

Daiane Wommer

**EFEITOS DA DISTRIBUIÇÃO DA CARGA EXTERNA NAS
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE SESSÕES DE TREINO
INTERVALADO**

Dissertação de mestrado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade Federal de Santa Catarina, como requisito final para obtenção do grau de mestre em Biodinâmica do Desempenho Humano. Orientador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.

Florianópolis
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor,
através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Universitária da UFSC.

Wommer, Dalane

Efeitos da distribuição da carga externa nas respostas fisiológicas durante sessões de treino intervalado / Dalane Wommer ; orientador, Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo Florianópolis, SC, 2016.

88 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Desportos. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Inclui referências

1. Educação Física. 2. Treinamento intervalado. 3. Distribuição da intensidade. 4. Consumo máximo de oxigênio. 5. Carga interna. I. Antonacci Guglielmo, Luiz Guilherme . II. Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós Graduação em Educação Física. III. Título.

Daiane Wommer

**EFEITOS DA DISTRIBUIÇÃO DA CARGA EXTERNA NAS
RESPOSTAS FISIOLÓGICAS DURANTE SESSÕES DE TREINO
INTERVALADO**

Esta Dissertação foi julgada adequada para obtenção do Título de mestre em Biodinâmica do Desempenho Humano, e aprovada em sua forma final pelo Programa de Pós-Graduação em Educação Física.

Florianópolis, 22 de fevereiro de 2016.



Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Coordenador do Curso

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
Orientador
Universidade Federal de Santa Catarina



Prof. Dr. Daniel Alexandre Boullosa Alvarez
Universidade Católica de Brasília



Prof. Dr. Ricardo Dantas De Lucas
Universidade Federal de Santa Catarina



Profª. Drª. Daniele Detânico
Universidade Federal de Santa Catarina

Aos meus queridos pais, por todo o amor e apoio sempre dedicados a mim.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente quero agradecer a Deus, por ter me concedido a vida e por guiar meus passos, possibilitando a realização de todos os objetivos de minha caminhada.

Quero agradecer à minha família, que é o meu alicerce. Aos meus pais fica a minha gratidão por tudo o que são e o que fazem por mim e por estarem sempre ao meu lado, me apoiando em todas as minhas decisões. Meu pai ‘**Eleri**’, pelo exemplo de homem honesto, batalhador, compreensivo e amoroso; e a minha mãe ‘**Ilaine**’ pelo seu carinho, amor, dedicação e exemplo de mulher guerreira. Às minhas irmãs, ‘**Patrícia**’ e ‘**Eliane**’ muito obrigada por sua amizade verdadeira, fico muito feliz em saber que sempre posso contar com vocês. Amo todos vocês!

Ao meu grande amor, que vem caminhando ao meu lado todos estes anos (desde o período escolar), trilhando os mesmos caminhos e batalhando junto comigo pelo nosso futuro, por ser um excelente companheiro e amigo, e por me apoiar em todos os momentos, **Pablo** meu sincero agradecimento.

Com certeza tenho muito a agradecer aos amigos do LAEF, pelo aprendizado, pelas conversas, festas, parcerias e ajuda nas coletas. Em especial, meu agradecimento ao **Paulo Cesar**, pela orientação em diversos momentos no decorrer destes dois anos e por estar disposto a ajudar em todos os momentos que precisei, tanto nas coletas, com orientações na limpeza e tratamento dos dados e na fase final da elaboração do documento; e ao **Kristopher**, que me auxiliou e orientou na realização deste trabalho desde antes de eu ter ingressado no mestrado (já na construção inicial da ideia e do projeto) até o momento final. A todos os demais membros do LAEF que não participaram diretamente deste trabalho, mas indiretamente compartilhando seus conhecimentos, meu muito obrigado. Agradeço também à dona Rose, pelo carinho que sempre demonstra por nós e por estar sempre com um cafezinho pronto para nos manter atentos na realização das tarefas, mesmo nos dias mais difíceis e trabalhosos.

Deixo aqui meus sinceros agradecimentos aos sujeitos do estudo, foi realmente na ‘parceria’ que vocês participaram de todas as avaliações. Agradeço também a CAPES pela concessão de bolsa de estudo durante os dois anos de curso.

Ao professor **Luiz Guilherme**, meu muito obrigada por abrir as portas do LAEF, por ter me concedido a oportunidade de realizar este trabalho, pelos aprendizados e por ser esse amigo e professor exemplar,

um modelo de ser humano para todos os membros do laboratório e pessoas que te cercam.

Por fim, quero agradecer a todos aqueles que não citei aqui, mas que contribuíram de alguma forma para que eu conseguisse concluir mais esta etapa de minha vida.

Meus sinceros agradecimentos.

“Quando uma criatura humana desperta para um grande sonho e sobre ele lança toda a força de sua alma, todo o universo conspira a seu favor”.

(Johann Goethe, século XVIII)

RESUMO

O treinamento intervalado (TI), permitindo o atingimento de pelo menos 90% do VO_2max durante o exercício ($t90\%\text{VO}_2\text{max}$), tem se mostrado uma excelente opção para se obter adaptações centrais e periféricas bem como a melhoria de *performance*, sendo uma estratégia muito eficiente em relação ao tempo de realização do exercício (~20 minutos) quando comparada ao treinamento contínuo. As diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício (Constante (C), Início Lento (IL) e Início Rápido (IR)) têm apresentado diferentes resultados quando se verifica seus efeitos no $t90\%\text{VO}_2\text{max}$ em exercícios realizados até a exaustão. Com isso, o objetivo do presente estudo foi investigar as respostas fisiológicas agudas das diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício durante sessões de TI em cicloergômetro. Participaram deste estudo 10 sujeitos fisicamente ativos do sexo masculino (idade: $27,6 \pm 5,0$ anos; massa corporal: $80,2 \pm 14,1$ kg; estatura: $178,8 \pm 5,8$ cm; VO_2max : $48,4 \pm 8,1$ ml.kg.min^{-1}), que foram submetidos a um teste incremental submáximo para a determinação do limiar de lactato (LL) e em seguida a um teste incremental máximo de rampa para a determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e da potência pico (Ppico). Em outras três visitas ao laboratório, com um intervalo mínimo de 72 horas entre elas, os indivíduos realizaram randomicamente três sessões de TI compostas por 8 repetições de 1 minuto com diferentes formas de distribuição da intensidade de exercício, intercaladas por 1 minuto de recuperação ativa à 80% do LL, sendo as estratégias de distribuição da intensidade utilizadas: 1) C: cada intervalo de trabalho com carga constante à 100% da Ppico; 2) IL: carga incremental, tendo cada repetição uma carga inicial de 90% da Ppico aumentando linearmente até atingir 110% da Ppico; 3) IR: carga decremental, sendo cada repetição com carga inicial de da 110% Ppico diminuindo linearmente até atingir da 90% Ppico. Para comparação das variáveis foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *one-way* e *two-way* de medidas repetidas. Adotou-se um nível de significância de $p \leq 0,05$. Não foram encontradas diferenças significantes entre os modelos de distribuição da intensidade de exercício no tempo de permanência acima de $90\%\text{VO}_2\text{max}$ (C: 274 ± 132 s; IL: 313 ± 102 s; e IR: 310 ± 113 s) e 90% da frequência cardíaca máxima (FCmax) (C: 396 ± 180 s; IL: 390 ± 212 s; e IR: 441 ± 207 s), bem como para o total de VO_2 consumido na sessão (C = $31,02 \pm 4,66$ L; IL = $30,13 \pm 5,22$ L; IR = $31,04 \pm 4,67$ L). Os valores médios relativos ao VO_2max (C: $82,4 \pm 3,7$ %; IL: $84,7 \pm 3,7$ %; e IR: $83,2 \pm 3,6$ %) e à FCmax (C: $87,9 \pm 3,5$ %;

IL: $88,0 \pm 4,1$ %; e IR: $89,0 \pm 3,9$ %) de cada sessão, os valores de concentração de lactato sanguíneo (C: $10,1 \pm 1,5$ mmol.L⁻¹ e $13,7 \pm 1,6$ mmol.L⁻¹; IL: $9,8 \pm 2,0$ mmol.L⁻¹ e $13,3 \pm 1,7$ mmol.L⁻¹; e IR: $9,9 \pm 1,9$ mmol.L⁻¹ e $13,5 \pm 2,3$ mmol.L⁻¹) coletadas após o 5º intervalo de trabalho e ao final de cada sessão respectivamente, e a percepção subjetiva de esforço (C: 7 ± 1 ; IL 7 ± 1 ; IR: 7 ± 1), também não apresentaram diferenças entre os modelos de treino. Além disso, foi observado um padrão de comportamento diferente no VO₂ para cada modelo de treino testado (VO₂pico estatisticamente igual ao VO₂max: C: 5º intervalo de trabalho; IL: 3º intervalo de trabalho; IR: 4º intervalo de trabalho). Com base nos resultados encontrados, pode-se concluir que as respostas fisiológicas acontecem na mesma magnitude independente da forma como a carga é distribuída durante sessões de TI. No entanto, os modelos com variação na distribuição da carga (IL e IR) parecem ter apresentado uma cinética de VO₂ acelerada em relação ao modelo C. Apesar disso, conclui-se que para a realização de sessões de TI com o mesmo trabalho total, independente de como a carga externa é empregada, a carga interna é a mesma.

Palavras-chave: Treinamento intervalado. Distribuição da intensidade. Consumo máximo de oxigênio. Carga interna.

ABSTRACT

The interval training (IT), allowing the achievement of at least 90% of VO_2max during exercise ($t_{90\%}\text{VO}_2\text{max}$), has proven to be an excellent option to obtain central and peripheral adaptations as well as improving performance and a very effective time-efficient strategy (~20 minutes) when compared to continuous training. The pacing strategies in exercise intensity (even-start (ES) slow-start (SS) and fast-start (FS)) have shown different results on the $t_{90\%}\text{VO}_2\text{max}$ during exercises performed to exhaustion. Thus, the objective of this study was to investigate the acute physiological responses of different pacing strategies in exercise intensity during IT cycling sessions. The study included 10 physically active male subjects (age: 27.6 ± 5.0 years; body mass: 80.2 ± 14.1 kg, height: 178.8 ± 5.8 cm; VO_2max : 48.4 ± 8.1 ml.kg.min⁻¹), which underwent a submaximal incremental test to determine the lactate threshold (LT) and then to a maximal incremental test ramp for the determination of maximal oxygen uptake (VO_2max) and peak power (Ppeak). In other three visits to the laboratory, with a minimum interval of 72 hours between them, subjects randomly underwent three sessions of IT composed of 8 repetitions of 1 minute with different forms of pacing strategies in exercise intensity, interspersed with 1 minute active recovery to 80% of LT, and the pacing strategies used: 1) ES: each work bout with constant load of 100% of Ppeak; 2) SS: incremental load, each having repeating an initial load of 90% of Ppeak increases linearly up to 110% of Ppeak; 3) FS: decremental load, each repetition with initial load of 110% of Ppeak decreasing linearly up to 90% of Ppeak. To compare the variables we used analysis of variance (ANOVA) one-way and two-way repeated measures. Adopted a significance level of $p \leq 0.05$. There were no significant differences between the pacing strategies of exercise intensity on $t_{90\%}\text{VO}_2\text{max}$ (ES: 274 ± 132 s, SS: 313 ± 102 s, and FS: 310 ± 113 s) and 90% of maximal heart rate (HRmax) (ES: 396 ± 180 s, SS: 390 ± 212 s, and FS: 441 ± 207 s), as well as for the total VO_2 consumed in each IT session (ES = 31.02 ± 4.66 L; SS = 30.13 ± 5.22 L; FS = 31.04 ± 4.67 L). The average values for the VO_2max (ES 82.4 ± 3.7 %; SS: 84.7 ± 3.7 %, and FS: 83.2 ± 3.6 %) and HRmax (ES: 87.9 ± 3.5 %; SS: 88.0 ± 4.1 %, and FS: 89.0 ± 3.9 %) of each IT session, the blood lactate concentration values (ES: 10.1 ± 1.5 mmol.L⁻¹ and 13.7 ± 1.6 mmol.L⁻¹, SS: 9.8 ± 2.0 mmol.L⁻¹ and 13.3 ± 1.7 mmol.L⁻¹, and FS: 9.9 ± 1.9 mmol.L⁻¹ and 13.5 ± 2.3 mmol.L⁻¹) collected after the 5th work bout and the end of each session respectively, and the perceived exertion (ES: 7 ± 1 , SS 7 ± 1 ; FS: 7 ± 1),

also no showed differences between IT sessions. Moreover, a different pattern of behavior was observed at VO_2 tested for each IT session ($\text{VO}_{2\text{peak}}$ statistically equal to $\text{VO}_{2\text{max}}$: ES: 5th interval work; SS: 3 work bout; FS: 4th work bout). Based on these results, we can conclude that physiological responses occur in the same magnitude regardless of how the load is distributed over IT sessions. However, the models varying in load distribution (SL and FS) appear to have shown an accelerated kinetics VO_2 from the model ES. Nevertheless, it was concluded that for the realization of IT sessions with the same total work, regardless of how the external load is used, the internal charge is the same.

Keywords: Interval training. Pacing strategy. Maximal oxygen uptake. Internal load.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diferentes estratégias de distribuição da intensidade utilizadas atualmente, incluindo: (a) estratégia início rápido; (b) estratégia início lento; (c) estratégia constante; (d) estratégia variável.....	32
Figura 2 – Ilustração sistemática do desenho experimental.....	39
Figura 3 – Modelos de intervenção propostos, com diferentes formas de distribuição da intensidade, sendo: a) Constante (C) b) Início Lento (IL); c) Início Rápido (IR).....	42
Figura 4 – Média \pm DP dos valores de tempo de exercício sustentado acima de 90% do VO_2 max ($t_{90\%}VO_2$ max) e acima de 90% da FCmax ($t_{90\%}FC$ max).....	45
Figura 5 – Média \pm DP do total de VO_2 consumido nos três modelos de distribuição da carga.....	46
Figura 6 – Valores relativos do pico de VO_2 (% VO_{2pico}) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento.....	47
Figura 7 – Valores relativos do pico de VO_2 (% VO_{2pico}) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento.....	48
Figura 8 – Comportamento do VO_2 (segundo por segundo) de sujeitos representativos durante as sessões de treinamento.....	49
Figura 9 – Valores relativos do FCpico (%FCpico) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento.....	50
Figura 10 – Valores relativos do FCpico (%FCpico) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento.....	51
Figura 11 – Comportamento do FC (segundo por segundo) de sujeitos representativos durante as sessões de treinamento.....	52

Figura 12 – Média \pm DP dos valores relativos médios do $VO_2\text{max}$ (% $VO_2\text{max}$) e da $FC\text{max}$ (% $FC\text{max}$) de cada sessão de treinamento.....53

Figura 13 – Valores de [Lac] nos três momentos de coleta durante os diferentes modelos de distribuição da carga.....54

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Média e desvio padrão (\pm DP) referentes às características dos sujeitos do estudo (n=10).....	37
Tabela 2 – Valores descritivos das variáveis fisiológicas obtidas durante o teste incremental.....	45
Tabela 3 – Média \pm DP do VO_2 pico de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.....	47
Tabela 4 – Média \pm DP da FCpico de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.....	50
Tabela 5 – Média \pm DP da PSE de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.....	54

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACSM – *American College of Sports Medicine*
AHA – *American Heart Association*
TIS – Treinamento intervalado de *sprints*
TI – Treinamento intervalado
TISub – Treinamento intervalado submáximo
TI_{max} – Treinamento intervalado máximo
TISup – Treinamento intervalado supramáximo
VO₂ – Consumo de oxigênio
VO_{2max} – Consumo máximo de oxigênio
t_{90% VO_{2max}} – tempo de manutenção do exercício em 90% VO_{2max}
P_{max} – Potência aeróbia máxima
P_{pico} – Potência pico
FC – Frequência cardíaca
FC_{max} – Frequência cardíaca máxima
PSE – Percepção subjetiva de esforço
[Lac] – Concentração de lactato sanguíneo
[Lac]_{pico} – Pico de concentração de lactato sanguíneo
LL – Limiar de lactato
TE – Tempo de exaustão
T_{lim} – Tempo limite
IL – Estratégia de distribuição de intensidade Início Lento
IR – Estratégia de distribuição de intensidade Início Rápido
C – Estratégia de distribuição de intensidade Constante
V – Estratégia de distribuição de intensidade Variável
vVO_{2max} – Velocidade correspondente ao VO_{2max}
VO_{2pico} – Pico de consumo de oxigênio
ATP – Adenosina trifosfato
ADP – Adenosina difosfato
PCr – Fosfocreatina
Pi – Fosfato inorgânico
H⁺ - Íons de hidrogênio
Ca₂⁺ - Cálcio
τ – Constante tempo
CL – Componente lento de VO₂
IVO_{2max} – Intensidade correspondente ao VO_{2max}

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	23
1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA.....	23
1.2 OBJETIVO GERAL	26
1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
1.4 HIPÓTESES	26
1.5 JUSTIFICATIVA	26
1.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS	27
2. REVISÃO DE LITERATURA	29
2.1 TREINAMENTO INTERVALADO	29
2.2 DISTRIBUIÇÃO DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO	31
2.3 TEMPO DE PERMANÊNCIA EM ALTOS PERCENTUAIS DO VO ₂ MAX.....	34
3. MATERIAIS E MÉTODO	37
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO	37
3.2 SUJEITOS DO ESTUDO	37
3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA.....	37
3.3.1 <i>Obtenção das variáveis antropométricas</i>	37
3.3.2 <i>Obtenção das variáveis fisiológicas</i>	38
3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL	38
3.5 COLETA DE DADOS	39
3.6 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS.....	40
3.6.1 <i>Avaliação antropométrica</i>	40
3.6.2 <i>Teste incremental</i>	40
3.6.3 <i>Sessões de treinamento</i>	41
3.6.4 <i>Tratamento e análise dos dados</i>	42
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA	43
4. RESULTADOS	45
REFERÊNCIAS	67
APÊNDICE A – TCLE E TCPI	81
ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	85

1. INTRODUÇÃO

1.1 SITUAÇÃO PROBLEMA

O treinamento de *endurance*, caracterizado por prolongadas sessões de exercício de intensidade moderada (≥ 30 min), tem sido recomendado pelo *American College of Sports Medicine* (ACSM) e pela *American Heart Association* (AHA) (HASKELL et al., 2007; ACSM, 2011) como uma excelente estratégia para reduzir a prevalência de doenças cardiovasculares e metabólicas (WARBURTON et al., 2006; HAWLEY, 2004). Isso se justifica porque este tipo de treinamento induz à numerosas adaptações fisiológicas centrais (e.g. sistema cardiorrespiratório) e periféricas (e.g. músculo esquelético) (HOLLOSZY, 1967; HOLLOSZY e BOOTH, 1976; BURGOMASTER et al., 2005, 2006, 2007, 2008; GIBALA et al., 2006).

Alguns autores (BURGOMASTER et al., 2005, 2006, 2007, 2008; GIBALA et al., 2006; PARRA et al., 2000) demonstraram que o treinamento intermitente de *sprints* (TIS), caracterizados por esforços máximos (*all-out*), apesar do baixo volume de exercício (um total de aproximadamente 15 minutos de exercício, desenvolvidos em 2 semanas), promove adaptações fisiológicas e metabólicas que se assemelham ao tradicional treinamento de *endurance*. No entanto, este modelo de treinamento apresenta pouca aplicabilidade, visto que o mesmo requer ergômetros especializados e pode acarretar em baixa aderência devido à necessidade de alto nível de motivação. Além disso, este tipo de treinamento pode não ser adequado para alguns indivíduos dependendo da idade e estado de saúde (COYLE, 2005; HOOD et al., 2011).

