuito de evitar a baixa confiabilidade

para normalização de RMS durante as contrações dinâmicas (Albertus-Kajee et al., 2010).

Para a plotagem dos gráficos de cada variável serão utilizadas as médias de cada três ciclos respiratórios, em função do tempo, sendo o maior valor de  $VO_2$  obtido, considerado o  $VO_2$  de pico. O limiar ventilatório um (LV1) será obtido através da análise das variáveis: ventilação (VE), equivalente ventilatório de oxigênio ( $VE/VO_2$ ), fração expirada de oxigênio ( $FeO_2$ ) e coeficiente respiratório (R). O limiar ventilatório 2 (LV2) ira ser obtido através da análise das variáveis: ventilação (VE), equivalente ventilatório de  $CO_2$  ( $VE/VCO_2$ ) e a fração expirada de  $CO_2$  ( $FeCO_2$ ). Para determinação dos limiares, serão observadas: a primeira (LV1) e segunda (LV2) quebra de linearidade da curva na variável VE (MC ARDLE et. al., 2010).

A determinação dos ângulos do joelho e alinhamento entre a patela e o pedal será feito por meio de vídeos realizadas no plano sagital com uma *câmera fotográfica* (Sony Cyber Shot, DSC-Hx 300) e posteriormente analisado em um software livre (Kinovea®), todos os indivíduos treinados e não treinados terão sua posição característica reproduzida na bicicleta ergométrica.