Uma alternativa mais atraente que o TIS é o treinamento intervalado (TI), que caracteriza-se por breves sessões de exercício intermitente com estímulos de 1-4 minutos geralmente realizados em intensidades que variam entre 85-120% da potência aeróbia máxima (Pmax), com períodos de recuperação similar ou maior que o estímulo (BILLAT, 2001; GIBALA; MCGEE, 2008). Esta é uma estratégia interessante e eficiente em relação ao tempo destinado na realização do exercício, para induzir adaptações metabólicas e reduzir o risco de doenças relacionadas ao sedentarismo, em indivíduos moderadamente ativos (GIBALA et al., 2006; BABRAJ et al., 2009; LITTLE et al., 2010). Além disso, o TI também tem sido considerado um dos métodos mais eficientes em aprimorar o desempenho de atletas de diversas

modalidades esportivas coletivas e individuais (LAURSEN; JENKINS, 2002; FERNANDES DA SILVA et al., 2015).

O desempenho e adaptações fisiológicas associadas com o TI dependem da interação entre diferentes parâmetros, tais como a intensidade e duração do exercício, duração e tipo do intervalo de recuperação e o número de séries e repetições (DUPONT et al., 2004; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b). A intensidade do exercício pode ser considerada a variável mais importante que pode ser manipulada visando aprimorar o consumo máximo de oxigênio (VO_2max) (WENGER; BELL, 1986). Estudos têm mostrado que o estímulo ótimo para provocar tanto adaptações periféricas como centrais, é aquele em que os sujeitos permanecem pelo menos alguns minutos de uma sessão na “zona vermelha”, o que significa sustentar o exercício em percentuais acima de 90% do VO_2max (BILLAT, 2001; MIDGLEY et al., 2006; 2007; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

Em um estudo com corredores bem treinados, Billat et al. (2002) mostraram que apesar de uma diminuição de 10% no volume de treinamento, a inclusão de um treino com intensidade entre 90-100% VO_2max ocasionou um aumento de 5,4% no VO_2max . Embora o uso do TI não seja a única estratégia para melhorar os parâmetros fisiológicos e de desempenho, percebe-se um crescente interesse por parte da comunidade científica do esporte em caracterizar protocolos de treinamento que permitam aos indivíduos manter longo períodos de tempo acima de 90% VO_2max (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

Bacon et al. (2013) mostraram em sua meta-análise que melhoras no VO_2max de pessoas saudáveis podem ser alcançadas através do TI com intervalos de exercício com duração de 3 a 4 minutos em intensidade acima de 90% do VO_2max . Por outro lado, para atletas foi verificado que as melhoras no VO_2max e no desempenho foram observadas em treinamento intervalado com duração mais curta (30 s) em comparação com intervalos de trabalho mais longos (5 min) (RONNESTAD et al., 2014). O estudo de Turnes et al. (2016) demonstrou que uma sessão de treino intervalado em intensidade severa superior (i.e. 100% da maior intensidade constante em que o VO_2max foi atingido), produz ganhos superiores no VO_2max e no LL, em comparação a uma sessão de treino intervalado em intensidade severa baixa (i.e. 105% da potência crítica (PC)), o que pode ser associado ao maior tempo de permanência no VO_2max obtido pelo modelo de intensidade severa superior.

Apesar da existência de muitos estudos com TI, modelos com variação de carga durante os intervalos de esforço não têm sido investigados. Atualmente existem quatro modelos de estratégias de distribuição da intensidade: Início Rápido (IR), Constante (C), Início Lento (IL) e Variável (V) (GIBSON et al., 2006). Estes modelos de distribuição da carga têm sido muito utilizados em competições com o objetivo de melhorar o desempenho nas provas, contudo, em modelos de TI estas estratégias não têm sido utilizadas. Em um estudo comparando três diferentes formas de distribuição da intensidade (IR, C e IL) durante um tempo de exaustão (TE) em cicloergômetro, Jones et al. (2008) mostraram que a estratégia IR proporcionou um TE significativamente maior em relação às demais estratégias, o que acarreta em maior tolerância ao exercício.

Sendo assim, a estratégia IR parece ajustar mais rapidamente a cinética de VO_2 , poupando assim a reserva anaeróbia durante a fase inicial do exercício, bem como, parece apresentar maior efeito positivo sobre a *performance* de exercícios de curta duração e alta intensidade (< 3 min de duração) em relação às outras estratégias (BISHOP et al., 2002; NOAKES et al., 2005; JONES et al., 2008; BAILEY et al., 2011). Um indivíduo com uma cinética de VO_2 mais rápida apresenta um menor déficit de oxigênio quando comparado a um indivíduo com uma cinética de VO_2 mais lenta (DEMARLE et al., 2001; KOPPO et al., 2004). Isto significa que uma cinética de VO_2 mais rápida provavelmente diminui a utilização de fosfocreatina (PCr) e glicogênio, e, conseqüentemente, diminui a produção de lactato e formação de íons hidrogênio (H^+) (DEMARLE et al., 2001; KOPPO et al., 2004). No entanto, há uma carência de estudos na literatura envolvendo diferentes formas de distribuição da intensidade durante a sessão de TI.

Assim como o VO_2 , a frequência cardíaca (FC), a concentração de lactato sanguíneo ([Lac]) e a percepção subjetiva de esforço (PSE) são indicadores de carga interna (WALLACE et al., 2009) e refletem as diferentes adaptações obtidas com a carga externa imposta pelo treinamento. Estas variáveis também não têm sido exploradas na literatura comparando diferentes estratégias de distribuição da intensidade durante o TI, contudo, alguns estudos têm mostrado que o modelo IL apresentou maiores valores de [Lac] quando realizados exercícios até a exaustão (BAILEY et al., 2011).

Sendo assim, baseado nos pressupostos supracitados, formulou-se o seguinte problema de pesquisa: Qual o efeito da estratégia de distribuição da intensidade (IR, C, IL) sobre o comportamento das

variáveis fisiológicas (VO_2 ; FC; [Lac]) e da PSE durante sessões de treino intervalado?

1.2 OBJETIVO GERAL

Comparar as respostas fisiológicas agudas de diferentes estratégias de distribuição da intensidade durante sessões de treino intervalado em sujeitos fisicamente ativos.

1.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

1) Verificar os efeitos de diferentes estratégias de distribuição da intensidade sobre o tempo de exercício sustentado acima de 90% do consumo máximo de oxigênio (VO_{2max});

2) Analisar os efeitos da estratégia de distribuição da intensidade sobre o tempo de exercício sustentado acima de 90% da frequência cardíaca máxima (FCmax);

3) Comparar os efeitos das estratégias de distribuição de intensidade sobre as concentrações de lactato sanguíneo ([Lac]).

4) Verificar os efeitos das diferentes estratégias de distribuição da intensidade sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE).

1.4 HIPÓTESES

As hipóteses do presente trabalho são as seguintes:

H1: O modelo de treinamento com distribuição de carga “início rápido” proporcionará maior tempo de exercício acima de 90% VO_{2max} .

H2: O modelo de treinamento com distribuição de carga “início rápido” acarretará em um maior tempo acima de 90% FCmax.

H3: O modelo de treinamento com distribuição de carga “início lento” apresentará maiores valores de [Lac].

H4: O modelo de treinamento com distribuição de carga “início lento” acarretará em maiores valores de PSE.

1.5 JUSTIFICATIVA

Existe atualmente uma crescente busca por protocolos específicos de treinamento que influenciem em melhoras na saúde e no desempenho humano. Neste contexto, o TI aparece como uma estratégia que vem sendo muito utilizada em estudos que comprovaram seus

resultados positivos para o aprimoramento do metabolismo aeróbio (BURGOMASTER et al., 2005; GIBALA et al., 2006; BABRAJ et al., 2009; RICHARDS et al., 2010; HOOD et al., 2011; LITTLE et al., 2011; HEYDARI et al., 2012; GILLEN et al., 2013). Além disso, o TI permite realizar maior tempo de exercício em intensidades elevadas, o que acarreta em melhores adaptações metabólicas com um tempo destinado ao exercício relativamente curto. No entanto, apesar das diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício utilizadas com objetivo de melhorar o desempenho em provas estarem presentes em grande volume na literatura, estudos envolvendo TI com diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício, ainda não foram explorados.

Jones et al. (2008) e Whipp (2007) verificaram que entre os principais fatores que influenciam os efeitos da estratégia de distribuição da intensidade sobre as respostas fisiológicas está a demanda de energia requerida pelo exercício e pelas limitações da capacidade dos sistemas fisiológicos (i.e. capacidade aeróbia e anaeróbia), como também a capacidade de tolerância à fadiga. Bailey et al. (2011) verificaram o efeito da estratégia de distribuição da intensidade e da duração do exercício com indivíduos ativos que desenvolveram 3 e 6 minutos de exercício nas estratégias IR, C e IL seguido de um *sprint* de 60 s utilizado como medida de *performance*, e constataram que a estratégia de IR melhorou tanto a cinética do O₂ (i.e. diminuição do déficit de O₂) quanto a *performance* no ciclismo. Contudo, ainda não são conhecidos os efeitos de diferentes estratégias de distribuição da intensidade durante o TI no comportamento do VO₂, da FC, da [Lac] e nas respostas de PSE.

Portanto o *design* do presente estudo, com a realização de modelos de TI com diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício, busca um maior entendimento dessas lacunas existentes na literatura. Desta forma, justifica-se a realização da presente pesquisa, visto que a mesma pode proporcionar uma maior compreensão dos mecanismos fisiológicos e servir de base para prescrição de treinamentos e também para futuros estudos.

1.6 DEFINIÇÃO DAS VARIÁVEIS

Consumo máximo de oxigênio (VO₂max)

Conceitual: a mais alta captação e utilização de oxigênio (O₂) alcançada por um indivíduo, respirando ar atmosférico ao nível do mar (ASTRAND, 1952).

Operacional: foi o valor obtido no teste incremental de rampa em cicloergômetro realizado em laboratório, expresso em $L \cdot \text{min}^{-1}$ ou $\text{ml} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{min}^{-1}$, com base nos critérios propostos por Howley, Basset e Welch (1995).

Limiar de Lactato (LL)

Conceitual: a intensidade de exercício imediatamente anterior ao aumento exponencial de lactato no sangue (WELTMAN, 1995).

Operacional: foi considerado como a intensidade de exercício anterior ao primeiro e sustentado aumento das [Lac] acima dos valores de repouso, expresso em $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Potência pico (Ppico)

Conceitual: a mais alta potência alcançada por um indivíduo durante um protocolo incremental máximo em cicloergômetro (HILL e SMITH, 1994).

Operacional: foi considerada como a mais alta potência alcançada durante o protocolo incremental de rampa realizado em laboratório, em que foi possível manter a cadência pré-estabelecida, expressa em W.

Pico de concentração de lactato sanguíneo ([Lac]pico)

Conceitual: o [Lac]pico obtido pós-exercício de alta intensidade tem sido utilizado como indicativo da capacidade glicolítica (JACOBS, 1986).

Operacional: foi considerado o valor da concentração e lactato sanguíneo obtido no 1º minuto após o término do protocolo incremental de rampa, expresso em $\text{mmol} \cdot \text{L}^{-1}$.

Percepção subjetiva do esforço (PSE)

Conceitual: a PSE é entendida como uma integração de sinais periféricos (e.g. músculos e articulações) e centrais (e.g. ventilação) que, interpretados pelo córtex sensorial, produz uma percepção psicofísica do empenho para realização de uma tarefa (BORG, 1982).

Operacional: foi avaliada através de uma escala subjetiva com numeração de 0 a 10 (CR-10) onde cada valor numérico é representado com uma palavra que indica a intensidade com que o atleta percebe a carga de treinamento imposta.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 TREINAMENTO INTERVALADO

Um dos principais objetivos do treinamento físico é promover adaptações metabólicas e fisiológicas (BORRESEN; LAMBERT, 2009). O treinamento intervalado surgiu entre as décadas de 30 e 40 com objetivo de intensificar os treinamentos de corrida (DANIELS; SCARDINA, 1984), e desde então, este tipo de treinamento vem sendo cada vez mais utilizado por pesquisadores, atletas e treinadores (BILLAT, 2001; PATON; HOPKINS, 2004).

O treinamento intervalado (TI) é tradicionalmente caracterizado por estímulos de esforço físico maior que 1 minuto podendo chegar a até 4 minutos de duração, conduzidos em intensidades variando entre 85-120% da Pmax, com períodos de recuperação similar ou maior que o estímulo (relação esforço/pausa 1:1, 1:2, etc.) (BILLAT et al., 2001a; COSTA et al., 2014). Este tipo de treinamento possibilita maior tempo de exercício em intensidades elevadas devido às pausas e com isto, busca estressar repetidamente os sistemas fisiológicos conduzindo a um maior estresse se comparado ao treinamento de carga contínua (LAURSEN; JENKINS, 2002).

Billat et al. (2001a; 2001b) classificaram o treinamento intervalado em aeróbio e anaeróbio, no entanto, para modalidades individuais, o TI tem sido classificado em três diferentes tipos, sendo estes: Submáximo (TIsub), que consiste na realização de estímulos em intensidades que variam entre 80 e 85% da Pmax; Máximo (TImax), consiste em esforços conduzidos em intensidades que variam entre 90 e 105% da Pmax; e Supramáximo (TIsup), comumente realizado com estímulos na maior intensidade possível ou acima de 100% da Pmax (PATON; HOPKINS, 2004; COSTA et al., 2014). Considerando isto, é possível afirmar que o modelo de TI utilizado no presente estudo é o classificado como TIsup.

Este tipo de treinamento estimula a biogênese mitocondrial no músculo esquelético sendo atualmente um dos mais efetivos meios para melhorar a função cardiorrespiratória e metabólica, bem como o desempenho de atletas (BURGOMASTER et al., 2005; GIBALA et al., 2006; TALANIAN et al., 2007; PERRY et al., 2008; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). O TI pode ser prescrito através da manipulação de nove variáveis, tais como: intensidade e duração do intervalo de trabalho, intensidade e duração do intervalo de recuperação, modalidade do exercício, número de repetições, número de séries e intensidade e

duração da recuperação entre as séries (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013b).

A manipulação da intensidade e da duração dos estímulos de exercício juntamente com o modo e a duração dos intervalos de recuperação é considerada como a principal responsável pela alteração nas participações relativas dos sistemas energéticos nas contrações musculares, (HOLLOSZY; COYLE, 1984). A magnitude destas adaptações é variável e parece depender do volume, da intensidade e da frequência de treinamento (LAURSEN; JENKINS, 2002; KUBUKELI et al., 2002; LAURSEN, 2010; BILLAT et al., 2001a; BILLAT et al., 2001b). Além disso, Billat et al. (2000) sugerem que respostas agudas do VO_2 à diferentes protocolos aeróbios, podem ser dependentes do estado de treinamento do indivíduo.

Muitos estudos têm sugerido que a intensidade do VO_{2max} ou próximo desta (i.e.: $\geq 90\% VO_{2max}$) é a intensidade de treinamento mais eficaz para se obter adaptações tanto centrais quanto periféricas (MIDGLEY et al., 2006; DE LUCAS; DENADAI; GRECO, 2009). Protocolos intermitentes mostraram-se mais efetivos em comparação aos contínuos, quando se trata de manter maior tempo de exercício atingindo pelo menos $90\% VO_{2max}$ ($t_{90\% VO_{2max}}$) (BILLAT et al., 2000; O'BRIEN et al., 2008; DE AGUIAR et al., 2013; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; TURNES et al., 2014). Para aumentar o $t_{90\% VO_{2max}}$ é recomendado exercícios em intensidades entre 90% e 105% da P_{max} com intervalos de recuperação entre 50% P_{max} e a potência do LL (MIDGLEY et al., 2006).

Em um estudo de Little et al. (2010), indivíduos não treinados que realizaram duas semanas de TI composto por 8 a 12 estímulos de 60 s à $100\% P_{max}$, intercalados por 75 s de recuperação ativa à 30W (totalizando ~20 a 29 min de duração cada sessão e ~2 h e 25 min de exercício ao final das seis sessões), apresentaram adaptações metabólicas, incluindo o aumento da densidade mitocondrial, semelhantes às obtidas com o treinamento contínuo. Egan et al. (2010) mostraram que selecionadas proteínas de sinalização ligadas à biogênese mitocondrial foram mais requeridas durante o exercício de maior intensidade, quando compararam duas distintas sessões de exercício contínuo em cicloergômetro, ou seja, 36 min à $80\% VO_{2pico}$ com 70 min à $40\% VO_{2pico}$. Em contraste, Boyd et al. (2013) relataram recentemente um aumento da densidade mitocondrial no músculo esquelético após três semanas de TI. O treinamento foi realizado três vezes por semana, utilizando um protocolo que consistiu em 8-10 repetições de 1 mim em bicicleta ergométrica à 70% ou 100% da P_{max} .

O estudo de Zafeiridis et al. (2010), comparou três diferentes tipos de exercício em esteira até a exaustão, um modelo intermitente de curta duração (30 s à 110% vVO_2max com intervalos de recuperação de 30 s à 50% vVO_2max), um modelo intermitente de longa duração (3 min à 95% vVO_2max com recuperação de 3 min à 35% vVO_2max) e outro modelo contínuo pesado (83% vVO_2max) e concluiu que o modelo intermitente longo foi mais efetivo em estimular o sistema aeróbio comparando com os outros dois modelos, enquanto os modelos contínuo pesado e intermitente curto apresentaram resultados iguais.

Portanto, pode-se dizer que é possível estimular adaptações centrais e periféricas com uma dose relativamente pequena de TI comparáveis às adaptações obtidas com o treinamento de *endurance*, desde que o estímulo aplicado seja correspondente ao domínio severo de intensidade de exercício (GIBALA et al., 2006; BURGOMASTER et al., 2008). Contudo, ainda existem muitos questionamentos à serem respondidos com relação ao TI, dentre eles, existe relação entre a estratégia de distribuição da intensidade de trabalho no TI e o tempo de permanência em altos percentuais do VO_2max ?

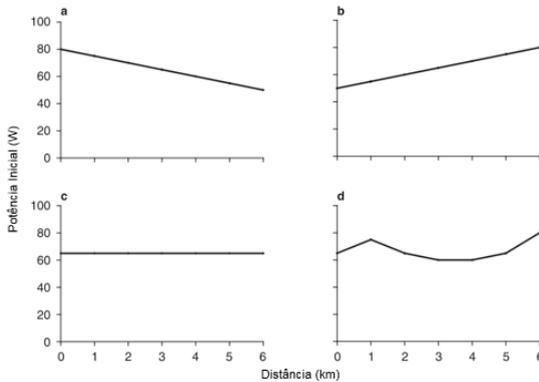
2.2 DISTRIBUIÇÃO DA INTENSIDADE DE EXERCÍCIO

A estratégia de distribuição da intensidade de exercício tem sido analisada por diversos estudos (FOSTER et al., 1993, 1994; BISHOP et al., 2002; ANSLEY et al., 2004; JONES et al., 2008) que verificaram modificações na contribuição metabólica, o que pode proporcionar um aumento da tolerância ao exercício (JONES et al., 2008) e da *performance* (i.e., tempo limite (T_{lim}) e P_{max}) (BAILEY et al., 2011). De acordo com Gibson et al. (2006), quatro modelos básicos de estratégias de distribuição da intensidade de exercício têm sido estudados (Início Rápido - IR, Constante - C, Início Lento - IL e Variável - V) (Figura 1).

A estratégia IR é caracterizada por um início de exercício em intensidade máxima ou supramáxima sendo que ao decorrer do estímulo esta intensidade vai diminuindo. Na estratégia C, a intensidade de exercício é mantida a mesma durante todo o estímulo, sendo esta uma intensidade submáxima ou máxima. A estratégia IL ocorre quando a intensidade inicial do exercício é submáxima e vai aumentando no decorrer do estímulo, podendo atingir valores supramáximos. Já a estratégia V é aquela em que a intensidade varia durante o estímulo, geralmente começando em intensidades mais elevadas, passando a

moderada intensidade no decorrer do estímulo e terminando com intensidades novamente mais elevadas (GIBSON et al., 2006).