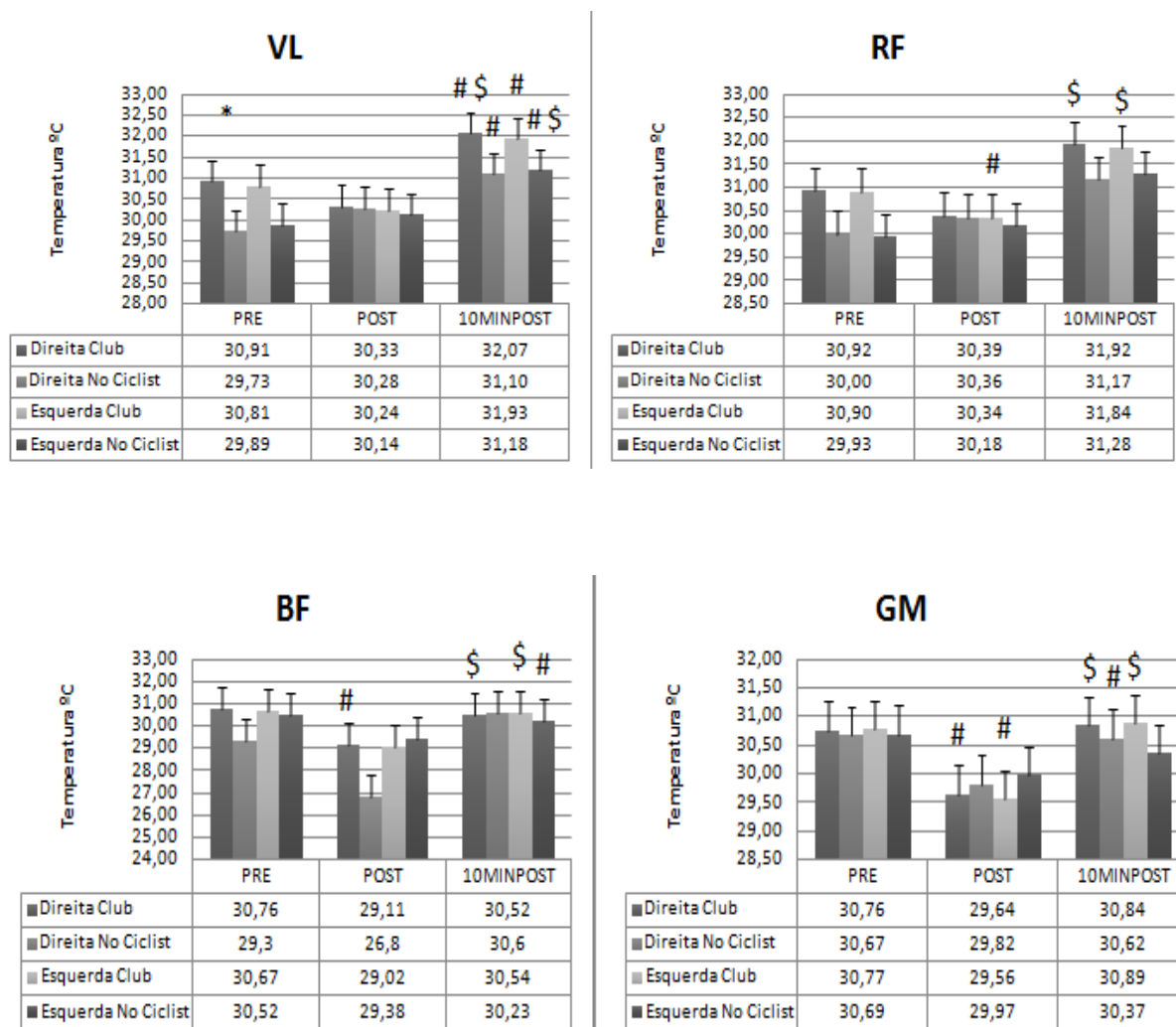
#### **4.6. Análise estatística**

Os testes de Shapiro-wilk e Levene serão utilizados para verificar a normalidade e homogeneidade das variâncias dos dados, respectivamente. A comparação das variáveis (Temperatura cutânea, Valor do sinal de EMG,  $VO_{2MAX}$ ) do estudo entre os grupos (Competitivos, Recreacionais) será realizada através do Teste T-Student para medidas independentes, caso a distribuição dos dados seja normal, caso contrário será realizado o Teste de Mann-Witney. A relação entre as variáveis dentro de um grupo será verificada através da correlação de Pearson (PEARSON, 1892 apud FILHO, 2010). O nível de significância adotado será de 5% ( $p < 0,005$ ). O tratamento estatístico será realizado no programa SPSS 20.0.

### **5. RESULTADOS**

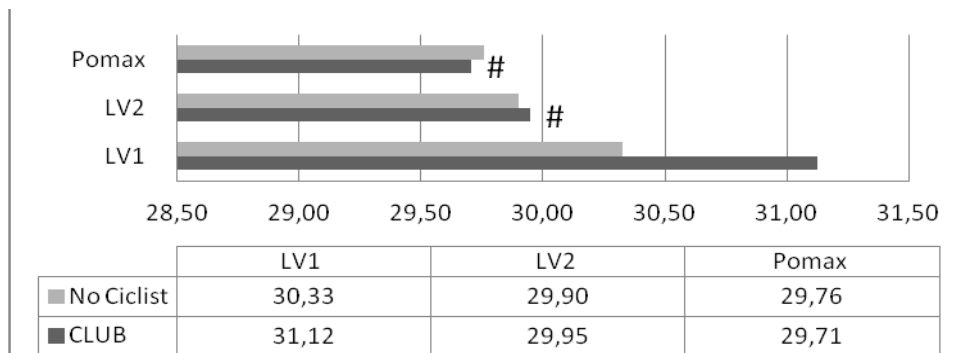
Na Figura 1 é demonstrado que há uma diferença estatisticamente significativa quando se compara os dois grupos, apenas no momento PRE para o musculo VL ( $p=003$ ) da perna direita. Já quando se comparou os momentos, identificou-se diferenças significativas entre os momentos POST e PRE nos musculos GM ( $p=0.04$ ) e BF ( $p=0.01$ ) na perna direita para o grupo Club e nos musculos GM ( $p=0.03$ ) e RF ( $p=0.02$ ) na perna esquerda para o grupo Club e diferenças entre os momentos 10MIM

POST e PRE no musculo VL em ambos os grupos (Club: p=0.04, No-Ciclist:p=0.04) na perna direita e na perna esquerda em ambos os grupos tambem no musculo VL (p= Club: p=0.05, No-Ciclist:p=0.03) e no musculo BF (0.04) para o grupo No-Ciclist.



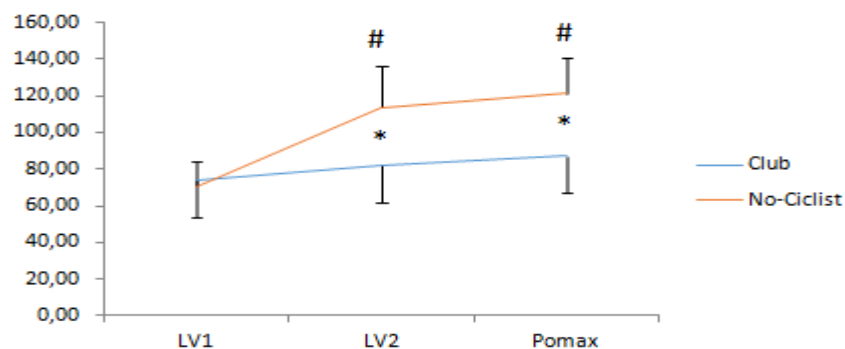
**Figura 1:** Valores Médios das temperaturas absolutas obtidas nos músculos GM, BF, VL, RF em ambas as pernas nos momentos PRE, POST e 10MIN POST para os grupos Club e No-Ciclist (\* = diferença estatisticamente significativa entre os grupos, # = diferença estatisticamente significativa com o momento PRE; \$ = diferença estatisticamente significativa com o momento POST) (p<0,05).

Diferenças significativas tambem foram demonstradas entre o momento 10 MIN POST e o momento POST no grupo Club em todos os musculos avaliados (VL: D - p=0.01, E – p=0.01; RF: D - p=0.02, E – p=0.00; BF: D - p=0.05, E – p=0.03; GM: D - p=0.03, E – p=0.03) em ambas as pernas.



**Figura 2:** Valores médios das temperaturas absolutas nos momentos LV1, LV2 e POMAX no músculo VL, (# = diferença estatisticamente significativa com o momento LV1)( $p < 0,05$ ).

Na Figura 2 também são apresentados os valores das temperaturas absolutas, mas desta vez obtidas no vídeo termográfico, nos momentos LV1, LV2 e POMAX, onde pode-se observar uma diferença estatisticamente significativa apenas na comparação do momento LV2 ( $p = 0,00$ ) e POMAX ( $p = 0,00$ ) em relação ao momento LV1 apenas para o grupo Club e não foram encontradas diferenças entre os grupos estudados.



**Figura 3:** Resultados da EMG no músculo VL nos momentos (LV1, LV2 e Pomax) (# = diferença estatisticamente significativa com o momento LV1, \* = diferença estatisticamente significativa entre os grupos) ( $p < 0,05$ ).

Os resultados da EMG demonstram uma diferença entre os momentos LV2 (0,00) e Pomax (0,00) em relação ao momento LV1 no grupo No-Ciclist. Além de uma diferença significativa entre os grupos nos momentos LV2 (0,01) e Pomax (0,00).

Na tabela 2 demonstra-se que existe uma correlação inversa da atividade neuromuscular e as variações de temperatura da pele, principalmente no grupo No-Ciclist quando se avalia os valores de variação para LV2-PRE com os valores de EMG no momento LV2 e os valores de variação para POS-PRE e 10MINPOST-PRE com os valores máximos da EMG (EMG Pomax).

**Tabela 2:** Resultados da correlação entre as variações de temperatura dos momentos Lv1, Lv2, Pomax, POS e 10MINPOST em relação ao momento PRE com a atividade neuromuscular durante o teste nos mesmos momentos Lv1, Lv2 e Pomax, no musculo VL da perna direita. (\* = correlação estatisticamente significativa) ( $p < 0,05$ ).

		p	r
<b>Club</b>	LV1-PRE X EMG LV1	0,354	-0,351
	LV2-PRE X EMG LV2	0,839	-0,080
	Pomax-PRE X EMG Pomax	0,194	-0,477
	POS-PRE X EMG Pomax	0,070	-0,627
	10MINPOST X EMG Pomax	<b>0,035*</b>	<b>-0,703*</b>
<b>No-Ciclist</b>	LV1-PRE X EMG LV1	0,460	-0,283
	LV2-PRE X EMG LV2	<b>0,041*</b>	<b>-0,687*</b>
	Pomax-PRE X EMG Pomax	0,142	-0,531
	POS-PRE X EMG Pomax	<b>0,045*</b>	<b>-0,678*</b>
	10MINPOST X EMG Pomax	<b>0,028*</b>	<b>-0,722*</b>

**Tabela 3:** Resultados da correlação entre as variações de temperatura dos momentos Lv1, Lv2 e Pomax, com os valores da capacidade respiratoria (LV1, LV2 e VO2). (\* = correlação estatisticamente significativa) ( $p < 0,05$ ).