Figura 1 – Diferentes estratégias de distribuição da intensidade utilizadas atualmente, incluindo: (a) estratégia início rápido; (b) estratégia início lento; (c) estratégia constante; (d) estratégia variável.



Fonte: Gibson et al., 2006.

O efeito de diferentes formas de estratégias de distribuição da intensidade parece ser mediado principalmente pela modificação na velocidade de ativação dos sistemas de energia (JONES et al., 2008; BAILEY et al., 2011). Neste sentido, um importante aspecto para as variações de tolerância e *performance* ao exercício durante as diferentes estratégias de distribuição da intensidade é a redução da contribuição anaeróbia de energia no início do exercício (JONES et al., 2008). Como o esgotamento das reservas de energia anaeróbia tem sido sugerido como um importante aspecto que contribui para a fadiga em exercícios de curta duração, e o VO_2 não aumenta de forma instantânea no início do exercício para atingir a demanda energética requerida, esta diferença entre a demanda energética do exercício e o que o sistema aeróbio fornece é completada pelos sistemas anaeróbios de produção de energia (JONES; POOLE, 2005; WHIPP et al., 2005). Assim, modificações na resposta inicial do exercício podem implicar em mudanças na contribuição aeróbia e anaeróbia ao exercício (JONES et al., 2008; BAILEY et al., 2011). Nas últimas décadas, estudos têm analisado o efeito da distribuição da intensidade em diferentes modalidades, como caiaque (BISHOP et al., 2002), ciclismo (FOSTER et al., 1994;

HETTINGA et al., 2006) e corrida (SANDALS et al., 2006; JONES et al., 2008), utilizando as estratégias IR, C e IL (FOSTER et al., 1993; HETTINGA et al., 2007; JONES et al., 2008; BAILEY et al., 2011).

Bishop et al. (2002) verificaram em canoístas, exercitando-se por 2 min em intensidade supramáxima, que a estratégia de IR produziu potência média superior (748 W) quando comparado à estratégia C (558 W), representando um aumento de ~25% na potência pico produzida no exercício. Esses dados concordam com Jones et al. (2008), que analisaram o efeito das diferentes estratégias de distribuição de intensidade sobre o T_{lim} em indivíduos ativos, na carga estimada para uma duração de 120 s. A estratégia de IR proporcionou um maior T_{lim} (174 s) em relação às condições C (128 s) e IL (128 s), e também acarretou em um atingimento mais rápido do VO_2max . Além disso, não foram encontradas diferenças entre os modelos para os valores de [Lac] e FC, no entanto, a estratégia IR apresentou um menor déficit de O_2 em relação às outras estratégias. Com estes resultados os autores concluíram que a estratégia IR proporcionou uma maior tolerância ao exercício. Em outros estudos, Abbiss et al. (2008) e Turnes et al. (2014) sugerem que durante exercícios de curta duração (2-3 min), os atletas parecem se beneficiar de uma estratégia de ritmo explosivo máximo (IR).

Estudos têm demonstrado que o treinamento produz efeitos significativos na cinética de VO_2 : diminuição da constante tempo (τ) para exercícios realizados abaixo e acima do LL; redução da magnitude do componente lento (CL) para o exercício supra-LL realizado na mesma intensidade absoluta (HICKSON et al., 1978; CERRETELLI et al., 1979; CASABURI et al., 1987; PHILLIPS et al., 1995; WOMACK et al., 1995; NORRIS; PETERSEN, 1998; CARTER et al., 2000a; DEMARLE et al., 2001; SAUNDERS et al., 2003; KOPPO et al., 2004; KRUSTRUP et al., 2004a; BERGER et al., 2006; DAUSSIN et al., 2008; BAILEY et al., 2009). Essas alterações na cinética de VO_2 após o treinamento são normalmente associadas com reduções na hidrólise de PCr, utilização de glicogênio muscular e acidose metabólica (acúmulo de lactato e íons H^+), todos fatores que aumentam a tolerância ao exercício (DEMARLE et al., 2001; JONES; KOPPO, 2005).

Bailey et al. (2011) verificaram em indivíduos ativos, que a estratégia de IR melhorou tanto a cinética do VO_2 como a performance durante exercício de alta intensidade e curta duração no ciclismo e propuseram que o mais rápido atingimento do VO_2max na estratégia IR, parece ser essencial para melhorar a performance do exercício. Os autores discutem essa hipótese sugerindo que o atingimento do VO_2max no início do exercício parece permitir uma diminuição mais lenta das

reservas anaeróbias e, conseqüentemente, melhora da *performance* do exercício. Apesar disso, os autores encontraram valores de FC estatisticamente iguais entre as estratégias e valores de [Lac] maiores para a estratégia IL em relação à C somente no exercício com duração de 6 minutos. (BAILEY et al., 2011).

Diferente dos resultados acima citados, De Aguiar et al. (2013), encontraram em seu estudo valores de [Lac] maiores no modelo C à 125% ICV em relação aos modelos IR e C à 105% ICV. A explicação para as diferentes respostas encontradas nestes estudos não é clara, mas podem ser relacionadas à sutis diferenças nos protocolos de exercício e na forma como a distribuição da intensidade é imposta ao exercício. No entanto, apesar da grande variedade de estudos utilizando as diferentes estratégias de distribuição da intensidade no Tlim, estudos abordando este assunto em modelos de sessões de treinamento têm sido pouco explorados na literatura.

2.3 TEMPO DE PERMANÊNCIA EM ALTOS PERCENTUAIS DO $VO_2\text{max}$

O $VO_2\text{max}$ representa a mais alta taxa na qual o oxigênio pode ser captado, transportado e utilizado pelo corpo durante um exercício máximo (BASSET; HOWLEY, 2000). É o índice fisiológico que mensura de forma mais precisa a potência aeróbia, ou seja, é a medida da quantidade máxima de energia que pode ser produzida pelo metabolismo aeróbio em uma determinada unidade de tempo (DENADAI, 2004). Além disso, é um dos mais relevantes parâmetros para se identificar a eficácia do sistema cardiorrespiratório e também um importante determinante fisiológico para avaliação da *performance* (BRANDON, 1995; MIDGLEY et al, 2007).

O tempo de exercício sustentado em ou perto do $VO_2\text{max}$ tem sido indicado como um importante estímulo para promover melhorias na potência aeróbia máxima ($VO_2\text{max}$) (WENGER; BELL, 1986; LAURSEN; JEKINS, 2002; MIDGLEY; NAUGHTON, 2006; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; RONNESTAD et al., 2014), no entanto, estudos que avaliaram o tempo de sustentação em altos percentuais do $VO_2\text{max}$ durante sessões de treinamento são escassos na literatura.

O estudo de O'Brien et al. (2008) comparou as respostas agudas de VO_2 em um protocolo de corrida contínua moderada (20 min a 75% $vVO_2\text{max}$) com dois protocolos de corrida intermitente de alta intensidade (5 repetições de 2 min e 10 repetições de 1 min à 100%

$vVO_2\max$ intercaladas por 2 e 1 min de intervalo de recuperação ativa à 50% $vVO_2\max$, respectivamente), e verificou que o tempo de permanência acima de 90% $VO_2\max$ foi maior para ambos os modelos de corrida intermitente comparados ao modelo de exercício contínuo.

Neste sentido, o TI em intensidades do domínio severo, aparece como uma interessante estratégia para se obter maior tempo de exercício em ou perto do $VO_2\max$ (TURNES et al., 2016). O estudo de Bacon et al. (2013) mostrou que para pessoas saudáveis os intervalos de exercício em alta intensidade com duração de 3-5 minutos são os mais indicados para se obter melhorias no $VO_2\max$, já para atletas, o estudo de Ronnestad et al. (2014) demonstrou que o indicado são intervalos de esforço mais curtos (i.e., 30 s). Se tratando de intervalo de recuperação, o modo ativo em intensidade submáxima tem sido recomendado em casos no qual o intervalo de recuperação seja maior do que 30 s, visando maior tempo de sustentação em altos percentuais do $VO_2\max$ (BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a).

Millet et al. (2003) compararam três modelos de sessões de corrida intermitente (30 s – 30 s; 60 s – 30 s; $\frac{1}{2} T_{lim} - \frac{1}{2} T_{lim}$) alternando a intensidade entre 100% e 50% da $vVO_2\max$, com duração de 3 vezes o T_{lim} , e concluíram que o tempo de permanência acima de 90% $VO_2\max$, assim como os valores de FC, foram significativamente maiores para as sessões 60 s – 30 s e $\frac{1}{2} T_{lim} - \frac{1}{2} T_{lim}$ em comparação com a sessão 30 s – 30 s. Em um estudo comparando um modelo de exercício de corrida intervalada (30 s à 100% $vVO_2\max$ - 30 s à 50% $vVO_2\max$) com um modelo de corrida contínua na intensidade do $\Delta 50$ (i.e., $vLL + 50\%$ da diferença entre vLL e $vVO_2\max$), Billat et al. (2000) verificaram que o tempo de exercício sustentado no $VO_2\max$ foi maior para o modelo intervalado em relação ao contínuo.

A recuperação ativa tem se mostrado atraente por reduzir o tempo necessário para o atingimento do $VO_2\max$ e, desta forma, aumentar a contribuição do metabolismo aeróbio durante o exercício (DORADO et al., 2004). Com estímulos realizados sucessivamente (uma única série) composta de 5 repetições de 5 min à 90% $vVO_2\max$ com intervalo de recuperação ativo entre as repetições de 2,5 min à 45% $vVO_2\max$, Demarie et al. (2000) relataram um longo $t_{90\% VO_2\max}$, em corredores de longa distância.

De Aguiar et al. (2013), comparou em seu estudo três sessões de exercício intermitente até a exaustão (30 s de exercício à 105%, 125% e 125-105% da velocidade crítica intermitente, intercalados por 15 s de recuperação passiva). O modelo 125-105% caracterizado como estratégia de distribuição da intensidade IR, obteve maior tempo de

permanência acima de 95% VO_2max em comparação aos modelos 105% e 125%. Já a [Lac] foi maior no modelo de carga constante à 125% ICV com relação aos demais modelos testados pelos autores. Zadow et al. (2015) compararam três diferentes tipos de TI em cicloergômetro (*all-out*, e duas diferentes estratégias de distribuição da intensidade: uma controlada pelo computador e outra controlada pelo atleta de acordo com a potência média atingida no modelo *all-out*), sendo realizados 3 min de esforço intercalados por 3 min de recuperação ativa. O tempo de permanência acima de 85% VO_2max foi maior para o modelo *all-out* em comparação com os dois modelos de estratégias de distribuição da intensidade. O tempo de permanência entre 81% e 90% da FCmax não foi estatisticamente diferente entre os modelos intermitente longo, intermitente curto e contínuo pesado no estudo desenvolvido por Zafeiridis et al. (2010).

De acordo com Turnes et al. (2016), a razão mais relevante para a realização de treinamentos intervalados em intensidades do domínio severo é proporcionar o atingimento do VO_2max . Intensidades de exercício mais elevadas, proporcionando um tempo considerável de atingimento de pelo menos 90% VO_2max durante o exercício, podem levar à um maior estresse metabólico e cardiorrespiratório, promovendo adaptações centrais e periféricas, bem como uma melhora na performance (LAURSEN; JENKINS, 2002; DAUSSIN et al., 2007). Entre estas adaptações centrais, o aumento do débito cardíaco parece ser um resultado de um aumento do volume sistólico que acaba acarretando em um maior fornecimento de oxigênio para a musculatura em trabalho (LAURSEN; JENKINS, 2002; BONNE et al., 2014; LUNDBY; ROBACH 2015). Estas alterações provocam uma resposta mais rápida da cinética de VO_2 e um menor déficit de oxigênio que podem contribuir para uma maior participação da via aeróbia no início do exercício e uma consequente redução na participação das vias anaeróbias (KOPPO et al., 2004; LUNDBY; ROBACH 2015). Há também uma maior concentração de adenosina difosfato (ADP), fosfato inorgânico (Pi) e cálcio (Ca_2^+), que sinalizam para o aumento do metabolismo oxidativo nessa condição (ROSSITER et al., 2002).

Apesar disso, estudos verificando o tempo de sustentação do exercício em altos percentuais do VO_2max utilizando diferentes estratégias de distribuição da intensidade (C, IL e IR) durante sessões de treinamento são escassos na literatura e alguns questionamentos ainda podem ser feitos, como por exemplo, existe diferença no tempo de permanência acima de 90% VO_2max durante sessões de TI utilizando as diferentes estratégias de distribuição da intensidade?

3. MATERIAIS E MÉTODO

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO ESTUDO

O presente estudo pode ser classificado quanto a sua natureza como sendo uma pesquisa aplicada, pois possui como objetivo gerar conhecimentos para a aplicação prática e dirigida para solucionar problemas específicos. Quanto à abordagem do problema, o estudo é considerado uma pesquisa quantitativa, visto que os dados foram quantificados para serem classificados e analisados. Quanto aos objetivos o estudo classifica-se como quase-experimental, pois sua forma de amostragem não foi aleatória. Já em relação aos procedimentos técnicos a presente pesquisa qualifica-se como empírica (SANTOS et al., 2011).

3.2 SUJEITOS DO ESTUDO

A seleção dos sujeitos foi do tipo intencional não probabilística, sendo a amostra composta por 10 indivíduos fisicamente ativos com idade entre 19 e 34 anos, todos do sexo masculino (tabela 1). Foram considerados fisicamente ativos os indivíduos que atenderam as recomendações do *American College of Sports Medicine* para a prática de exercícios físicos (ACSM, 2011).

Tabela 2 – Média e desvio padrão (\pm DP) referentes às características dos sujeitos do estudo (n=10).

Variáveis	Média \pm DP
Idade (anos)	27,6 \pm 5,0
Massa corporal (kg)	80,2 \pm 14,1
Estatura (cm)	178,8 \pm 5,8
% de gordura	12,2 \pm 6,1
VO ₂ max (ml.kg ⁻¹ .min ⁻¹)	48,4 \pm 8,1
VO ₂ max (L.min ⁻¹)	3,8 \pm 0,5

Nota: VO₂max = consumo máximo de oxigênio.

3.3 INSTRUMENTOS DE MEDIDA

3.3.1 Obtenção das variáveis antropométricas

A massa corporal foi medida através de uma balança eletrônica com resolução de 100g (Toledo, Minas Gerais, Brasil). A estatura foi

medida através de um estadiômetro com resolução de 1mm (Sanny, São Paulo, Brasil). Para a mensuração das dobras cutâneas foi utilizado um adipômetro científico com resolução de 1mm (Cescorf, Porto Alegre, Brasil).

3.3.2 Obtenção das variáveis fisiológicas

Todos os testes e protocolos de treinamento foram realizados em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética com sistema computadorizado de registro dos dados (Excalibur Sport, Lode BV, Groningen, Holanda).

A mensuração das variáveis respiratórias foi realizada pelo analisador de gases (Quark PFTergo, Cosmed, Rome, Itália) que mede a troca de gases respiração a respiração. O fluxo e o volume do ar expirado são medidos por uma turbina digital bidirecional que assegura uma grande exatidão dentro de uma escala larga de fluxo (até 20 L.s⁻¹). O sistema do Quark CPET foi calibrado periodicamente antes de cada teste para assegurar as medidas exatas do ar ambiente, do gás do cilindro, da turbina e do *delay*, de acordo com as recomendações do fabricante.

A dosagem das concentrações de lactato sanguíneo [Lac], coletado no lóbulo da orelha por meio do capilar heparinizado e armazenado em microtúbulos de polietileno com tampa (tipo Eppendorff), foi realizada pelo analisador eletroquímico (YSL 2700 STAT, Yellow Springs, Ohio, EUA) com precisão de 2%. O aparelho foi calibrado antes da realização da leitura como determina o fabricante.

O monitoramento da frequência cardíaca foi realizado por meio de um cardiofrequencímetro (Polar, modelo S610i, EUA), sincronizado ao analisador de gases Cosmed modelo Quark CPET, permitindo o registro e o armazenamento da FC.

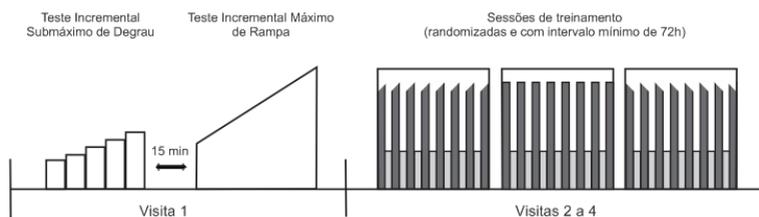
A percepção subjetiva de esforço foi avaliada através da escala de PSE adaptada (CR-10) por Foster et al. (2001). Para a utilização da escala, primeiramente o avaliador deverá instruir o avaliado para que ele tenha conhecimento de que o valor máximo (10) deverá ser comparado ao maior esforço já experimentado por ele e o valor mínimo (0) corresponde a condição de repouso absoluto.

3.4 PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

Cada participante realizou 4 visitas ao laboratório, tendo cada um concluído o experimento em 2 semanas. Na primeira visita, os

indivíduos foram submetidos a uma avaliação antropométrica para a caracterização da amostra e em seguida realizaram um teste incremental submáximo para a determinação do limiar de lactato (LL) e um teste incremental máximo de rampa para determinação do consumo máximo de oxigênio (VO_2max) e da potência pico (Ppico). Nas próximas três visitas realizaram randomicamente cada um dos protocolos de uma sessão de treinamento, com diferentes formas de distribuição da intensidade. (Figura 2). Todos os testes foram realizados em um mesmo período do dia, com no mínimo 72h de intervalo entre cada um deles. Além disso, os sujeitos foram instruídos a abster-se de atividades extenuantes ou vigorosas no período das avaliações. Em adição, foram também instruídos a comparecerem bem alimentados e hidratados nas visitas ao laboratório.

Figura 2 – Ilustração sistemática do desenho experimental.



Fonte: desenvolvido pela autora.

3.5 COLETA DE DADOS

Antes de iniciarem os procedimentos para a coleta de dados os sujeitos foram informados textual e verbalmente sobre os objetivos e métodos deste estudo, para então assinarem o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal de Santa Catarina (CEPSH-UFSC), sob o parecer de número 1.097.372.

Os dados foram coletados no Laboratório de Esforço Físico (LAEF) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) no primeiro e segundo semestre de 2015.

3.6 PROCEDIMENTOS PARA A COLETA DE DADOS

3.6.1 Avaliação antropométrica

As variáveis antropométricas mensuradas foram: massa corporal, estatura e percentual de gordura (%G). Para a determinação do %G, primeiramente foi quantificada a densidade corporal (D) a partir da equação específica para o sexo masculino (equação 1), proposta por Jackson e Pollock (1978) utilizando sete dobras cutâneas (DC) (peitoral, axilar média, tricípital, subescapular, abdominal, supra-ílica e coxa) e duas circunferências (abdominal (CAB) e antebraço (CAT)). Em seguida, essa variável foi utilizada para estimar o %G por meio da equação (equação 2) de Siri (1961).

$$D = 1,1010 - 0,00041150 (\sum 7DC) + 0,00000069 (\sum 7DC)^2 - 0,000059239 (CAB) + 0,000190632 (CAT) \quad (1)$$

$$\%G = (495/D) - 450 \quad (2)$$

3.6.2 Teste incremental

Inicialmente, cada sujeito realizou um teste incremental submáximo com carga inicial de 60 W e incrementos de 20 W a cada 3 min (duração do estágio). Ao final de cada estágio foram coletados 25 µL de sangue do lóbulo da orelha para dosagem do lactato sanguíneo ([Lac]). Foram realizados de 4 a 5 estágios, suficientes para determinar o LL. Na sequência, após um intervalo de 15 min, foi realizado um teste incremental máximo de rampa para determinação do VO₂max e Ppico. O protocolo iniciou com 90% LL durante 5 min seguido de incremento em uma taxa de 25 W/min até a exaustão voluntária. No momento da exaustão foi coletado 25 µL de sangue do lóbulo da orelha para a determinação do valor de concentração de lactato pico ([Lac]pico). As variáveis cardiorrespiratórias foram mensuradas integralmente durante todo o protocolo, sendo os dados reduzidos para médias de 15 s. O VO₂max foi determinado como o maior valor obtido nesses intervalos de 15 s, porém, caso houvesse a observância de platô foi definido como sendo a média do minuto final de exercício (DAY et al., 2003). Para considerar que, durante o teste, os indivíduos realizaram o máximo esforço e atingiram o VO₂max, foram adotados os critérios: (1) Razão de troca respiratória (R) maior que 1,1; (2) [Lac] maior que 8 mmol.L⁻¹; (3) Frequência cardíaca atingida no final do teste maior ou igual a 90%

da máxima predita (HOWLEY; BASSET; WELCH, 1995; CAPUTO; DENADAI, 2008). A Ppico foi considerada como a mais alta potência alcançada durante o protocolo em que foi possível manter a cadência estipulada. As concentrações de lactato foram plotadas em função da intensidade, e o LL foi considerado como a intensidade de exercício correspondente ao primeiro e sustentado aumento da [Lac] acima dos valores de repouso (MACHADO et al., 2006; CAPUTO; DENADAI, 2009). Em ambos os protocolos, a cadência foi mantida entre 70-80 rpm.

3.6.3 Sessões de treinamento

Inicialmente os sujeitos realizaram um aquecimento de 5 min no LL, seguido por 5 min de repouso no cicloergômetro. A seguir, pedalarão por 3 min a 20 W, com uma transição abrupta para uma das seguintes condições experimentais (Figura 3):

1) Constante (C): 8 repetições de 1 min de carga constante à 100% Ppico, com 1 min de intervalo de recuperação ativo à 80% LL entre as repetições;

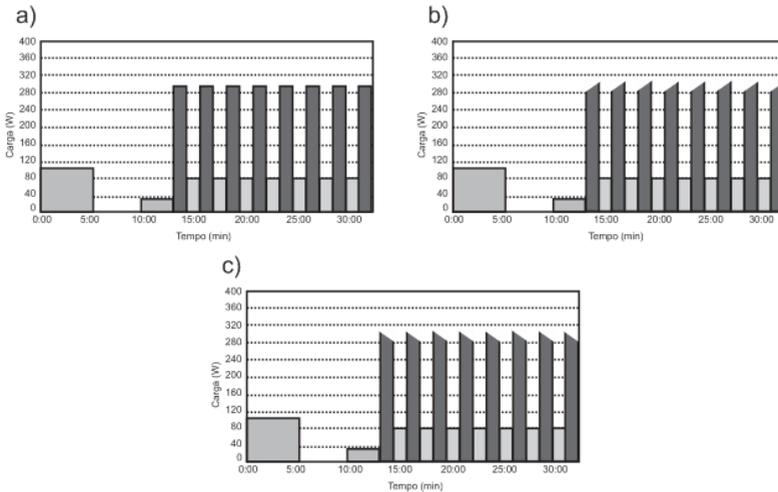
2) Início Lento (IL): 8 repetições de 1 min de carga incremental, sendo cada repetição com carga inicial de 90% Ppico aumentando linearmente até atingir 110% Ppico, com 1 min de intervalo de recuperação ativo à 80% LL entre as repetições;

3) Início Rápido (IR): 8 repetições de 1 min de carga decremental, sendo cada repetição com carga inicial de 110% Ppico diminuindo linearmente até atingir 90% Ppico, com 1 min de intervalo de recuperação ativa à 80% LL entre as repetições.

Cada sujeito realizou apenas uma sessão de treino em cada uma das condições de distribuição da intensidade de exercício. A FC e o VO_2 foram monitorados durante todo o protocolo em todas as sessões por meio de um cardiofrequencímetro (Polar, modelo S610i, EUA), permitindo o registro do comportamento da FC a cada 5s, e por um analisador de gases (Quark PFTergo, Cosmed, Rome, Itália), permitindo a coleta respiração a respiração. Foram coletados 25 μl de lactato sanguíneo no início (em repouso), após a 5ª repetição e ao final de cada sessão de treinamento. Os sujeitos realizaram as sessões mantendo uma cadência entre 70-80 rpm. As baixas cadências de pedalada (50-60 rpm) são mais econômicas e eficientes que as altas cadências (>90 rpm) (MARSH; MARTIN, 1997; MARSH; MARTIN; FOLEY, 2000; LUCIA et al., 2004), contudo, a faixa de cadência adotada em nosso estudo é considerada como ideal em termos de consumo de oxigênio

para a maioria dos seres humanos (DIAS; LIMA; NOVAES, 2007). Os modelos de treino foram projetados para que o trabalho total fosse o mesmo nos três modelos de treino.

Figura 3 – Modelos de treino propostos, com diferentes formas de distribuição da intensidade, sendo: a) Constante (C) b) Início Lento (IL); c) Início Rápido (IR). Exemplo representativo de um sujeito.



Fonte: desenvolvido pela autora.

3.6.4 Tratamento e análise dos dados

A análise e tratamento dos dados foram realizadas nos programas *OriginPro* (versão 8.0) e *GraphPad Prism* (versão 5.0). Os dados de respiração a respiração (VO_2) foram importados para o programa *OriginPro* e inicialmente foram examinados para excluir dados extremos causados por suspiros, tosses, etc. Em seguida foi realizada uma média móvel a cada três pontos e na sequência os dados foram interpolados linearmente para gerar valores de segundo a segundo (JONES; POOLE, 2005; BURNLEY et al., 2001). O mesmo foi feito com os dados de FC. Para a determinação do $t_{90\%}VO_2max$ e $t_{90\%}FCmax$, foram feitos gráficos de dispersão para cada intervalo de trabalho seguido de período de recuperação (120 s) e manualmente foi encontrado o ponto correspondente ao momento onde 90% do VO_2max ou $FCmax$ foi atingido, sendo considerado como critério para este momento quando três pontos consecutivos encontravam-se dentro do

valor correspondente. O mesmo critério foi adotado para o tempo da fase de recuperação, onde foi identificado o momento em que o valor correspondente à 90% teve seu último ponto e a partir dali três pontos consecutivos encontravam-se fora do valor determinado. Os valores pico de VO_2 e FC foram determinados nestes mesmos gráficos, sendo considerado o maior valor atingido durante cada intervalo de trabalho. O TVO_2 foi determinado no programa *GraphPad Prism*. Os dados em segundo a segundo foram importados, e o *baseline* de cada sessão foi definido como a média correspondente aos três minutos de carga constante (20 W) que antecederam a sessão de treino. Este valor de *baseline* foi utilizado como ponto de corte para o cálculo da área abaixo da curva (*area under the curve (AUC)*). Os valores percentuais médios de VO_2 e FC de cada sessão de treino foram determinados através da média dos valores pico de cada intervalo de trabalho e dos menores valores atingidos na fase de recuperação.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística dos dados foi realizada no *software Statistical Package for Social Sciences* (SPSS Inc. versão 17.0. Chicago, IL, EUA) e apresentado utilizando a estatística descritiva, média e desvio padrão. O teste de Shapiro-Wilk ($n < 50$) foi realizado para verificar a normalidade dos dados. Foi utilizada a análise de variância (ANOVA) *one-way* de medidas repetidas para testar as possíveis diferenças nas variáveis relacionadas às diferentes estratégias de distribuição de intensidade (C, IL, IR). A ANOVA *two-way* de medidas repetidas foi utilizada para identificar possíveis diferenças entre as estratégias de distribuição da intensidade e entre os estímulos. Quando houve diferença, a análise *post hoc* de Tukey foi realizada. Nível de significância adotado de $p \leq 0,05$.

4. RESULTADOS

As variáveis fisiológicas obtidas durante o teste incremental estão apresentadas na tabela 2.

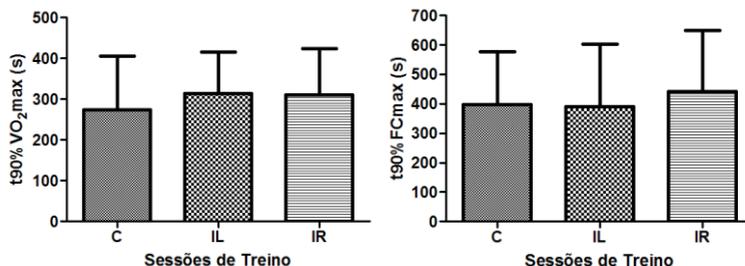
Tabela 2 – Valores descritivos das variáveis fisiológicas obtidas durante o teste incremental.

Variáveis	Média ± DP	Mínimo	Máximo
FCmax (bpm)	186 ± 10	173	201
[Lac]pico (mmol.L ⁻¹)	10,0 ± 2,2	7,3	14,8
VO ₂ max (L.min ⁻¹)	3,8 ± 0,5	2,8	4,6
Ppico (W)	327 ± 39	250	390
LL (W)	110 ± 30	80	160

Nota: FCmax = Frequência cardíaca máxima; [Lac]pico = Pico de concentração de lactato sanguíneo; VO₂max = Consumo máximo de oxigênio, Ppico = Potência pico, LL = Limiar de lactato.

O trabalho total (média ± DP) foi o mesmo para os três modelos de distribuição da intensidade de exercício (193,51 ± 28,55 KJ). O tempo de exercício sustentado acima de 90% do VO₂max (t90% VO₂max) para as sessões de treino C, IL e IR foi respectivamente 274 ± 132 s, 313 ± 102 s e 310 ± 113 s. Para o tempo de permanência em exercício acima de 90% da FCmax (t90%FCmax) os valores foram 396 ± 180 s, 390 ± 212 s e 441 ± 207 s para as distribuições de carga C, IL e IR, respectivamente. Não houve diferença significativa entre as diferentes formas de distribuição da intensidade tanto para o t90% VO₂max (F = 1,050; p 0,370) como para o t90%FCmax (F = 0,775; p 0,475) (Figura 4).

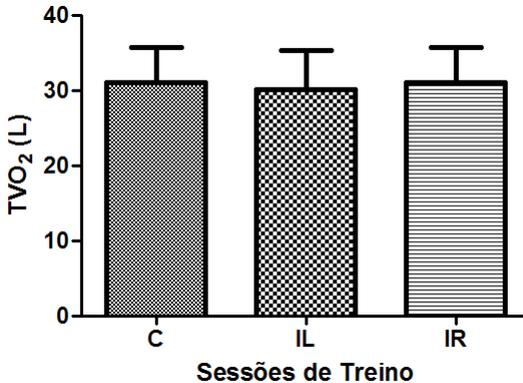
Figura 4 – Média ± DP dos valores de tempo de exercício sustentado acima de 90% do VO₂max (t90% VO₂max) e acima de 90% da FCmax (t90%FCmax).



Fonte: desenvolvido pela autora.

A figura 5 mostra o total de O_2 consumido (TVO_2) nas sessões de treinamento ($C = 31,02 \pm 4,66$ L; $IL = 30,13 \pm 5,22$ L; $IR = 31,04 \pm 4,67$ L). Não teve diferença significativa entre as cargas ($F = 0,877$; $p = 0,433$) para o TVO_2 .

Figura 5 – Média \pm DP do total de VO_2 consumido nos três modelos de distribuição da carga.



Fonte: desenvolvido pela autora.

A tabela 3 apresenta os valores absolutos de pico de VO_2 (VO_{2pico}) de cada intervalo de trabalho. Dentro de um mesmo tipo de sessão de treino, houve diferença significativa no VO_{2pico} entre os intervalos de trabalho ($F = 93,82$; $p < 0,001$). Dentro de um mesmo intervalo de trabalho, houve diferença significativa entre os diferentes modelos de treino para o VO_{2pico} ($F = 5,33$; $p = 0,02$). Houve interação entre intervalo de trabalho e tipo de sessão de treino, para o VO_{2pico} ($F = 1,87$; $p = 0,03$).

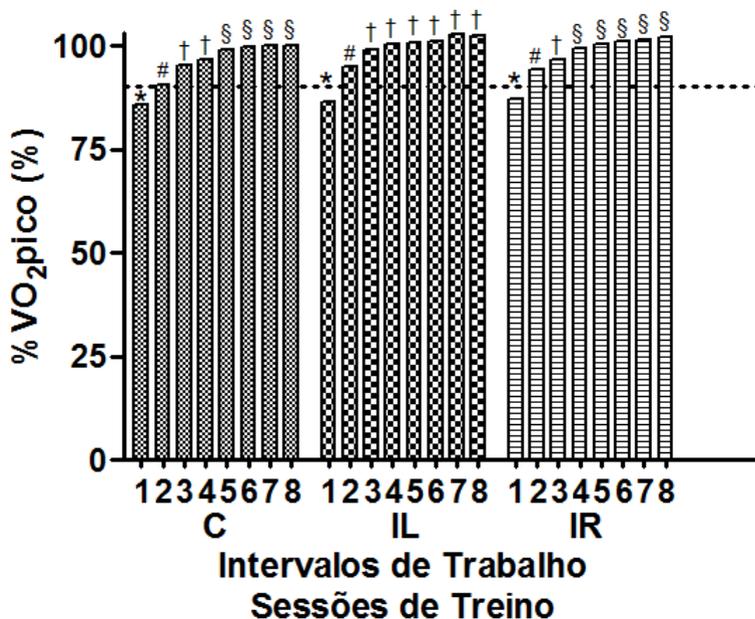
Os valores relativos de VO_{2pico} ($\%VO_{2pico}$) de cada intervalo de trabalho estão apresentados nas figuras 6 e 7. Dentro de um mesmo tipo de sessão de treino, houve diferença significativa entre os intervalos de trabalho ($F = 112,08$; $p < 0,001$) (Figura 6). Dentro de um mesmo intervalo de trabalho, houve diferença significativa entre as sessões de treino ($F = 4,96$; $p = 0,02$) (Figura 7). Houve interação entre intervalo de trabalho e tipo de sessão de treino (IL e IR) ($F = 1,97$; $p = 0,02$) (Figura 7).

Tabela 3 – Média \pm DP do VO_2 pico de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.

Intervalo de trabalho	Constante ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)	Início Lento ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)	Início Rápido ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$)
1	3,26 \pm 0,37 ^{aA}	3,30 \pm 0,41 ^{aA}	3,31 \pm 0,37 ^{aA}
2	3,45 \pm 0,38 ^{aB}	3,61 \pm 0,42 ^{bB}	3,58 \pm 0,38 ^{bB}
3	3,63 \pm 0,40 ^{aC}	3,77 \pm 0,41 ^{bC}	3,69 \pm 0,38 ^{abC}
4	3,68 \pm 0,40 ^{aC}	3,82 \pm 0,42 ^{bC}	3,78 \pm 0,44 ^{abD}
5	3,76 \pm 0,37 ^{aD}	3,84 \pm 0,41 ^{aC}	3,83 \pm 0,45 ^{aD}
6	3,80 \pm 0,43 ^{aD}	3,84 \pm 0,40 ^{aC}	3,85 \pm 0,43 ^{aD}
7	3,81 \pm 0,44 ^{aD}	3,88 \pm 0,44 ^{abC}	3,87 \pm 0,45 ^{aD}
8	3,81 \pm 0,42 ^{aD}	3,90 \pm 0,44 ^{abC}	3,89 \pm 0,44 ^{aD}

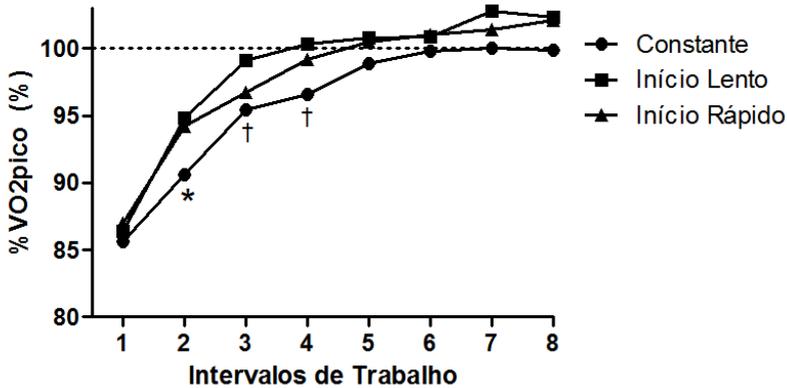
Nota: Letras minúsculas iguais não tem diferença entre os tipos de sessão de treino para um mesmo intervalo de trabalho; Letras maiúsculas iguais não tem diferença entre os intervalos de trabalho de um mesmo tipo de sessão de treino.

Figura 6 – Valores relativos do pico de VO_2 (% VO_2 pico) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento. Símbolos iguais não diferem estatisticamente entre os intervalos de trabalho em uma mesma sessão de treino. A linha pontilhada corresponde à 90%.



Fonte: desenvolvido pela autora.

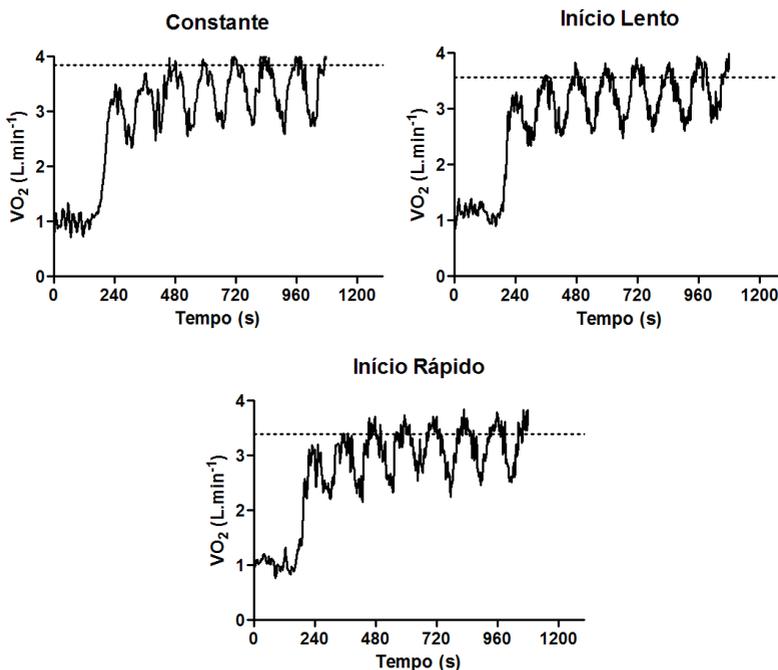
Figura 7 – Valores relativos do pico de VO_2 ($\% \text{VO}_{2\text{pico}}$) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento. * diferente significativamente em relação aos modelos IL e IR ($p < 0,05$). † diferente significativamente em relação ao modelo IL ($p < 0,05$).



Fonte: desenvolvido pela autora.

A figura 8 apresenta o comportamento do VO_2 (segundo por segundo) de sujeitos representativos nas três diferentes sessões de treinamento. Na sessão C, o $\text{VO}_{2\text{max}}$ foi diferente significativamente do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ nos intervalos de trabalho 1 e 2 ($F = 34,107$; $p < 0,001$). Em ambas as sessões de treino IL e IR, o $\text{VO}_{2\text{max}}$ diferiu significativamente do $\text{VO}_{2\text{pico}}$ somente no intervalo de trabalho 1 ($F = 44,344$; $p < 0,001$; $F = 45,784$; $p < 0,001$; respectivamente).

Figura 8 – Comportamento do VO_2 (segundo por segundo) de sujeitos representativos durante as sessões de treinamento. A linha pontilhada representa o VO_2max dos sujeitos.



Fonte: desenvolvido pela autora.

Os valores absolutos dos picos de FC (FC_{pico}) de cada intervalo de trabalho nas três diferentes sessões de treino estão apresentados na tabela 4. Dentro de um mesmo tipo de sessão de treino, houve diferença significativa entre os intervalos de trabalho para a FC_{pico} ($F = 117,38$; $p < 0,001$). Dentro de um mesmo intervalo de trabalho, não houve diferença significativa para a FC_{pico} entre os tipos de sessão de treino ($F = 1,31$; $p 0,29$). Não foi observada interação entre intervalo de trabalho e tipo de sessão de treino ($F = 0,85$; $p 0,61$) para a FC_{pico} .