		LV1	LV2	VO2
<b>Club</b>	LV1-PRE	p=0,985; r=0,008	-	-
	LV2-PRE	-	p=0,904; r=0,047	-
	Pomax-PRE	-	-	<b>p=0,003; r=0,855**</b>
<b>No-Ciclist</b>	LV1-PRE	p=0,620; r=0,192	-	-
	LV2-PRE	-	p=0,195; r=0,476	-
	Pomax-PRE	-	-	p=0,546; r=0,233

**Tabela 4:** Resultados da correlação entre EMG nos momentos Lv1, Lv2 e Pomax, com os valores da capacidade respiratoria (LV1, LV2 e VO2). (\* = correlação estatisticamente significativa) ( $p < 0,05$ ).

		LV1	LV2	VO2
<b>Club</b>	EMG-LV1	p=0,919; r=0,040	-	-
	EMG-LV2	-	p=0,699; r=0,151	-



No-Ciclist	EMG-Pomax	-	-	p=0,114; r=-0,563
	EMG-LV1	p=0,259; r=-0,421	-	-
	EMG-LV2	-	p=0,372; r=-0,339	-
	EMG-Pomax	-	-	p=0,737; r=0,131

Já quando se compara os valores de EMG e variação de temperatura durante o teste com os resultados de capacidade respiratória nota-se que não há relação alguma para os diversos momentos, tendo demonstrada apenas uma diferença entre a variação de temperatura Pomax - PRE e o momento VO2 para o grupo Club (Tabelas 3 e 4). De modo parecido os resultados de variação dos momentos POS e 10MINPOST em relação ao momento PRE demonstrarão resultados estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ) apenas nos músculos VL e RF em ambas as pernas para o grupo Club (Tabela 5)

**Tabela 5:** Resultados da correlação entre as variações de temperatura dos momentos POS e 10MINPOST em relação aos valores da capacidade respiratória (LV1, LV2 e VO2). (\* = correlação estatisticamente significativa) ( $p < 0,05$ ).

		POS-PRE		10MINPOST-PRE	
		DIREITA	ESQUERDA	DIREITA	ESQUERDA
CLUB	VL	<b>p=0,006;</b> <b>r=0,825**</b>	<b>p=0,011;</b> <b>r=0,791*</b>	P=0,225; r=0,450	p=0,268; r=0,414
	RF	<b>p=0,038;</b> <b>r=0,695*</b>	<b>p=0,030;</b> <b>r=0,716*</b>	p=0,228; r=0,447	p=0,331; r=0,367
	BF	p=0,274; r=0,409	p=0,339; r=0,373	p=0,757; r=0,121	p=0,103; r=0,578
	GM	p=0,528; r=0,244	p=0,355; r=0,351	p=0,665; r=0,168	p=0,404; r=0,318
NO-CICLIST	VL	p=0,601; r=0,203	p=0,257; r=0,423	p=0,555; r=-0,228	p=0,067; r=0,633
	RF	p=0,550; r=0,231	p=0,257; r=0,423	p=0,568; r=-0,221	p=0,068; r=0,632
	BF	p=0,364; r=0,344	p=0,825; r=0,086	p=0,784; r=0,107	p=0,209; r=0,464
	GM	p=0,056; r=0,653	p=0,698; r=-0,151	p=0,072; r=0,624	p=0,333; r=0,366

## 6. DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo determinar como se comportava a temperatura corporal em diferentes momentos de um teste incremental de ciclismo, determinar o comportamento da EMG (atividade muscular), assim comparando estes

dois em diferentes momentos além de comparar ambos com o resultado encontrado para a capacidade respiratória (VO<sub>2</sub>MAX), tudo isto em dois grupos distintos (Club e No-Ciclist).