As figuras 9 e 10 representam os valores percentuais de FC_{pico} ($\% \text{FC}_{\text{pico}}$) para cada intervalo de trabalho de cada uma das diferentes sessões de treinamento. Houve diferença significativa entre os intervalos de trabalho dentro de um mesmo tipo de sessão de treino ($F = 122,76$; $p < 0,001$) (Figura 9). Não houve diferença significativa entre as sessões de treino dentro de um mesmo intervalo de trabalho ($F = 1,23$; $p 0,31$)

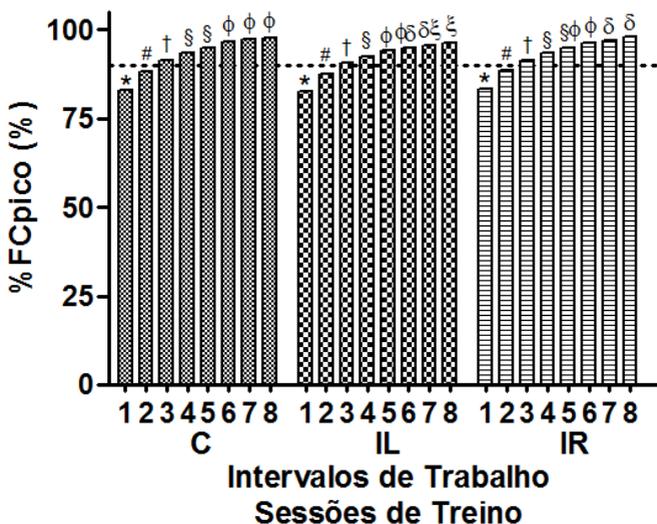
(Figura 9). Não houve interação entre intervalo de trabalho e tipo de sessão de treino ($F = 0,96$; $p 0,50$) (Figura 10).

Tabela 4 – Média \pm DP da FCpico de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.

Intervalo de trabalho	Constante (bpm)	Início Lento (bpm)	Início Rápido (bpm)
1	154 \pm 11 ^A	154 \pm 14 ^A	155 \pm 13 ^A
2	164 \pm 10 ^B	163 \pm 13 ^B	165 \pm 13 ^B
3	170 \pm 10 ^C	169 \pm 13 ^C	170 \pm 12 ^C
4	174 \pm 11 ^D	172 \pm 13 ^D	174 \pm 13 ^D
5	176 \pm 12 ^E	175 \pm 12 ^E	177 \pm 12 ^D
6	180 \pm 12 ^F	177 \pm 13 ^F	179 \pm 12 ^E
7	181 \pm 12 ^F	178 \pm 13 ^G	181 \pm 13 ^{EF}
8	181 \pm 12 ^F	179 \pm 13 ^G	182 \pm 13 ^F

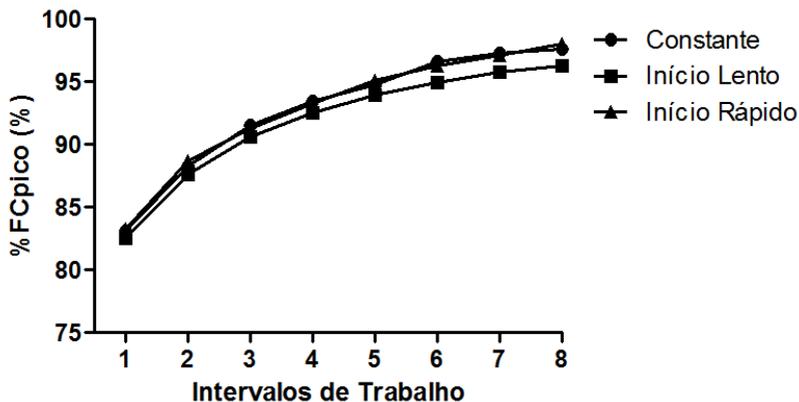
Nota: Letras maiúsculas iguais não tem diferença entre os intervalos de trabalho de um mesmo tipo de sessão de treino.

Figura 9 – Valores relativos do FCpico (%FCpico) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento. Símbolos iguais não diferem estatisticamente entre os intervalos de trabalho em uma mesma sessão de treino. A linha pontilhada corresponde à 90%.



Fonte: desenvolvido pela autora.

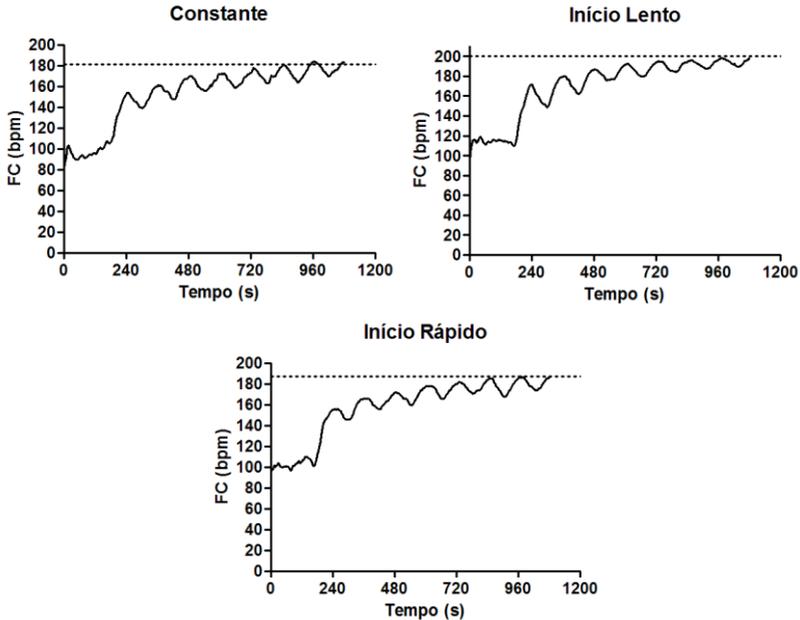
Figura 10 – Valores relativos do FCpico (%FCpico) para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treinamento.



Fonte: desenvolvido pela autora.

A figura 11 apresenta o comportamento FC (segundo por segundo) de sujeitos representativos nas três diferentes sessões de treinamento. Na sessão de treino IL, a FCmax só não diferiu significativamente da FCpico nos intervalos de trabalho 7 e 8 ($F = 74,518$; $p < 0,001$). Nas sessões C e IR, a FCmax foi diferente significativamente da FCpico nos intervalos de trabalho 1, 2, 3, 4 e 5 (C: $F = 112,321$; $p < 0,001$; IR: $F = 79,615$; $p < 0,001$).

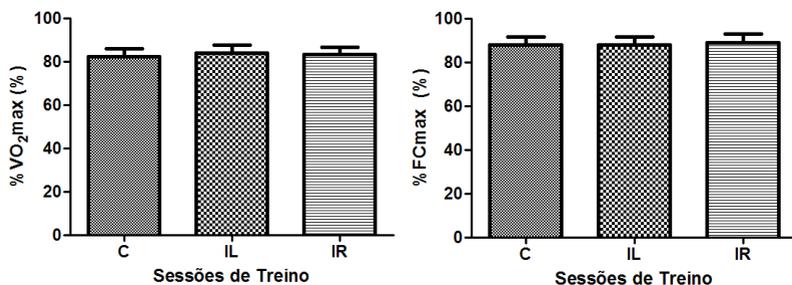
Figura 11 – Comportamento do FC (segundo por segundo) de sujeitos representativos durante as sessões de treinamento. A linha pontilhada representa a FCmax dos sujeitos.



Fonte: desenvolvido pela autora.

Os valores relativos das médias de cada sessão de treinamento do $VO_2\text{max}$ ($\%VO_2\text{max}$) foram $82,4 \pm 3,7 \%$, $84,7 \pm 3,7 \%$ e $83,2 \pm 3,6 \%$ para as sessões C, IL e IR respectivamente. Para a $FC\text{max}$ ($\%FC\text{max}$) estes valores foram $87,9 \pm 3,5 \%$, $88,0 \pm 4,1 \%$ e $89,0 \pm 3,9 \%$ respectivamente para as sessões C, IL e IR. Não foi observado efeito do tipo de distribuição da intensidade de exercício no $\%VO_2\text{max}$ médio da sessão de treino ($F = 1,649$; $p 0,220$). Não houve diferença significativa entre as sessões de treino para o $\%FC\text{max}$ média da sessão de treino ($F = 0,793$; $p 0,467$) (Figura 12).

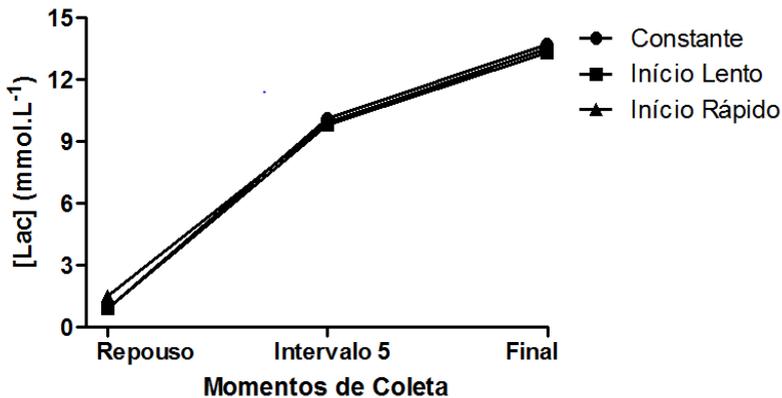
Figura 12 – Média \pm DP dos valores relativos médios do VO_2max ($\% \text{VO}_2\text{max}$) e da FCmax ($\% \text{FCmax}$) de cada sessão de treinamento. Observe que estes valores percentuais médios são resultado da sessão como um todo, incluindo os intervalos de trabalho e os intervalos de recuperação.



Fonte: desenvolvido pela autora.

Os valores de concentração de lactato sanguíneo ($[\text{Lac}]$) nos momentos de coleta, repouso ($0,9 \pm 0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$; $0,9 \pm 0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$; $1,1 \pm 0,2 \text{ mmol.L}^{-1}$), após o quinto intervalo de trabalho ($10,1 \pm 1,5 \text{ mmol.L}^{-1}$; $9,8 \pm 2,0 \text{ mmol.L}^{-1}$; $9,9 \pm 1,9 \text{ mmol.L}^{-1}$) e ao final da sessão de treino ($13,7 \pm 1,6 \text{ mmol.L}^{-1}$; $13,3 \pm 1,7 \text{ mmol.L}^{-1}$; $13,5 \pm 2,3 \text{ mmol.L}^{-1}$) para as sessões C, IL e IR respectivamente, estão apresentados na figura 13. Em um mesmo tipo de sessão de treino houve diferença significativa nas $[\text{Lac}]$ entre todos os momentos de coleta nas sessões de treinamento ($F = 416,95$; $p < 0,001$). Em um mesmo momento (repouso, intervalo de trabalho 5, final) não houve diferença significativa nas $[\text{Lac}]$ entre os diferentes tipos de treino ($F = 0,29$; $p > 0,75$) (Tabela 5). Não houve interação entre $[\text{Lac}]$ nos diferentes momentos de coleta e tipo de sessão de treino ($F = 0,25$; $p > 0,91$) (Figura 13).

Figura 13 – Valores de [Lac] nos três momentos de coleta durante os diferentes modelos de distribuição da carga.



Fonte: desenvolvido pela autora.

A tabela 5 apresenta os valores de percepção subjetiva de esforço para cada intervalo de trabalho em cada uma das sessões de treino. Dentro de um mesmo tipo de sessão de treino, houve diferença entre os intervalos de trabalho ($F = 259,74$; $p < 0,001$). Dentro de um mesmo intervalo de trabalho não houve diferença entre as sessões de treino ($F = 0,32$; $p 0,73$). Não teve interação entre intervalo de trabalho e tipo de sessão de treino ($F = 0,81$; $p 0,65$).

Tabela 5 – Média \pm DP da PSE de cada intervalo de trabalho nos três modelos de distribuição da carga.

Intervalo de trabalho	Constante	Início Lento	Início Rápido
1	3,6 \pm 1,4 ^A	3,7 \pm 0,8 ^A	3,7 \pm 0,9 ^A
2	4,5 \pm 1,3 ^A	5,0 \pm 0,7 ^B	4,6 \pm 1,3 ^B
3	5,4 \pm 1,2 ^B	5,7 \pm 0,9 ^C	5,7 \pm 1,0 ^C
4	6,5 \pm 1,1 ^C	7,1 \pm 1,1 ^D	6,6 \pm 1,3 ^{CD}
5	7,7 \pm 0,8 ^D	7,9 \pm 0,7 ^D	7,9 \pm 1,0 ^D
6	9,0 \pm 0,8 ^E	8,8 \pm 0,8 ^E	8,8 \pm 0,9 ^E
7	9,6 \pm 0,5 ^E	9,6 \pm 0,5 ^{EF}	9,7 \pm 0,7 ^F
8	10,0 \pm 0,0 ^E	10,0 \pm 0,0 ^F	10,0 \pm 0,0 ^F

Nota: Letras maiúsculas iguais não tem diferença entre os intervalos de trabalho de um mesmo tipo de sessão de treino.

5. DISCUSSÃO

O principal objetivo deste estudo foi comparar o efeito de diferentes formas de distribuição da intensidade de exercício durante sessões de treino intervalado em cicloergômetro no tempo de permanência acima de 90% do VO_2max ($t90\% \text{VO}_2\text{max}$) em indivíduos fisicamente ativos. Assim, foram testados três diferentes modelos de treinamento com diferentes tipos de distribuição da intensidade: Constante (C), Início Lento (IL) e Início Rápido (IR).

Desta forma, a hipótese principal (H1) desta investigação era que o modelo de distribuição da intensidade IR, resultaria em um maior $t90\% \text{VO}_2\text{max}$. Esta hipótese não foi confirmada, visto que não houve diferenças no $t90\% \text{VO}_2\text{max}$ entre os três diferentes modelos de treinamento. Outro resultado do presente estudo foi que as concentrações de lactato sanguíneo ([Lac]), bem como o comportamento da frequência cardíaca (FC), não se alteram dependendo do modelo de treinamento. A percepção subjetiva de esforço (PSE) também não apresentou diferenças entre as diferentes estratégias de distribuição da intensidade. Portanto, as hipóteses H2, H3 e H4 deste estudo também não foram confirmadas. Sendo assim, o principal resultado desta pesquisa foi que independente do tipo de distribuição da intensidade de exercício durante o TI, ou seja, C, IL ou IR, as respostas fisiológicas analisadas ocorrem na mesma magnitude.

A maioria dos estudos envolvendo diferentes formas de distribuição da intensidade, mostram que o modelo IR acarreta em um melhor desempenho durante exercícios de alta intensidade e curta duração realizados até a exaustão, bem como em uma cinética de VO_2 acelerada, proporcionando um atingimento mais rápido do VO_2max e desta forma poupando as reservas anaeróbias durante a fase inicial do exercício físico e conseqüentemente aumentando a participação do metabolismo aeróbio (ABBISS et al., 2008; BISHOP et al., 2002; NOAKES et al., 2005; JONES et al., 2008; BAILEY et al., 2011; TURNES et al., 2014).

O tempo de permanência em altos percentuais do VO_2max durante a realização do exercício tem sido apresentado na literatura como um fator importante para obter adaptações tanto centrais quanto periféricas (WENGER; BELL, 1986; LAURSEN; JEKINS, 2002; MIDGLEY; NAUGHTON, 2006; DE LUCAS; DENADAI; GRECO, 2009; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a; RONNESTAD et al., 2014; TURNES et al., 2016) e os exercícios intervalados em intensidades do domínio severo têm se mostrado mais eficientes em relação aos

contínuos de intensidade moderada quando se trata de sustentar maior tempo de exercício acima de 90% do $VO_2\text{max}$ (O'BRIEN et al., 2008; BACON et al., 2013; RONNESTAD et al., 2014; TURNES et al., 2016). Além disso, os modelos de exercício intervalado com recuperação ativa são mais indicados para manter o exercício em altos percentuais do $VO_2\text{max}$ (DORADO et al., 2004; BUCHHEIT; LAURSEN, 2013a). Contudo, estudos avaliando o tempo de permanência acima de 90% do $VO_2\text{max}$ durante sessões de TI, são escassos na literatura. Ainda, para o nosso conhecimento, estudos verificando o efeito agudo de diferentes formas de distribuição da intensidade de exercício durante o TI no tempo de permanência em altos percentuais do $VO_2\text{max}$, são inexistentes na literatura, o que de certa forma, limita a discussão do nosso trabalho.

De Aguiar et al. (2013) verificaram em seu estudo se a estratégia IR acarretaria em um maior tempo de permanência acima de 95% do $VO_2\text{max}$ ($t95\%VO_2\text{max}$), com relação à outras duas estratégias constantes durante o exercício intervalado. Sete homens ativos desenvolveram três sessões de exercício intervalado que consistiram em 30 s de corrida intercaladas por 15 s de intervalo de recuperação passiva, realizados até a exaustão. Os intervalos de exercício foram executados nas intensidades constantes, 105% da intensidade referente à velocidade crítica (ICV) ($IE_{105\%}$), 125% da ICV ($IE_{125\%}$) e a estratégia IR consistiu em uma variação entre 125% e 105% da ICV (iniciou em 125% da ICV e após um período de tempo pré-determinado passou para 105% da ICV). Os autores encontraram que a estratégia IR resultou em um maior tempo de permanência acima de 95% $VO_2\text{max}$ em comparação às outras duas sessões de exercício, no entanto, as comparações com o modelo $IE_{125\%}$ são limitadas pois este modelo apresentou um $Tlim$ muito reduzido em relação aos outros dois modelos.

Diferente do referido trabalho, o presente estudo não encontrou diferenças entre os modelos de treino no $t90\%VO_2\text{max}$ (Figura 4). Entretanto, os resultados obtidos por de Aguiar et al. (2013) apontam que as diferenças de $t95\%VO_2\text{max}$ ocorreram entre os modelos IR e $IE_{105\%}$ apenas na primeira etapa do exercício, sendo que após a intensidade diminuir para 105% no modelo IR, o $t95\%VO_2\text{max}$ foi semelhante entre os dois modelos. Isso indica que a intensidade de exercício mais elevada possibilitou um atingimento mais rápido do $VO_2\text{max}$ e em consequência, permitiu que o VO_2 permanesse elevado por mais tempo quando a intensidade foi reduzida. Contudo, ao observar o percentual do $t95\%VO_2\text{max}$ (29,3%) em relação ao $Tlim$ ($1,051 \pm 153$ s) da estratégia IR no estudo destes autores e compararmos aos

percentuais de $t90\%VO_{2max}$ (C: 30%, IL, 35% e IR: 34%) em relação ao tempo total de exercício (900 s) de nosso trabalho, podemos perceber que os valores são semelhantes, o que pode indicar que apesar de não termos encontrado diferenças entre os modelos de treino em nosso estudo, todos eles possibilitaram uma boa parcela de tempo durante a sessão em altos percentuais do VO_{2max} , o que pode resultar em uma maior estimulação ao sistema aeróbio. Apesar disso, as comparações são limitadas pelas diferenças na modalidade de exercício e protocolos utilizados.

Com o objetivo de examinar o efeito da duração e da intensidade do intervalo de trabalho no $t95\%VO_{2max}$ durante sessões de corrida intervalada supramáxima, Wakefield e Glaister (2009) avaliaram sete homens fisicamente ativos, que realizaram sessões de exercício intervalado até a exaustão à 105% e 115% da vVO_{2max} com intervalos de trabalho com duração de 20 s, 25 s e 30 s, intercalados por períodos de 20 s de recuperação passiva. Os resultados revelaram não haver diferenças significantes no $t95\%VO_{2max}$ entre as duas intensidades de exercício, no entanto, houve um efeito significativo do tempo de duração do intervalo de trabalho no $t95\%VO_{2max}$, sendo que o modelo de 30 s permitiu maior $t95\%VO_{2max}$ em relação aos modelos de 20 s e 25 s. Apesar de estes estudos apresentarem modelos de exercício intervalado com intervalos de exercício de curta duração (≤ 30 s) que permitem um longo $t95\%VO_{2max}$, Rozenek et al. (2007) mostraram em seu estudo que protocolos de treinamento com intervalos de trabalho mais longos (60 s à 100% da vVO_{2max}) e intervalos de recuperação ativa (15 s à 50% da vVO_{2max}), são mais eficazes do que modelos com intervalos de trabalho com duração de 15 s e 30 s, quando se busca manter maior tempo de uma sessão de treino acima de 90% VO_{2max} .

Concordando com este estudo, Millet et al. (2003) demonstraram que uma corrida intermitente à 100% da vVO_{2max} com maior tempo de intervalo de trabalho (60 s) resultou em um maior $t90\%VO_{2max}$ do que uma corrida com intervalo de trabalho mais curto (30 s). Portanto, apesar de não termos encontrado diferenças no $t90\%VO_{2max}$ entre os modelos de treino, pode-se dizer que a intensidade e a duração dos intervalos de trabalho, bem como o tipo, a duração e a intensidade dos intervalos de recuperação dos modelos utilizados no presente estudo estão adequados aos modelos apresentados na literatura como sendo os mais eficazes em se obter um maior tempo de permanência em altos percentuais do VO_{2max} .

O total de oxigênio consumido (TVO₂) é uma medida de proporção da energia aeróbia do exercício (GASTIN, 2001), ou seja, é

um parâmetro que pode indicar maior ou menor participação do metabolismo aeróbio durante o exercício, portanto, quanto maior o TVO_2 , maiores serão as adaptações aeróbias e as melhorias na resistência aeróbia e *performance* (ZAFEIRIDIS et al., 2010). O estudo de Zafeiridis et al. (2010), comparou dois modelos de exercício intermitente, de longa (3 min à 95% vVO_{2max} com recuperação de 3 min à 35% vVO_{2max}) e curta (30 s à 110% vVO_{2max} com intervalos de recuperação de 30 s à 50% vVO_{2max}) duração, com um modelo contínuo pesado (83% vVO_{2max}) e constatou que o TVO_2 foi maior para os modelos contínuo pesado e intermitente longo em relação ao intermitente curto.

Bailey et al. (2011), com o objetivo de verificar o efeito de diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício na cinética de consumo de oxigênio e na *performance* durante o exercício contínuo de alta intensidade, realizaram um estudo com sete sujeitos ativos do sexo masculino, que pedalarão 3 e 6 min com diferentes modelos de distribuição da intensidade (C, IL e IR). O TVO_2 nos primeiros 90 s do exercício com duração de 3 min foi maior para a estratégia IL em relação à IR e C, já em 120 s a estratégia IR apresentou um TVO_2 maior somente em relação à estratégia IL. No exercício com duração de 6 min, o TVO_2 nos primeiros 180 s foi maior para a estratégia IR em relação à IL e em 300 s de exercício não apresentou diferenças entre os modelos de distribuição da intensidade de exercício.

Este último resultado, corrobora com os nossos achados, nos quais não foi encontrado efeito da distribuição da carga no TVO_2 . Os autores discutem estes resultados, afirmando que é possível que a estratégia de distribuição da intensidade não tenha um impacto significativo no desempenho do exercício de alta intensidade com um maior tempo de duração (≥ 300 s), desde que o VO_{2max} seja atingido, ou seja, nestas situações, a aceleração da cinética de VO_2 está ligada tanto ao fornecimento quanto à utilização de O_2 pela musculatura ativa. Desta forma, podemos dizer que independente da forma de distribuição da intensidade de exercício durante uma sessão de TI com a característica proposta em nosso trabalho (15 min de exercício intervalado, sendo 8 min de exercício em alta intensidade e 7 min de recuperação ativa em intensidade moderada), a taxa de participação aeróbia é a mesma.

Por outro lado, ao observar os valores absolutos e relativos de VO_{2pico} de cada intervalo de trabalho (Tabela 3; Figura 6; Figura 7), foram identificadas diferenças estatisticamente significantes entre os modelos de treino e podemos perceber que o padrão de resposta do VO_2

não foi o mesmo nas sessões, pois nas sessões de treino com variação na distribuição de intensidade (IL e IR), o VO_2 apresentou uma estabilização, com valores significativamente iguais ao VO_{2max} , mais breve em relação ao modelo C. Estas diferenças no padrão de resposta também podem ser percebidas ao analisar o comportamento do VO_2 (Figura 8), no qual os modelos com variação na distribuição da intensidade (IL e IR) atingiram valores estatisticamente iguais ao VO_{2max} já no segundo intervalo de trabalho, enquanto o modelo C atingiu somente no terceiro. Considerando isso, é provável que os modelos IL e IR apresentaram uma cinética de VO_2 acelerada em relação ao modelo C.

O estudo de Bailey et al. (2011) mostrou que o modelo de exercício com estratégia IR teve uma cinética de VO_2 mais rápida em relação ao modelo C e IL, no entanto, o modelo C apresentou uma cinética de VO_2 acelerada em relação ao IL. De acordo com os autores, estes resultados indicam que a taxa em que o VO_2 aumenta após o início do exercício é sensível a taxa em que o trabalho é imposto durante a sessão de exercício (BAILEY et al., 2011). No entanto, como em nosso trabalho os IL e IR foram diferentes do modelo C, pode ser que em modelos de TI com variação na forma de distribuição da intensidade o VO_2 não apresente o mesmo padrão de comportamento encontrado no referido estudo. Os resultados encontrados em nosso trabalho, podem ter acontecido em consequência de uma redução na utilização de PCr e glicogênio, com uma consequente diminuição do déficit de O_2 e uma cinética de VO_2 mais rápida nos modelos IL e IR (DEMARLE et al., 2001; KOPPO et al., 2004).

Com o objetivo de verificar o efeito da estratégia de distribuição da intensidade IR na cinética de consumo de oxigênio durante corrida em esteira até a exaustão em uma intensidade referente ao limite superior do domínio severo, Turnes et al. (2014) concluíram que para desempenhar corridas de média distância com duração de 2-3 minutos, o tempo de resposta do VO_2 é mais rápido quando a estratégia IR é adotada, ou seja, a cinética de VO_2 é acelerada, e desta forma, a maior contribuição aeróbia no início do exercício permite que seja poupado o estoque de energia advinda do metabolismo anaeróbio, o que acaba por melhorar o desempenho no exercício (JONES et al., 2008). Os resultados de nosso estudo estão de acordo com este trabalho, no entanto, não somente a estratégia IR, mas também a estratégia IL apresentou uma resposta mais acelerada do VO_2 , podendo indicar uma maior contribuição aeróbia no início do exercício, com uma consequente

redução na participação anaeróbia para estes modelos de distribuição da carga.

Assim como para o $t90\%VO_2max$, o $t90\%FCmax$ não apresentou diferenças significantes entre os modelos de treino testados (Figura 4). Os valores de $FCpico$ (absolutos e relativos) para cada intervalo de trabalho também não mostraram diferenças estatisticamente significantes entre os modelos de treino (Tabela 4; Figura 9), e podemos observar que o comportamento da FC nos modelos de distribuição da carga foi muito parecido (Figura 10). Além disso, não foi observada interação entre os três modelos de distribuição da intensidade e os intervalos de trabalho. Corroborando com nosso estudo, os resultados do estudo de Bailey et al. (2011) também não apresentaram diferenças nos valores de FC quando compararam três estratégias de distribuição da intensidade de exercício (C, IL e IR). O estudo de Zafeiridis et al. (2010), não encontrou diferenças no tempo de permanência entre 81 e 90% da $FCmax$ entre os protocolos de exercício intermitente longo, intermitente curto e contínuo pesado. Estes resultados podem estar relacionados a intensidade adotada, tendo em vista que o metabolismo aeróbio e o trabalho cardiovascular são dependentes e também limitados pela intensidade de exercício, é possível que o metabolismo anaeróbio tenha compensado a maneira como a carga estava sendo imposta (ROSSITER, 2011). Portanto, estes resultados podem indicar que apesar das diferenças na forma como a carga externa foi imposta, sendo esta equiparada entre os protocolos de treino, a carga interna cardiovascular parece ser a mesma.

A figura 11 nos mostra que quando comparados ao valor de $FCmax$, obtido no teste incremental, os valores de $FCpico$ de cada intervalo de trabalho nas três sessões de treino tiveram comportamento um pouco diferente apesar de não termos encontrado diferenças significantes estatisticamente entre os modelos de distribuição da carga. Os modelos C e IR atingiram valores de $FCpico$ estatisticamente iguais à $FCmax$ um intervalo de trabalho mais cedo em relação ao modelo IL, ou seja, nos modelos C e IR a $FCpico$ foi estatisticamente igual a $FCmax$ nos intervalos de trabalho 6, 7 e 8, já no modelo IL esta igualdade estatística ocorreu apenas nos intervalos de trabalho 7 e 8. Isto pode indicar uma demanda cardiovascular ligeiramente maior para os modelos C e IR proporcionando assim um atingimento mais rápido da $FCmax$, ou seja, quando a carga durante uma sessão de TI é aplicada de maneira C ou com a estratégia IR, o trabalho cardiovascular parece ser maior.

As diferentes sessões de treino apresentaram valores percentuais médios (considerando intervalos de trabalho e intervalos de recuperação) próximos a 80% tanto para o VO_2 como para a FC (Figura 12). Não foram encontradas diferenças estatisticamente significantes entre os modelos de distribuição da intensidade. Jones et al. (2008) analisaram o déficit acumulado de oxigênio (AOD) durante diferentes estratégias (IL, C e IR). Os autores confirmaram que a forma como a intensidade de exercício é distribuída durante o exercício é capaz de alterar a contribuição energética, pois verificaram que a estratégia de IR apresentou um menor déficit de O_2 em relação às outras condições (IR = $0,90 \text{ LO}_2 \cdot \text{min}^{-1}$; C = $1,98 \text{ LO}_2 \cdot \text{min}^{-1}$ e IL = $2,10 \text{ LO}_2 \cdot \text{min}^{-1}$). Os autores sugeriram que o menor déficit de O_2 observado durante a estratégia de IR pode ter contribuído para uma maior participação da via aeróbia e menor utilização da via anaeróbia, resultando em um maior Tlim atingido na estratégia de IR (174 s) em relação às estratégias de IL (128 s) e C (128 s). Desta forma, como não encontramos diferenças estatisticamente significantes entre as estratégias de distribuição da intensidade nos percentuais médios de VO_2 e FC em nosso trabalho, é possível que a taxa de participação do metabolismo aeróbio tenha sido a mesma nas três diferentes situações de treino.

As respostas de lactato sanguíneo durante uma sessão de TI podem indicar a taxa de participação do metabolismo anaeróbio e refletem periféricamente as respostas obtidas com o exercício (redução nos estoques de PCr e ATP e aumento nas concentrações de H^+ , Pi e ADP), contudo, estas respostas periféricas podem acarretar em mudanças de comportamento nas respostas centrais, sinalizando para um aumento na participação do sistema aeróbio (ROSSITER et al., 2002; JONES et al., 2008). A PSE é utilizada para se obter uma resposta de como o sujeito está sentindo a carga imposta pelo treinamento (FOSTER et al., 2001; MARCORA, 2011). Em nosso trabalho, ambas as respostas de [Lac] e de PSE não apresentaram diferenças entre os modelos de distribuição da intensidade de exercício (C, IL e IR) (Figura 13; Tabela 5).

Corroborando com nosso trabalho, no estudo de Jones et al. (2008) os autores verificaram valores similares de [Lac] obtidos ao final do exercício sobre diferentes estratégias de distribuição da intensidade (C = $7,3 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$; IL = $6,9 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$ e IR = $6,8 \text{ mmol} \cdot \text{L}^{-1}$), no entanto, foram verificados Tlim diferentes. Os autores discutem esse resultado como uma possível menor taxa de utilização da energia por meio da glicólise anaeróbia, e consequentemente, da taxa de formação de lactato e íons H^+ , particularmente na estratégia de IR, que apresentou maior

Tlim. Portanto, os autores concluíram que, ao se utilizar uma maior intensidade no início do exercício, a taxa de degradação da PCr é aumentada e há uma maior sinalização para o aumento da ativação do metabolismo oxidativo, e conseqüentemente, aumento mais rápido do VO₂. Em nosso estudo, apesar de não termos encontrado diferenças entre os modelos de distribuição da carga nas [Lac], os modelos IL e IR apresentaram um aumento mais rápido do VO₂ em relação ao modelo C, isto pode indicar que para sessões de TI utilizando diferentes estratégias de distribuição da intensidade de exercício, a taxa de degradação da PCr pode ter sido maior nos modelos com variação na distribuição da carga (IL e IR) proporcionando uma ativação mais rápida do metabolismo oxidativo, apesar de isto não ter se refletido nas [Lac].

Bailey et al. (2011) encontraram diferença nos valores de [Lac] somente no exercício com duração de 6 min, tendo apresentado maiores valores o modelo IL em relação ao C. De Aguiar et al. (2013) encontraram um valor de [Lac] maior e estatisticamente significativo no modelo de carga constante à 125% da ICV com relação aos demais modelos testados. Estes resultados indicam maior contribuição anaeróbia nos modelos em que as [Lac] foram mais elevadas, no entanto, como em nossos resultados não encontramos diferenças significantes nas [Lac], podemos dizer que a taxa de participação dos metabolismos aeróbio e anaeróbio no decorrer da sessão foram as mesmas para os três modelos de distribuição da intensidade. Contudo, os valores de [Lac] apresentados pelos modelos de treino foram relativamente altos, e isto pode indicar uma contribuição significativa da glicólise anaeróbia para produção de energia (ZAFEIRIDIS et al., 2010). Portanto, é possível que em nosso trabalho, não tenham sido identificadas diferenças nas [Lac] devido à uma estabilização dos valores, que pode ter acontecido em decorrência dos momentos em que as coletas foram realizadas, ou seja, como as [Lac] variam em maior magnitude na fase inicial e na fase final (também após o término do exercício) e as coletas foram realizadas somente após o quinto intervalo de trabalho e imediatamente ao final de cada sessão, é provável que as [Lac] já haviam apresentado uma estabilização nos seus valores, não refletindo a real participação anaeróbia em cada modelo de treino.

Celine et al., (2011) realizaram um estudo com vinte e sete mulheres, com o objetivo de verificar os efeitos de seis semanas de treinamento intervalado em cicloergômetro nas respostas cardiorrespiratórias. Foram comparados um grupo em que a intensidade do exercício foi controlada pela FC e outro grupo que utilizou a escala de PSE para controle da intensidade. Ambos os grupos apresentaram

melhoras significativas após as seis semanas de treinamento e os autores concluíram que a PSE pode ser uma ferramenta valiosa para controle da carga em programas de treinamento intervalado. De acordo com os resultados do estudo de Celine et al. (2011) e considerando que não foram encontradas diferenças significantes na PSE entre os modelos de distribuição de carga em nosso estudo, assim como nas demais variáveis analisadas, é possível afirmar que a PSE é um instrumento que pode ser utilizado no controle de sessões de TI com ou sem variações na distribuição da intensidade de exercício.

As variáveis fisiológicas analisadas em nosso trabalho (VO_2 , FC, [Lac]), bem como a PSE, são indicadores de carga interna (WALLACE et al., 2009). Como os nossos resultados não apresentaram diferenças estatisticamente significantes entre os três modelos de distribuição da intensidade de exercício testados, podemos afirmar que as respostas cardiorrespiratórias e periféricas acontecem na mesma magnitude quando se realiza o mesmo trabalho total, apesar das diferenças na forma como a carga é aplicada. Ou seja, para uma mesma carga externa total, a carga interna é a mesma, independente da forma como a carga externa é empregada.

Entretanto, os resultados deste estudo são limitados a este tipo de população, ou seja, sujeitos jovens fisicamente ativos, não podendo ser extrapolados para sujeitos com maior ou menor nível de treinamento, e podem ter sido limitados pelo número de sujeitos, bem como pelo nível de treinamento e pela falta de controle na dieta dos mesmos, sendo as conclusões restritas pelo fato de não ter sido possível avaliar algumas variáveis que poderiam explicar melhor os resultados encontrados, como por exemplo a cinética de VO_2 .

6. CONCLUSÃO

Este estudo demonstrou que para os três modelos de treino com diferentes tipos de distribuição da intensidade de exercício analisados, as respostas de tempo de sustentação acima de 90% VO_2max , tempo de sustentação acima de 90% FCmax , total de VO_2 consumido, valores absolutos e percentuais da FCpico , percentual médio de VO_2 e da FC da sessão, concentrações de lactato sanguíneo e percepção subjetiva de esforço não apresentaram diferenças significantes entre os modelos, ou seja, para realizar o mesmo trabalho total, independente da forma como a carga é empregada durante uma sessão de treino intervalado, ou seja, 8 repetições de 1 minuto de exercício com variação na forma de distribuição da carga (constante à 100% Ppico , incremental à 90-110% Ppico e decremental à 110-90% Ppico intercaladas por 1 minuto de recuperação ativa à 80% LL, as respostas fisiológicas ocorrem na mesma magnitude e a carga interna é a mesma.

No entanto, os valores absolutos e relativos do VO_2pico , foram os únicos que apresentaram diferença significativa entre os modelos de treino, indicando que possivelmente, os modelos início lento e início rápido podem ter tido uma cinética de VO_2 mais rápida em relação ao modelo constante, ou seja, nos modelos com variação na distribuição da carga o metabolismo aeróbio aumentou sua participação mais rapidamente, e conseqüentemente, a participação do metabolismo anaeróbio foi reduzida.

Portanto, podemos concluir que para sujeitos fisicamente ativos, os três modelos de distribuição da carga testados apresentaram uma mesma magnitude de respostas fisiológicas e carga interna, porém, os modelos início lento e início rápido parecem possibilitar um atingimento mais rápido do VO_2max em relação ao modelo constante.

Futuras pesquisas podem ser realizadas, utilizando o modo de recuperação passivo, bem como o efeito crônico destes modelos de treino e o efeito destes na perda de força (torque muscular), na busca de uma melhor compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos nesta temática.

REFERÊNCIAS

ABBISS, C.R.; LAURSEN, P.B. Describing and understanding pacing strategies during athletic competition. **Sports Medicine**, v. 38, n. 3, p. 239–252, 2008.

ACSM. Quantity and quality of exercise for developing and maintaining cardiorespiratory, musculoskeletal, and neuromotor fitness in apparently healthy adults: guidance for prescribing exercise. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v.43, p.1334-1359, 2011.

ANSLEY, L.; SCHABORT, E.; CLAIR, S.T.; GIBSON, A.L.; LAMBERT, M.I.; NOAKES, T.D. Regulation of pacing strategies during successive 4-km time trials. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 36, n. 10, p. 1819-1825, 2004.

ASTRAND, P.O. **Experimental studies of physical work capacity in relation to sex and age**. Copenhagen: Ejnar Munksgaard, 1952.

BABRAJ, J.A.; VOLLAARD, N.B.; KEAST, C.; GUPPY, F.M.; COTTRELL, G.; TIMMONS, J.A. Extremely short duration high intensity interval training substantially improves insulin action in young healthy males. **BMC Endocrine Disorders**, v. 9, n. 3, 2009.

BACON, A.P.; CARTER, R.E.; OGLE, E.A.; JOYNER, M.J. VO₂max trainability and high intensity interval training in humans: a meta-analysis. **PLoS One**, v. 8, n. 9, e73182, 2013.

BAILEY, S.J.; WILKERSON, D.P.; DIMENNA, F.J.; JONES, A.M. Influence of repeated sprint training on pulmonary O₂ uptake and muscle deoxygenation kinetics in humans. **Journal of Applied Physiology**, v.106, p.1875-1887, 2009.

BAILEY, S.J.; VANHATALO, A.; DIMENNA, F.J.; WILKERSON, D.P.; JONES, A.M. Fast-start strategy improves VO₂ kinetics and high-intensity exercise performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 43, n. 3, p. 457-467, 2011.