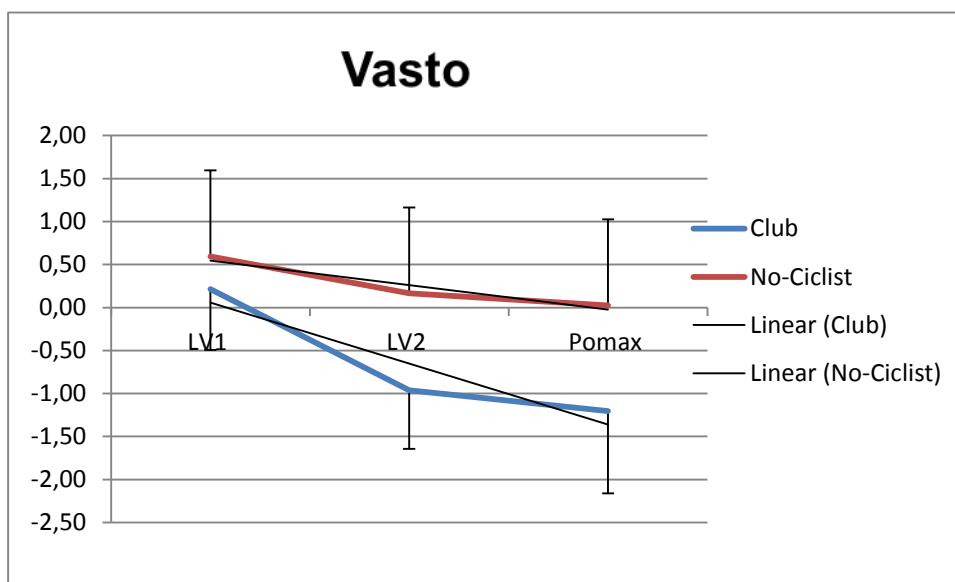
Os resultados das temperaturas absolutas nos momentos PRE, POST e 10MINPOST para os quatro músculos estudados (VL, RF, BF, GM), em ambas as pernas, não demonstrou diferenças significativas quando se compara os dois grupos estudados, assim como no músculo VL não foram demonstradas diferenças entre os grupos nos diferentes momentos da filmagem (LV1, LV2 e Pomax). No entanto foi demonstrada uma diferença na grande maioria das musculaturas estudadas entre os diferentes momentos, principalmente no momento Pomax em ambos os grupos, já quando se observa a diferença entre os momentos do vídeo se encontra uma diferença significativa apenas para o grupo Club em relação ao momento LV1 nos outros dois momentos estudados (LV2 e Pomax).

Visto isso, pode-se notar que em todas as musculaturas ocorreu uma diminuição de temperatura do momento PRE para o POST com exceção dos músculos VL e RF para o grupo No-Ciclist, o que corrobora o estudo de Abate *et. al.* (2013) que observou que ciclistas bem treinados apresentavam uma diminuição na temperatura da pele durante o exercício enquanto o mesmo não ocorria no grupo de ciclistas não treinados e também com o estudo de Merla *et al.* (2010) que demonstrou que corredores treinados ao realizarem um teste incremental de intensidade gradual de aumento do exercício tendiam a apresentar uma diminuição na temperatura da pele durante o exercício e um aumento durante a recuperação. Estes resultados de diminuição de temperatura são ainda mais notáveis quando se observa a temperatura da pele do músculo VL na filmagem termográfica, onde se demonstra uma tendência de diminuição da temperatura gradativamente durante a atividade para o grupo Club, onde neste ocorre um aumento inicial da temperatura seguido de decréscimo até o fim da atividade (Figura 3).

O que pode vir a explicar esta diminuição na temperatura durante e logo após a atividade é que o corpo humano atende a necessidades diferentes de perda de calor, a temperatura da pele apresenta respostas diferentes para cada região corporal onde cada uma possui uma resposta específica durante o exercício (ANDRADE FERNANDES, 2014). Recentemente, tem sido observada uma relação reduzida entre as temperaturas do núcleo e da pele durante o exercício devido principalmente ao

efeito da evaporação do suor, o que pode ser o determinante para a diminuição desta temperatura uma vez que o processo de sudorese age para auxiliar na diminuição da temperatura do indivíduo (XU *et. al.*, 2013).

Já em relação a atividade neuromuscular foi demonstrada uma diferença significativa entre os grupos, além de se observar que a atividade muscular no grupo No-Ciclist sofre um aumento inicial muito maior em comparação ao grupo Club, que por sua vez apresenta estabilidade durante a atividade tendo aumentos graduais, demonstrando uma melhor utilização da musculatura durante a atividade. Assim como dito por Lucia, et al. (2000) que demonstrou que ciclistas apresentavam um recrutamento de demasiadas fibras musculares durante a atividade o que pode demonstrar uma melhor utilização da musculatura ativa na modalidade.



**Figura 3:** Variações de temperatura nos tres momentos em relação à temperatura pré no musculo vasto lateral.

Agora quando se correlaciona a atividade muscular com as variações de temperatura só é observada correlação no grupo No-Ciclist, durante (LV2) e nos dois momentos pós atividade, assim não corroborando com estudos prévios os quais vêm demonstrando esta relação entre a atividade neuromuscular e a temperatura cutânea em indivíduos treinados, no entanto corroborando com os achados uma vez que indivíduos treinados possuem uma atividade neuromuscular mais elevada assim uma melhor adaptação da temperatura da pele a atividade mostrando menores variações de temperatura quando comparados os momentos (PRIEGO *et al.*, 2015), o que neste estudo foi encontrado para um grupo não treinado em vez de um grupo treinado no

ciclismo. Estes achados podem ser explicados já que os indivíduos do grupo Club não obtiveram valores máximos de atividade muscular durante o teste mantendo média de atividade nos momentos LV2 e Pomax de  $86,92 \pm 15,66\%$  e  $82,20 \pm 15,94\%$  respectivamente enquanto os indivíduos do grupo No-Ciclist apresentavam valores médios nos mesmos estágios de  $113,59 \pm 22,34$  (LV2) e  $121,39 \pm 19,44\%$  (Pomax).

Já em relação a comparação dos valores de EMG e variações de temperatura com os valores da capacidade respiratória foi encontrada pouca relação em ambos os grupos para ambas variáveis, no entanto foi encontrada relação no grupo Club, em um momento durante o teste (Tabela 3) e em dois músculos em um momento pós teste (Tabela 5). Uma vez que os indivíduos Club apresentaram valores de VO2MAX maiores que os indivíduos No-Ciclist,  $43,48 \pm 7,29$  e  $36,52 \pm 9,78$  como também é demonstrado na literatura onde estudos mostram que atletas apresentam maior volume respiratório durante o exercício em comparação com indivíduos inativos (EASTWOOD et al, 2001; MAHLER et al., 1991). Assim como em um estudo realizado no ciclismo com ciclistas, corredores, triatletas e indivíduos sedentários, demonstrando que ciclistas apresentavam valores mais altos de VO2MAX do que todos os outros participantes na atividade (CAPUTO et al., 2003). Desta maneira os achados do trabalho em relação as correlações com a capacidade respiratória se assemelham a outros trabalhos previamente realizados que apresentavam diferenças na temperatura da pele entre indivíduos com diferentes VO2MAX (AKIMOV *et. al.*, 2011; CHUDECKA e LUBKOWSKA, 2012).

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Pode-se concluir a partir dos achados deste trabalho que os indivíduos com melhor nível de treinamento apresentam melhores adaptações da temperatura da pele a atividade demonstrando uma diminuição desta durante e logo após o exercício físico e aumento após 10 minutos de descanso e retirada do suor.

Em relação a atividade neuromuscular observa-se que os indivíduos não treinados apresentavam maiores valores de ativação neuromuscular nos momentos de intensidade mais elevada em comparação com os indivíduos treinados o que demonstra uma estabilização da utilização muscular por parte dos indivíduos treinados.

A relação entre EMG e variações de temperatura apresentou significância principalmente para o grupo não treinado, uma vez que este possuiu um aumento mais exponencial de atividade muscular em relação ao grupo treinado. Assim neste estudo demonstra-se que os indivíduos não treinados em correlação com a atividade neuromuscular apresentam menor variação de temperatura em relação aos indivíduos treinados no ciclismo.