BASSETT, D.R. JR.; HOWLEY, E.T. Limiting factors for maximum oxygen uptake and determinants of endurance performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 32, n. 1, p. 70–84, 2000.

BERGER, N.J.A.; TOLFREY, K.; WILLIAMS, A.G.; JONES, A.M. Influence of continuous and interval training on oxygen uptake on-kinetics. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.38, p.504-512, 2006.

BILLAT, V.L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, P.; KORALSZTEIN, J.P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 188-196, 2000.

BILLAT, V.L. Interval training for performance: a scientific and empirical practice special recommendations for middle- and long-distance running. Part I: aerobic interval training. **Sports Medicine**, v. 31, n. 1, p. 13-31, 2001.

BILLAT, V.L.; SLAWINSKI, J.; BOCQUET, V.; DEMARLE, A.; LAFITTE, L.; CHASSAING, O.; KORALSZTEIN, J.P. Intermittent runs at the velocity associated with maximal oxygen uptake enables subjects to remain at maximal oxygen uptake for a longer time than intense but submaximal runs. **European Journal of Applied Physiology**, v. 81, n. 3, p. 188–196, 2001a.

BILLAT, V.L.; SLAWINSKI, L.; BOCQUET, V.; CHASSAING, P.; DEMARLE, A.; KORALSZTEIN, J.P. Very short (15s-15s) interval training around the critical velocity allows middle-aged runners to maintain VO₂max for 14 minutes. **International Journal of Sports Medicine**, v. 22, n. 3, p. 201–208, 2001b.

BILLAT, V.; DEMARLE, A.; PAIVA, M.; KORALSZTEIN, J.P. Effect of training on the physiological factors of performance in elite marathon runners (males and runners). **International Journal of Sports Medicine**, v. 23, n. 5, p. 335-341, 2002.

BISHOP, D.; BONETTI, D.; DAWSON, B. The influence of pacing strategy on VO₂ and supramaximal kayak performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 34, n. 6, p. 1041-1047, 2002.

BONNE, T.C.; DOUCENDE, G.; FLUCK, D.; JACOBS, R.A.; NORDSBORG, N.B.; ROBACH, P.; WALTHER, G.; LUNDBY, C. Phlebotomy eliminates the maximal cardiac output response to six weeks of exercise training. **American Journal of Physiology: Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v. 306, n. 10, p. R752–R760, 2014.

BORG, G.A. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, Madison, v. 14, n. 5, p. 377-381, 1982.

BORRESEN, J.; LAMBERT, M.I. The quantification of training load, the training response and the effect on performance. **Sports Medicine**, v. 39, n. 9, p. 779-795, 2009.

BOYD, J.C.; SIMPSON, C.A.; JUNG, M.E.; GURD, B.J. Reducing the intensity and volume of interval training diminishes cardiovascular adaptation but not mitochondrial biogenesis in overweight/obese men. **PLoS One**, v. 8, n. 7, p. 1-8, 2013.

BRANDON, L.J. Physiological factors associated with middle distance running performance. **Sports Medicine**, v. 19, n. 4, p. 268–277, 1995.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P.B. High-Intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part 1: Cardiopulmonary emphasis. **Sports Medicine**, v. 43, n. 5, p. 313-338, 2013a.

BUCHHEIT, M.; LAURSEN, P.B. High-Intensity interval training, solutions to the programming puzzle. Part 2: Anaerobic Energy, Neuromuscular Load and Practical Applications. **Sports Medicine**, v. 43, n. 10, p. 927-954, 2013b.

BURGOMASTER, K.A.; HOWARTH, K.R.; PHILLIPS, S.M.; RAKOBOWCHUK, M.; MACDONALD, M.J.; MCGEE, S.L.; GIBALA, M.J. Similar metabolic adaptations during exercise after low volume sprint interval and traditional endurance training in humans. **The Journal of Physiology**, v. 586, p. 151–160, 2008.

BURGOMASTER, K.A.; CERMAK, N.M.; PHILLIPS, S.M.; BENTON, C.R.; BONEN, A.; GIBALA, M.J. Divergent response of metabolite transport proteins in human skeletal muscle after sprint

interval training and detraining. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v, 292, p. 1970-1976, 2007.

BURGOMASTER, K.A.; HEIGENHAUSER, G.J.F.; GIBALA, M.J. Effect of short-term sprint interval training on human skeletal muscle carbohydrate metabolism during exercise and time-trial performance. **Journal of Applied Physiology**, v. 100, p. 2041-2047, 2006.

BURGOMASTER, K.A.; HUGHES, S.C.; HEIGENHAUSER, G.J.; BRADWELL, S.N.; GIBALA, M.J. Six sessions of sprint interval training increases muscle oxidative potential and cycle endurance capacity in humans. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, p. 1985–1990, 2005.

BURNLEY, M.; DOUST, J.H.; CARTER, H.; JONES, A.M. Effects of prior exercise and recovery duration on oxygen uptake kinetics during heavy exercise in humans. **Experimental Physiology**, v. 86, n. 3, p. 417-425, 2001.

CAPUTO, F.; DENADAI, B.S. The highest intensity and the shortest duration permitting attainment of maximal oxygen uptake during cycling: effects of different methods and aerobic fitness level. **European Journal of Applied Physiology**, v. 103, n. 1, p. 47-57, 2008.

CAPUTO, F.; DENADAI, B.S. Does the 75% of the difference between the VO_2 at lactate threshold and VO_{2max} lie at severe intensity domain in well trained cyclists? **Science & Sports**, v.24, p.275-281, 2009.

CARTER, H.; JONES, A.M.; BARSTOW, T.J.; BURNLEY, M.; WILLIAMS, C.; DOUST, J.H. Effect of endurance training on oxygen uptake kinetics during treadmill running. **Journal of Applied Physiology**, v.89, p.1744-1752, 2000.

CELINE, C.G.; MONNIER-BENOIT, P.; GROSLAMBERT, A.; TORDI, N.; PERREY, S.; ROUILLON, J.D. The perceived exertion to regulate a training program in young women. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 25, n. 1, p. 220–224, 2011.

COSTA, V.P.; DE LUCAS, R.D.; SOUZA, K.M.; GUGLIELMO, L.G.A. Efeitos do treinamento intervalado em variáveis fisiológicas e na

performance de ciclistas competitivos. **Revista Andaluza de Medicina del Deporte**, v. 7, n. 2, p. 83 – 89, 2014.

COYLE, E.F. Very intense exercise-training is extremely potent and time efficient: a reminder. **Journal of Applied Physiology**, v. 98, p. 1983–1984, 2005.

DANIELS, J.; SCARDINA, N. Interval training and performance. **Sports Medicine**, Auckland, n. 1, p. 327-34, 1984.

DAUSSIN, F.N.; PONSOT, E.; DUFOUR, S.P.; LONSDORFER-OLF, E.; DOUTRELEAU, S.; GENY, B.; PIQUARD, F.; RICHARD, R. Improvement of VO₂max by cardiac output and oxygen extraction adaptation during intermittent versus continuous endurance training. **European Journal of Applied Physiology**, v. 101, n. 3, p. 377–383, 2007.

DAUSSIN, F.N.; ZOLL, J.; DUFOR, S.P.; PONSOT, E.; LONSDORFER-WOLF, E.; DOUTRELEAU, S.; METTAUER, B.; PIQUARD, F.; GENY, B.; RICHARD, R. Effect of interval versus continuous training on cardiorespiratory and mitochondrial functions: relationship to aerobic performance improvements in sedentary subjects. **American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, v.295, p.264-272, 2008.

DAY, J.R.; ROSSITER, H.B.; COATS, E.M.; SKASICK, A.; WHIPP, B.J. The maximally attainable VO₂ during exercise in humans: the peak vs. maximum issue. **Journal of Applied Physiology**, v. 95, n. 5, p. 1901-1907, 2003.

DE AGUIAR, R.A.; TURNES, T.; CRUZ, R.S.O.; CAPUTO, F. Fast-start strategy increases the time spent above 95% VO₂max during severe-intensity intermittent running exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 113, n. 4, p. 941-949, 2013.

DE LUCAS, R.D.; DENADAI, B.S.; GRECO, C.C. Respostas fisiológicas durante o exercício contínuo e intermitente: implicações para a avaliação e a prescrição do treinamento aeróbio. **Motriz**, v. 15, n. 14, p. 810-820, 2009.

DEMARIE, S.; KORALSZTEIN, J.P.; BILLAT, V. Time limit and time at VO₂max' during a continuous and an intermittent run. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 40, n. 2, p. 96–102, 2000.

DEMARLE, A.P.; SLAWINSKI, J.J.; LAFFITE, L.P.; BOCQUET, V.G.; KORALSZTEIN, J.P.; BILLAT, V.L. Decrease of O₂ deficit is a potential factor in increased time to exhaustion after specific endurance training. **Journal of Applied Physiology**, v.90, p.947-953, 2001.

DENADAI, B.S. **Avaliação aeróbia: consumo máximo de oxigênio ou resposta do lactato sanguíneo?** In: Denadai, B.S., editor. Avaliação aeróbia: determinação indireta da resposta do lactato sanguíneo. Rio Claro: Motrix, p. 3-24, 2000.

DIAS, M.; LIMA, J.R.; NOVAES, J.S. Cadência de pedalada no ciclismo: uma revisão de literatura. **Motricidade**, v. 3, n. 1, p. 270-278, 2007.

DORADO, C.; SANCHIS-MOYSI, J.; CALBET, J.A. Effects of recovery mode on performance, O₂ uptake, and O₂ deficit during high intensity intermittent exercise. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 29, n. 3, p. 227-244, 2004.

DUPONT, G.; MOALLA, W.; GUINHOYA, C.; AHMAIDI, S.; BERTHOIN, S. Passive versus active recovery during high-intensity intermittent exercises. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 36, n. 2, p. 302–308, 2004.

EGAN, B.; CARSON, B.P.; GARCIA-ROVES, P.M.; CHIBALIN, A.V.; SANSFIELD, F.M.; BARRON, N.; MCCAFFREY, N.; MOYNA, N.M.; ZIERATH, J.R.; O'GORMAN, D.J. Exercise intensity-dependent regulation of peroxisome proliferator-activated receptor coactivator-1 mRNA abundance is associated with differential activation of upstream signalling kinases in human skeletal muscle. **The Journal of Physiology**, v. 15, p. 1779–1790, 2010.

FERNANDES DA SILVA, J.; NAKAMURA, F.Y.; CARMINATTI, L.J.; DITTRICH, N.; CETOLIN, T.; GUGLIELMO, L.G.A. The effect of two generic aerobic interval training methods on laboratory and field test performance in soccer players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 29, n. 6, p. 1666-1672, 2015.

FOSTER, C.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N.; GREEN, M.A.; FOLEY, M.; SCHRAGER, M. Effect of pacing strategy on cycle time trial performance. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 25, n. 3, p. 383-388, 1993.

FOSTER, C.; SCHRAGER, M.; SNYDER, A.C.; THOMPSON, N.N. Pacing strategy and athletic performance. **Sports Medicine**, v. 17, n. 2, p. 77-85, 1994.

FOSTER, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, Champaign, v. 15, no. 1, p. 109-115, 2001.

GASTIN, P.B. Energy system interaction and relative contribution during maximal exercise. **Sports Medicine**, v. 31, n. 10, p. 725-741, 2001.

GIBALA, M.J.; LITTLE, J.P.; VAN ESSEN, M.; WILKIN, G.P.; BURGOMASTER, K.A.; SAFDAR, A.; RAHA, S.; TARNOPOLSKY, M.A. Short-term sprint interval versus traditional endurance training: similar initial adaptations in human skeletal muscle and exercise performance. **The Journal of Physiology**, v. 575, p. 901-911, 2006.

GIBALA, M.J.; MCGEE, S.L. Metabolic adaptations to short-term high-intensity interval training: a little pain for a lot of gain? **Exercise and Sport Sciences Review**, v. 36, n. 2, 2008.

GIBSON, A.S.C.; LAMBERT, E.V.; RAUCH, L.H.G.; TUCKER, R.; BADEN, D.A.; FOSTER, C.; NOAKES, T.D. The Role of Information Processing Between the Brain and Peripheral Physiological Systems in Pacing and Perception of Effort. **Sports Medicine**, v. 36, n. 8, p. 705-722, 2006.

GILLEN, J.B.; PERCIVAL, M.E.; LUDZKI, A.; TARNOPOLSKY, M.A.; GIBALA, M.J. Interval training in the fed or fasted state improves body composition and muscle oxidative capacity in overweight women. **Obesity**, v. 21, n. 11, p. 2249-2255, 2013.

HASKELL, W. L.; LEE, I-M.; PATE, R. R.; POWELL, K. E.; BLAIR, S. N.; FRANKLIN, B. A.; MACERA, C. A.; HEATH, G. H.;

THOMPSON, P. D.; BAUMAN, A. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. **Circulation**, v. 116, p. 1081–1093, 2007.

HAWLEY, J.A. Exercise as a therapeutic intervention for the prevention and treatment of insulin resistance. **Diabetes Metabolism Research and Reviews**, v. 20, p. 383-393, 2004.

HETTINGA, F.J.; de KONING, J.J.; BROERSEN, F.T.; VAN GEFFEN, P.; FOSTER, C. Pacing strategy and the occurrence of fatigue in 4000-m cycling time trials. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 38, n. 8, p. 1484-1491, 2006.

HETTINGA, F.J.; de KONING, J.J.; MEIJER, E.; TEUNISSEN, L.; FOSTER, C. Biodynamics. Effect of pacing strategy on energy expenditure during a 1500-m cycling time trial. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 39, n. 12, p. 2212-2218, 2007.

HEYDARI, M.; FREUND, J.; BOUTCHER, S.H. The effect of high-intensity intermittent exercise on body composition of overweight young males. **International Journal of Obesity**, v. 2012, p. 1–8, 2012.

HILL, D.W.; SMITH, J.C. A method to ensure the accuracy of estimates of anaerobic capacity derived using the critical power concept. **Journal of Sports and Medicine Physiology Fitness**, v. 34, p. 23-37, 1994.

HOLLOSZY, J.O. Biochemical adaptations in muscle: Effects of exercise on mitochondrial oxygen uptake and respiratory enzyme activity in skeletal muscle. **The Journal of Biological Chemistry**, v. 242, p. 2278-2282, 1967.

HOLLOSZY, J.O.; BOOTH, F.W. Biochemical adaptations to endurance exercise in muscle. **Annual Reviews of Physiology**, v. 38, p. 273-291, 1976.

HOLLOSZY, J.O.; COYLE, E.F. Adaptations of skeletal muscle to endurance exercise and their metabolic consequences. **Journal of Applied Physiology**, v. 56, n. 4, p. 831-838, 1984.

HOOD, M.S.; LITTLE, J.P.; TARNOPOLSKY, M.A.; MYSLIK, F.; GIBALA, M.J. Low-Volume Interval Training Improves Muscle Oxidative Capacity in Sedentary Adults. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 43, n. 10, p. 1849–1856, 2011.

HOWLEY, E.T.; BASSET, D.R.; WELCH, H.G. Criteria for maximal oxygen uptake: review and commentary. **Medicine Science Sports Exercise**, v. 27, n. 9, p. 1292-1301, 1995.

JACKSON, A.S; POLLOCK, M.L. Generalized equations for predicting body density of men. **British Journal of Nutrition**, v. 40, p. 497 – 504, 1978.

JACOBS, I. Blood lactate. Implications for training and sports performance. **Sports Medicine**, v. 3, n. 1, p. 10-25, 1986.

JONES, A.M.; KOPPO, K. Effect of training on VO₂ kinetics and performance. In: JONES A.M.; POOLE, D.C. (Eds.) **Oxygen Uptake Kinetics in Sport, Exercise and Medicine**. London, UK: Routledge, 2005, p.373.

JONES, A.M.; POOLE, D.C. Oxygen uptake dynamics: from muscle to mouth-an introduction to the symposium. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1542-1550, 2005.

JONES, A.M.; WILKERSON, D.P.; VANHATALO, A.; BURNLEY, M. Influence of pacing strategy on O₂ uptake and exercise tolerance. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 18, n. 5, 2008.

KOPPO, K.; BOUCKAERT, J.; JONES, A.M. Effects of training status and exercise intensity on phase II VO₂ kinetics. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 36, n. 2, p. 225-232, 2004.

KRUSTRUP, P.; HELLSTEN, Y.; BANGSBO, J. Intense interval training enhances human skeletal muscle oxygen uptake in the initial phase of dynamic exercise at high but not at low intensities. **Journal of Physiology**. v. 559, p. 335-345, 2004.

KUBUKELI, Z.N.; NOAKES, T.D.; DENNIS, S.C. Training techniques to improve endurance exercise performances. **Sports Medicine**, v. 32, p. 489-509, 2002.

LAURSEN, P.B. Training for intense exercise performance: high-intensity or high-volume training? **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 20, p. 1-10, 2010.

LAURSEN, P.B.; JENKINS, D.G. The scientific basis for high-intensity interval training optimizing training programs and maximizing performance in highly trained endurance athletes. **Sports Medicine**, v.32, p.53-73, 2002.

LITTLE, J.P.; GILLEN, J.B.; PERCIVAL, M.E.; SAFDAR, A.; TARNOPOLSKY, M.A.; PUNTHAKEE, Z. Low-volume high-intensity interval training reduces hyperglycemia and increases muscle mitochondrial capacity in patients with type 2 diabetes. **The Journal of Physiology**, v. 111, p. 1554–1560, 2011.

LITTLE, J.P.; SAFDAR, A.; WILKIN, G.P.; TARNOPOLSKY, M.A.; GIBALA, M.J. A practical model of low-volume high-intensity interval training induces mitochondrial biogenesis in human skeletal muscle: potential mechanisms. **The Journal of Physiology**, v. 588, p. 1011–1022, 2010.

LUCIA, A.; BALMER, J.; DAVISON, R.C.R.; PÉREZ, M.; SANTALLA, A.; SMITH, P.M. Effects of the rotor pedalling system on the performance of trained cyclists during incremental and constant-load cycle-ergometer tests. **International Journal of Sports Medicine**, v. 25, n. 7, p. 479-485, 2004.

LUNDBY, C.; ROBACH, P. Performance enhancement: what are the physiological limits? **Physiology**, v. 30, n. 4, p. 282–292, 2015.

MACHADO, F.A; GUGLIELMO, L.G.A; GRECO, C.C.; DENADAI, B.S. Componente lento do VO₂ em crianças durante exercício pesado de corrida: análise com base em diferentes modelos matemáticos. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 12, n. 6, p. 308-312, 2006.

MARCORA, S.M. Role of feedback from Group III and IV muscle afferents in perception of effort, muscle pain, and discomfort. **Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 5, p. 1499, 2011. (author reply 1500).

MARSH, A.P.; MARTIN, P.E. Effect of cycling experience, aerobic power and power output on preferred and most economical cadences. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 29, n. 9, p. 1225–1232, 1997.

MARSH, A.P.; MARTIN, P.E.; FOLEY, K.O. Effect of cadence, cycling experience, and aerobic power on delta efficiency during cycling. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 32, n. 9, p. 1630–1634, 2000.

MIDGLEY, A.W.; MC NAUGHTON, L.R. Time at or near VO₂max during continuous and intermittent running. A review with special reference to considerations for the optimisation of training protocols to elicit the longest time at or near VO₂max. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, v. 46, n. 1, p. 1–14, 2006.

MIDGLEY, A.W.; MCNAUGHTON, L.R.; JONES, A.M. Training to enhance the physiological determinants of long-distance running performance: can valid recommendations be given to runners and coaches based on current scientific knowledge? **Sports Medicine**, v. 37, p. 857–880, 2007.

MILLET, G.P.; CANDAU, R.; FATTORI, P.; BIGNET, F.; VARRAY, A. VO₂ responses to different intermittent runs at velocity associated with VO₂max. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 3, p. 410–423, 2003.