Existe uma relação entre o momento logo após a atividade e o valor do VO2MAX do indivíduo para os músculos VL e RF em ambas as pernas no grupo treinado, assim sendo estes indivíduos com maior VO2MAX possuem uma diminuição mais acentuada da temperatura da pele nestes músculos.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABATE M, DI CARLO L, DI DONATO L, ROMANI GL, MERLA A. Comparison of cutaneous thermic response to a standardised warm up in trained and untrained individuals. **J Sports Med Phys Fitness**. Apr;53(2):209–15, 2013.
2. AKIMOV, E. B.; SON'KIN, V. D. Skin temperature and lactate threshold during muscle work in athletes. **Human Physiology**, v. 37, n. 5, p. 621-628, 2011.
3. ALBARRAN, M. A.; HOLWAY, F. Estandares Internacionales para la Valoración Antropométrica (ISAK Manual). **Universidad de Puerto Rico: Sociedad Internacional para el avance de la Kinantropometría**, 2005.
4. ANDRADE FERNANDES, A. et al. Measuring skin temperature before, during and after exercise: a comparison of thermocouples and infrared thermography. **Physiol. Meas.** 35;189; 2014.
5. ANDRADE, R. et al. Coactivation of the shoulder and arm muscles during closed kinetic chain exercises on an unstable surface. **Singapore medical journal**, v. 52, n. 1, p. 35, 2011.
6. BANDEIRA, Fábio et al. Pode a termografia auxiliar no diagnóstico de lesões musculares em atletas de futebol?; Can thermography aid in the diagnosis of muscle injuries in soccer athletes?. **Rev. bras. med. esporte**, v. 18, n. 4, p. 246-251, 2012.
7. BARTUZI, Pawel; ROMAN-LIU, Danuta; WIŚNIEWSKI, Tomasz. The influence of fatigue on muscle temperature. **International journal of occupational safety and ergonomics: JOSE**, v. 18, n. 2, p. 233-243, 2011.
8. BENNETT, A. F. Thermal dependence of muscle function. **American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 247, n. 2, p. R217-R229, 1984.
9. BRENNAN, Meagan; HOUSSAMI, Nehmat. Thermography in breast cancer diagnosis, screening and risk assessment: systematic review. **Breast Cancer Management**, v. 2, n. 2, p. 163-172, 2013.
10. BRIOSCHI, M. L. et al. Avaliação intraoperatória da revascularização cardíaca por angiografia térmica coronária: estudo experimental preliminar. **Arq Med PUCPR**, v. 2, p. 33, 2000.

11. BRIOSCHI, Marcos Leal et al. Infrared imaging use in rheumatology. **Revista Brasileira de Reumatologia**, v. 47, n. 1, p. 42-51, 2007<sup>3</sup>.
12. BURKE, ER, Pruitt AL. Body positioning for cycling. In: Burke ER, organizadores. High-Tech Cycling. 2 ed. Champaign: **Ed. Human Kinetics**; 2003. p. 69-92.
13. CAPUTO, Fabrizio et al. Índices de potência e capacidade aeróbia obtidos em cicloergômetro e esteira rolante: comparações entre corredores, ciclistas, triatletas e sedentários. **Rev Bras Med Esporte**, v. 4, p. 223-30, 2003.
14. CHARKOUDIAN, Nisha. Mechanisms and modifiers of reflex induced cutaneous vasodilation and vasoconstriction in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 109, n. 4, p. 1221-1228, 2010.
15. CHRISTENSEN, J. et al. Thermography as a quantitative imaging method for assessing postoperative inflammation. 2014.
16. CHUDECKA, Monika; LUBKOWSKA, Anna. Temperature changes of selected body's surfaces of handball players in the course of training estimated by thermovision, and the study of the impact of physiological and morphological factors on the skin temperature. **Journal of Thermal Biology**, v. 35, n. 8, p. 379-385, 2010.
17. CHUDECKA, Monika; LUBKOWSKA, Anna. 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**, v. 13, n. 1, p. 33-39, 2012.
18. DENADAI, Benedito Sérgio. Limiar anaeróbio: considerações fisiológicas e metodológicas. **Revista Brasileira de Atividade Física & Saúde**, v. 1, n. 2, p. 74-88, 2012.
19. FERREIRA, José JA et al. Exercise-associated thermographic changes in young and elderly subjects. **Annals of biomedical engineering**, v. 36, n. 8, p. 1420-1427, 2008.
20. FERREIRA, G. et al. Experimental Analysis of the Infrared Thermography for the Thermal Characterization of a Building Envelope. In: **Defect and Diffusion Forum**. 2012. p. 318-323.
21. FIGUEIREDO FILHO, Dalson Brito; SILVA JUNIOR, José Alexandre. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, v. 18, n. 1, 2010.
22. FORMENTI, Damiano et al. Thermal imaging of exercise-associated skin temperature changes in trained and untrained female subjects. **Annals of biomedical engineering**, v. 41, n. 4, p. 863-871, 2013.
23. GOMEZ CARMONA, Pedro Maria. **Influencia de la información termográfica infrarroja en el protocolo de prevención de lesiones de un equipo de fútbol profesional español**. 2012. Tese de Doutorado. Ciencias.
24. GONZÁLEZ-ALONSO, José. Human thermoregulation and the cardiovascular system. **Experimental physiology**, v. 97, n. 3, p. 340-346, 2012.
25. HERMENS, Hermie J. et al. Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. **Journal of electromyography and Kinesiology**, v. 10, n. 5, p. 361-374, 2000.
26. HILDEBRANDT, Carolin; RASCHNER, Christian; AMMER, Kurt. An overview of recent application of medical infrared thermography in sports medicine in Austria. **Sensors**, v. 10, n. 5, p. 4700-4715, 2010.
27. KUMAR, Shrawan; MITAL, Anil (Ed.). **Electromyography in ergonomics**. CRC Press, 1996.