NOAKES, T.D.; CLAIR GIBSON, A.S.T; LAMBERT, E.V. From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. **British Journal of Sports Medicine**, v. 39, n. 2, p. 120–124, 2005.

O'BRIEN, B.J.; WIBSKOV, J.; KNEZ, W.L.; PATON, C.D.; HARVEY, J.T. The effects of interval-exercise duration and intensity on oxygen consumption during treadmill running. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 3, p. 287–290, 2008.

PATON, C.; HOPKINS, WG. Effects of high-intensity training on performance and physiology of endurance athletes. **Sports Science**, v. 8, p. 25-40, 2004.

PARRA, J.; CADEFAU, J.A.; RODAS, G.; AMIGÓ, N.; CUSSÓ, R. The distribution of rest periods affects performance and adaptations of energy metabolism induced by high-intensity training in human muscle. **Acta Physiologica Scandinavica**, v. 169, n. 2, p. 157–165, 2000.

PERRY, C.G.; HEIGENHAUSER, G.J.; BONEN, A.; SPRIET, L.L. High-intensity aerobic interval training increases fat and carbohydrate metabolic capacities in human skeletal muscle. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 33, n. 6, p. 1112–1123, 2008.

PHILLIPS, S.M.; GREEN, H.J.; MACDONALD, M.J.; HUGHSON, R.L. Progressive effect of endurance training on VO₂ kinetics at the onset of submaximal exercise. **Journal of Applied Physiology**, v.79, p.1914-1920, 1995.

RICHARDS, J.C.; JOHNSON, T.K.; KUZMA, J.N.; LONAC, M.C.; SCHWEDER, M.M.; VOYLES, W.F.. Short-term sprint interval training increases insulin sensitivity in healthy adults but does not affect the thermogenic response to beta-adrenergic stimulation. **The Journal of Physiology**, v, 588, p. 2961–2972, 2010.

RONNESTAD, B.R.; HANSEN, J.; VEGGE, G.; TONNESSEN, E.; SLETTALOKKEN, G. Short intervals induce superior training adaptations compared with long intervals in cyclists - an effort-matched approach. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 25, n. 2, p. 143-151, 2014.

ROSSITER, H.B.; WARD, S.A.; KOWALCHUK, J.M.; HOWE, F.A.; GRIFFITHS, J.R.; WHIPP, B.J. Effects of prior exercise on oxygen uptake and phosphocreatine kinetics during high-intensity knee-extension in humans. **The Journal of Physiology**, v. 537, p. 291-303, 2002.

ROSSITER, H.B. Exercise: kinetics consideration for gas exchange. **Comprehensive Physiology**, v. 1, n. 1, p. 203-244, 2011.

ROZENEK, R.; FUNATO, K.; KUBO, J.; HOSHIKAWA, M.; MATSUO, A. Physiological responses to interval training sessions at velocities associated with VO₂max. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 21, n. 1, p. 188–192, 2007.

SANDALS, L.E.; WOOD, D.M.; DRAPER, S.B.; JAMES, D.V. Influence of pacing strategy on oxygen uptake during treadmill middle-distance running. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 1, p. 37-42, 2006.

SANTOS, S.G (org.). **Métodos e técnicas de pesquisa quantitativa aplicada à educação física**. Florianópolis, Tribo da Ilha, 2011. 240 p.

SAUNDERS, M.J.; EVANS, E.M.; ARNGRIMSSON, S.A.; ALLISON, J.D.; CURETON, K.J. Endurance training reduces end-exercise VO₂ and muscle use during submaximal cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v.35, p.257-262, 2003.

SIRI, W.E. Body composition from fluid space and density. In: J. BROZEK & HANSCHEL A. (Eds.), *Techniques for measuring body composition*. **National Academy of Science**, p. 223-224 1961.

TALANIAN, J.L.; GALLOWAY, S.D.; HEIGENHAUSER, G.J.; BONEN, A.; SPRIET, L.L. Two weeks of high-intensity aerobic interval training increases the capacity for fat oxidation during exercise in women. **Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 4, p. 1439–1447, 2007.

TURNES, T.; SALVADOR, A.F.; LISBÔA, F.D.; DE AGUIAR, R.A.; CRUZ, R.S.; CAPUTO, F. A fast-start pacing strategy speeds pulmonary oxygen uptake kinetics and improves supramaximal running performance. **Plos One**, v. 9, n. 10, p. 1-7, 2014.

TURNES, T., DE AGUIAR, R.A.; CRUZ, R.S.O.; CAPUTO, F. Interval training in the boundaries of severe domain: effects on aerobic parameters. **European Journal of Applied Physiology**, v. 116, n. 1, p. 161-169, 2016.

WAKEFIELD, B.R.; GLAISTER, M. Influence of work-interval intensity and duration on time spent at a high percentage of VO₂max

during intermittent supramaximal exercise. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 9, p. 2548–2554, 2009.

WALLACE, L.K.; SLATTERY, K.M.; COUTTS, A.J. The ecological validity and application of the session-rpe method for quantifying training loads in swimming. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 23, n. 1, p. 33-38, 2009.

WARBURTON, D.E.; NICOL, C.W.; BREDIN, S.S. Health benefits of physical activity: the evidence. **Canadian Medical Association Journal**, v. 174, n. 6, p. 801–809, 2006.

WELTMAN, A. **The blood lactate response to exercise**. In: Current issues in exercise science. Monograph 4. Champaign. IL: Human Kinetics, 1995.

WENGER, H.A.; BELL, G.J. the interactions of intensity, frequency and duration of exercise training in altering cardiorespiratory fitness. **Sports Medicine**, v. 3, n. 5, p. 346-356, 1986.

WHIPP, B.J.; WARD, S.A.; ROSSITER, H.B. Pulmonary O₂ uptake during exercise: conflating muscular and cardiovascular responses. **Medicine and Science in Sports Exercise**, v. 37, n. 9, p. 1574-1585, 2005.

WHIPP, B.J. Physiological mechanisms dissociating pulmonary CO₂ and O₂ exchange dynamics during exercise in humans. **Experimental Physiology**, v. 92, n. 2, p. 347 – 355, 2007.

ZADOW, E.K.; GORDON, N.; ABBISS, C.R.; PEIFFER, J.J. Pacing, the missing piece of the puzzle to high-intensity interval training. **International Journal of Sports Medicine**, v. 36, n. 3, p. 215-219, 2015.

ZAFEIRIDIS, A.; SARIVASILIOU, H.; DIPLA, K.; VRABAS, I.S. The effects of heavy continuous versus long and short intermittent aerobic exercises protocols on oxygen consumption, heart rate, and lactate responses in adolescents. **European Journal of Applied Physiology**, v. 110, n. 1, p. 17-26, 2010.

APÊNDICE A – TCLE E TCPI

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Você está sendo convidado a participar, como voluntário, da pesquisa intitulada: **Efeitos da distribuição da carga externa nas respostas fisiológicas durante sessões de treino intervalado**, a ser realizada junto ao Laboratório de Esforço Físico (LAEF), vinculado ao Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). A pesquisa tem como objetivo investigar as respostas fisiológicas agudas de diferentes estratégias de distribuição da intensidade e tipo de intervalo durante o exercício intervalado de alta intensidade em cicloergômetro em indivíduos jovens fisicamente ativos e justifica-se sua realização, visto que a mesma pode proporcionar uma maior compreensão dos mecanismos fisiológicos envolvidos em diferentes formas de treinamento intervalado de alta intensidade, além de servir de base para prescrição de treinamentos e também para futuros estudos.

A participação não é obrigatória e não envolve nenhum gasto ao participante, sendo todos os materiais necessários providenciados pelos pesquisadores. Não haverá nenhuma forma de compensação financeira, no entanto, no caso de eventuais danos decorrentes da participação na pesquisa, está garantido ao participante o direito de indenização. Os pesquisadores se responsabilizam pelo esclarecimento sobre a metodologia do estudo antes e durante o curso da pesquisa, inclusive, garantindo ao participante o recebimento de uma cópia impressa deste documento (TCLE), sendo garantido também que a qualquer momento o participante pode desistir de participar e retirar seu consentimento. Com a adesão ao estudo, o participante ficará disponível para a pesquisa em algumas visitas ao CDS, com duração aproximada de 60 minutos cada.

1ª Visita – Um avaliador preencherá uma ficha com os dados pessoais, e logo após, um pesquisador treinado realizará uma avaliação antropométrica, na qual serão coletadas medidas de massa corporal (kg), estatura (cm) e dobras cutâneas (mm) para o cálculo do percentual de gordura. Em seguida, será aplicado um teste incremental submáximo com carga inicial de 60 W e incrementos de 20 W a cada 3 min (duração do estágio). Ao final de cada estágio haverá uma coleta de 25 µL de sangue do lóbulo da orelha para dosagem do lactato sanguíneo ([Lac]). Serão realizados de 4 a 5 estágios, suficientes para determinar o LL e a relação $\dot{V}O_2$ x carga. Na sequência, após um intervalo de 30 min, será realizado um teste incremental máximo de rampa para determinação do

VO₂max e Ppico. O protocolo iniciará com 90% LL durante 5 min, seguido de incrementos de 25 W a cada minuto até a exaustão voluntária. No momento da exaustão haverá uma coleta de sangue do lóbulo da orelha para a determinação do pico de concentração de lactato sanguíneo ([Lac]pico). As variáveis cardiorrespiratórias (FC e VO₂) serão mensuradas integralmente durante todo o protocolo.

2ª a 4ª Visitas – Nas próximas visitas serão realizados os modelos experimentais, com intervalo de no mínimo 72h entre uma sessão e outra. Cada sessão iniciará com um aquecimento de 5 min no LL, seguido por 5 min de repouso no cicloergômetro. A seguir, será desempenhado 3 min com 20 W, com uma transição abrupta para uma das seguintes condições experimentais: 1) Constante (C): sendo 8 repetições de 1 min de carga constante à 100% Pmax, com intervalos de 1 min entre as repetições; 2) Início lento (IL): 8 repetições de 1 min de carga incremental, sendo cada repetição com carga inicial de 90% Pmax aumentando linearmente até atingir 110% Pmax, com intervalos de 1 min entre as repetições; 3) Início rápido (IR): 8 repetições de 1 min de carga decremental, sendo cada repetição com carga inicial de 110% Pmax diminuindo linearmente até atingir 90% Pmax, com intervalos de 1 min entre as repetições. O intervalo de recuperação será ativo com carga de 80% LL.

Todos os testes e modelos de treinamento serão realizados em um cicloergômetro de frenagem eletromagnética com sistema computadorizado de registro dos dados (Excalibur Sport, Lode BV, Groningen, Netherlands). Em todas as avaliações e condições experimentais, a FC e o VO₂ serão monitorados por meio de um cardiofrequencímetro da marca Polar® (modelo S610i), permitindo o registro do comportamento da FC a cada 5s, e por um analisador de troca gasosa (Quark PFTergo, Cosmed, Rome, Italy), permitindo a coleta respiração a respiração, sendo os dados reduzidos às médias de 15s, respectivamente. Serão coletados 25 µl de lactato sanguíneo do lóbulo da orelha no início, após a 5ª repetição e ao final de cada sessão. A leitura das amostras de sangue obtidas durante os testes serão realizadas por meio de um analisador eletroquímico (YSL 2700 STAT, Yellow Springs, Ohio, USA). As sessões deverão ser realizadas mantendo uma cadência de 70-80rpm.

Para participar deste estudo você deve estar apto a realizar exercícios físicos de alta intensidade. Da mesma forma, deve estar ciente da possibilidade de ocorrência de desconforto gerado pelo esforço máximo dos testes e modelos experimentais, ou pelas coletas de sangue capilarizado, que serão realizadas no lóbulo da orelha por meio de

material descartável. O desconforto refere-se à picada da agulha, não requerendo nenhum cuidado especial posterior, além de existir a possibilidade de náuseas e vômito em decorrência do esforço intenso realizado nos testes e experimentos. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto durante este tipo de teste (*American College of Sports Medicine*).

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, você contribuirá para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e ao avanço das pesquisas; além de ser informado sobre a sua composição corporal e limiares de transição metabólica norteadores do treinamento físico, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

Para sua segurança, os pesquisadores Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo e a mestrandia Daiane Wommer, além de alguns colaboradores LAEF irão acompanhá-lo durante a realização das avaliações e cumprirão o que está disposto na resolução CNS 466/2012, caso algum dano venha ocorrer ao sujeito participante da pesquisa.

Salientamos, ainda, que você poderá retirar-se do estudo a qualquer momento, sem penalização alguma. Do contrário, solicitamos a sua autorização para o uso de seus dados para a produção de artigos técnicos e científicos e relatórios que poderão ser apresentados em eventos e/ou periódicos científicos. A sua privacidade será mantida por meio da não identificação do seu nome.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

CONTATOS:

Profa. Mda. Daiane Wommer
e-mail: daiane.wommer@gmail.com
Tel.: (048) 96121201

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
e-mail: luiz.guilherme@ufsc.br
Tel. LAEF: (048) 3721-6247

Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos (CEPSH-UFSC)
Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), sala 902
Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Trindade, Florianópolis/SC
Tel.: (048) 3721-6094

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
DEPARTAMENTO DE EDUCAÇÃO FÍSICA

TERMO DE CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Declaro que fui informado, de forma clara e objetiva, sobre todos os procedimentos do projeto de pesquisa intitulado: **Efeitos da distribuição da carga externa nas respostas fisiológicas durante sessões de treino intervalado**. Estou ciente que todos os dados a meu respeito serão sigilosos e que posso me retirar do estudo a qualquer momento. Assinando este termo, eu concordo em participar do estudo.

Nome por extenso _____

Assinatura _____

Florianópolis (SC) ____/____/____

Prof. Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo
(Pesquisador Responsável / Orientador)

Profa. Mda. Daiane Wommer
(Pesquisadora Principal / Orientanda)

ANEXO A – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Treinamento intervalado de alta intensidade em cicloergômetro: distribuição da intensidade e tipo de intervalo de recuperação

Pesquisador: Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 44328215.4.0000.0121

Instituição Proponente: Universidade Federal de Santa Catarina

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.097.372

Data da Relatoria: 08/06/2015

Apresentação do Projeto:

O projeto de pesquisa intitulado "Treinamento intervalado de alta intensidade em cicloergômetro: distribuição da intensidade e tipo de intervalo de recuperação" visa obtenção do título de mestre pelo programa de pós-graduação em educação física da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC); orientado pelo Dr. Luiz Guilherme Antonacci Guglielmo.

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Investigar as respostas fisiológicas de diferentes estratégias de distribuição da intensidade e tipo de intervalo durante o exercício intervalado de alta intensidade em cicloergômetro em indivíduos jovens não treinados.

Objetivo Secundário:

Analisar os efeitos da estratégia de distribuição da intensidade e do tipo de intervalo sobre o comportamento do VO₂; Analisar os efeitos da estratégia de distribuição da intensidade e do tipo de intervalo sobre a frequência cardíaca (FC); Analisar os efeitos da estratégia de distribuição de intensidade e do tipo de intervalo sobre a concentração de lactato sanguíneo ([Lac]); Analisar os efeitos da estratégia de distribuição de intensidade e do tipo de intervalo sobre o torque muscular.

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R. Desembargador Vitor Lima,
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
 Telefone: (48)3721-8004 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

Continuação do Parecer: 1.097.372

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Existe a possibilidade de ocorrência de desconforto gerado pelo esforço máximo dos testes, modelos experimentais, ou das coletas de sangue capilarizado, que serão realizadas no lóbulo da orelha por meio de material descartável. O desconforto refere-se à picada da agulha, não requerendo nenhum cuidado especial posterior, além de existir a possibilidade de náuseas e vômito em decorrência do esforço intenso realizado nos testes e experimentos. No entanto, menos de 1% da população americana apresenta desconforto durante ente tipo de teste (American College of Sports Medicine).

Benefícios:

Quanto aos benefícios e vantagens em participar deste estudo, o participante contribuirá para o desenvolvimento da ciência, dando possibilidade a novas descobertas e ao avanço das pesquisas; além de ser informado sobre a sua composição corporal e limiares de transição metabólica norteadores do treinamento físico, a partir do repasse do relatório individual de sua avaliação.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa aborda um tema relevante e contribuirá para o conhecimento das práticas associadas à saúde da população. O treinamento tradicional de endurance caracterizado por prolongadas sessões de exercício em intensidade moderada (ex: 30 min à 65% do consumo máximo de oxigênio - VO₂max), tem sido recomendado pelo American College of Sports Medicine (ACSM) e pela American Heart Association (AHA) como uma excelente estratégia para reduzir o risco do desenvolvimento de doenças crônicas como obesidade, resistência à insulina e diabetes tipo 2. Isso se justifica, porque este tipo de treinamento induz numerosas adaptações metabólicas e morfológicas no músculo esquelético, incluindo a biogênese mitocondrial e uma aprimorada capacidade de oxidar substratos como glicose e gorduras (HOLLOSZY, 1967; HOLLOSZY & BOOTH, 1976). Participarão deste estudo 10 indivíduos fisicamente ativos, sendo todos do sexo masculino, aparentemente saudáveis e que não façam uso regular de qualquer tipo de medicamento com idade entre 18 e 35 anos. A seleção dos participantes será do tipo intencional não probabilística. Serão considerados fisicamente ativos os indivíduos que atenderem as recomendações do American College of Sports Medicine para a prática de exercícios físicos. Os participantes do estudo serão instruídos a realizar os testes em totais condições de recuperação, hidratação e alimentação. Cada participante realizará 8 visitas ao laboratório, com o experimento sendo concluído em 3 semanas. Na primeira visita, os indivíduos serão submetidos a uma avaliação antropométrica e em seguida

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R: Desembargador Vitor Lima,
 Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
 UF: SC Município: FLORIANÓPOLIS
 Telefone: (48)3721-6004 E-mail: oep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação do Parecer: 1.097.372

realizarão um teste incremental submáximo para a determinação do limiar de lactato (LL) e um teste incremental máximo de rampa para determinação do consumo máximo de oxigênio (VO₂max) e potência aeróbia máxima (P_{max}). Na segunda visita será realizado um teste de sprint "all-out" no modo isocinético (cadência fixa de 120 rpm) para a determinação do torque pico na condição controle (Toon). Nas próximas seis visitas irão realizar randomicamente cada um dos protocolos de uma sessão de treinamento (com diferentes formas de distribuição da intensidade e diferentes tipos de recuperação), sendo que ao final de cada sessão, será realizado um sprint "all out" no modo isocinético (cadência fixa de 120 rpm). Todos os testes serão realizados em um mesmo período do dia e com situações climáticas similares, com no mínimo 24-48 h de intervalo entre cada um deles. Além disso, os sujeitos serão instruídos para não realizarem exercícios físicos de alta intensidade 24 h antes de cada teste. Em adição, serão também instruídos a não consumirem alimentos que contenham cafeína e álcool e a comparecerem em totais condições de recuperação, hidratação e alimentação no dia do teste.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

O pesquisador enviou um documento de "Resposta às pendências", pontuando as alterações realizadas de acordo com a parecer consubstanciado.

Recomendações:

Durante a aplicação do TCLE, prestar esclarecimento detalhado sobre os termos técnicos presentes no mesmo.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Considerando que a proposta apresentada se encontra adequadamente fundamentada, e que as alterações no TCLE foram realizadas, encaminho voto favorável à Aprovação do Projeto.

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R: Desembargador Vitor Lima,
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-6094 E-mail: cep.propesq@contato.ufsc.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
SANTA CATARINA - UFSC



Continuação de Parecer: 1.097.372

FLORIANOPOLIS, 08 de Junho de 2015

Assinado por:
Washington Portela de Souza
(Coordenador)

Endereço: Universidade Federal de Santa Catarina, Prédio Reitoria II (Edifício Santa Clara), R: Desembargador Vitor Lima,
Bairro: Trindade CEP: 88.040-400
UF: SC Município: FLORIANOPOLIS
Telefone: (48)3721-8594 E-mail: oep.propesq@contato.ufsc.br