28. KRUSTRUP, Peter et al. ATP and heat production in human skeletal muscle during dynamic exercise: higher efficiency of anaerobic than aerobic ATP resynthesis. **The Journal of physiology**, v. 549, n. 1, p. 255-269, 2003.
29. MARINS, J. C. B. Hidratação na atividade física e no esporte: equilíbrio hidromineral. **Fontoura edn., Jundiá**, 2011.
30. MCARDLE, William D.; KATCH, Frank I.; KATCH, Victor L. **Exercise physiology: Nutrition, energy, and human performance**. Lippincott Williams & Wilkins, 2010.
31. MERLA, Arcangelo et al. Thermal imaging of cutaneous temperature modifications in runners during graded exercise. **Annals of biomedical engineering**, v. 38, n. 1, p. 158-163, 2010.
32. MORALES, M. et al. Termografía Infrarroja y el estudio de riesgo de lesiones músculo-esqueléticas. **Revista Ingeniería Industrial. Concepción. Universidad de Bio-Bio**, v. 10, n. 1, p. 55-67, 2011.
33. MORITANI, Toshio; YOSHITAKE, Yasuhide. 1998 ISEK Congress Keynote Lecture: The use of electromyography in applied physiology. **Journal of electromyography and kinesiology**, v. 8, n. 6, p. 363-381, 1998.
34. QUESADA, Jose I. Priego et . al. (2013). **Evaluación de la postura en ciclismo mediante Temografia Infrarroja**. Dissertação de Mestrado. Fisiologia.
35. QUESADA, Jose I. Priego et al. Relationship between skin temperature and muscle activation during incremental cycle exercise. **Journal of Thermal Biology**, v. 48, p. 28-35, 2015.
36. SCHLADER, Zachary J.; STANNARD, Stephen R.; MÜNDEL, Toby. Human thermoregulatory behavior during rest and exercise—a prospective review. **Physiology & behavior**, v. 99, n. 3, p. 269-275, 2010.
37. SHEPHARD, R. J. Astrand PO La resistencia en el deporte. **España, Ed. Paidotribo**, 2000.
38. SHERWOOD, Lauralee. **Human physiology: from cells to systems**. Cengage Learning, 2008.
39. SIRI, William E. Body composition from fluid spaces and density: analysis of methods. **Techniques for measuring body composition**, v. 61, p. 223-44, 1961.
40. TAYLOR, N.A.S. (2000). Principles and Pratices of Heat Adaptation. **Journal of the Human-Environment System**, 4(1), 11-22.
41. THOMAS, Jerry R.; NELSON, Jack K.; SILVERMAN, Stephen J. **Métodos de pesquisa em atividade física**. Artmed, 2002.
42. TUCKER, Ross et al. Impaired exercise performance in the heat is associated with an anticipatory reduction in skeletal muscle recruitment. **Pflügers Archiv**, v. 448, n. 4, p. 422-430, 2004.
43. XU, Xiaojiang et al. Relationship between core temperature, skin temperature, and heat flux during exercise in heat. **European journal of applied physiology**, v. 113, n. 9, p. 2381-2389, 2013.