

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PELOTAS**  
**Escola Superior de Educação Física**  
**Programa de Pós-Graduação em Educação Física**  
**Curso de Mestrado em Educação Física**



Dissertação

**EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO SOBRE  
VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOMÉTRICAS DE CICLISTAS  
TREINADOS**

**Luan Merseburger Picanço**

Pelotas, 2014

**Luan Merseburger Picanço**

**EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO SOBRE  
VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOMÉTRICAS DE CICLISTAS TREINADOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Educação Física (área de concentração: Atividade Física Saúde e Desempenho).

Orientador: Prof. Dr. Felipe Fossati Reichert

Pelotas, 2014

Luan Merseburger Picanço

EFEITOS DE DIFERENTES PROTOCOLOS DE TREINAMENTO SOBRE  
VARIÁVEIS FISIOLÓGICAS E PSICOMÉTRICAS DE CICLISTAS TREINADOS

Dissertação aprovada, como requisito parcial, para obtenção do grau de Mestre em Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física, Universidade Federal de Pelotas.

Data da Defesa: 25/02/2014

Banca examinadora:

.....  
Prof. Dr. Felipe Fossati Reichert (Orientador)

Doutor em Epidemiologia pela Universidade Federal de Pelotas

.....  
Prof. Dr. Fábio Yuzo Nakamura

Doutor em Ciências da Motricidade pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho

.....  
Prof. Dr. Fabrício Boscolo Del Vecchio

Doutor em Educação Física pela Universidade Estadual de Campinas

Dedico este trabalho aos que confiaram em mim.

À Educação Física e ao treinamento esportivo.

Dedico principalmente a mim mesmo, à minha formação e ao meu futuro. Sei a intensidade do meu esforço para construir minha formação acadêmica e profissional e tenho plena certeza de que o tempo destinado não foi em vão.

## **Agradecimentos**

Saber a quem agradecer não é a tarefa mais difícil no momento, mas sim ordenar as frases de gratidão e descrever a importância dos envolvidos na minha caminhada acadêmica.

Agradeço à ESEF/UFPeI por me acolher. Ao longo dessa passagem tenho certeza que ela foi, além da escola formadora de profissionais de Educação Física, parte importante na minha formação como ser humano. Como forma de gratidão, sempre dediquei a ela meus esforços na tentativa de contribuir para seu crescimento.

Aos amigos pela confiança e constante presença na minha vida. Muitos deles conquistados na ESEF/UFPeI.

Aos envolvidos diretamente no presente estudo (ciclistas e colaboradores) pela dedicação e comprometimento com as atividades propostas.

Aos familiares pelo apoio e reconhecimento do esforço.

À minha noiva, Caroline, pelo companheirismo, incentivo, presteza, amor e carinho.

Em especial, meu agradecimento à minha mãe. Incansável na tarefa de criar e educar, foi fundamental na formação do meu caráter ensinando valores como hombridade, respeito e honestidade.

Obrigado.

## **Apresentação**

Este volume foi elaborado para cumprir as exigências do curso de Mestrado em Educação Física, da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas.

É constituído de três capítulos, sendo eles:

- I. Projeto de dissertação;
- II. Artigo científico;
- III. Normas da revista “*Journal of Science and Medicine in Sport*”.

## Sumário do volume

Projeto de dissertação.....	7
Artigo científico.....	45
Normas da revista.....	65

## **Projeto de Dissertação**



## Resumo

PICANÇO, Luan Merseburger. **Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre variáveis fisiológicas e psicométricas de ciclistas treinados**. 2014. 70f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

O método contínuo consome cerca de 80% do treinamento nas modalidades de endurance como o ciclismo, no entanto, também se observam resultados importantes com aplicação de treinamentos intervalados na modalidade. Um dos pontos mais relevantes da prescrição do treinamento é a distribuição adequada dos estímulos ao longo do período planejado. Para isto, são propostas diferentes formas de quantificar respostas geradas pelos treinos, como, por exemplo, a partir da modulação do sistema nervoso autônomo (SNA) sobre a atividade cardíaca. O objetivo do estudo foi verificar os efeitos de três protocolos de treinamento – um contínuo e dois intervalados – sobre variabilidade da frequência cardíaca (VFC) de ciclistas treinados. A carga interna de cada sessão também foi estimada por frequência cardíaca (FC), percepção subjetiva de esforço (PSE) e impulso de treinamento (TRIMP). Foi um estudo contrabalanceado de medidas repetidas e a amostra foi composta por 12 ciclistas do sexo masculino. Todos realizaram teste progressivo até a exaustão para determinação das cargas máximas e do limiar anaeróbio (Lan). Posteriormente foram submetidos a três sessões de treinos em três dias consecutivos para cada protocolo de treinamento proposto. Os protocolos foram: Protocolo contínuo (P1): 30 min a 70% da potência no Lan; Protocolo intervalado no limiar (P2): 6 x 4 min a 90-95% da potência no Lan : 1 min a 0,50 Kp; e Protocolo intervalado acima do limiar (P3): 8 x 1 min a 120% da potência no Lan : 3 min a 0,50 Kp. A análise estatística foi feita por ANOVA two-way. Como resultados, encontrou-se que o P2 alterou de maneira significativa PSE, FC máxima e média, MedRR, RMSSD e LF/HF em pelo menos um dos momentos de coleta pós-treino em relação ao P1 e ao P3, sem diferenças entre dias, portanto sem efeito cumulativo dos treinos sobre os desfechos, enquanto que nas outras variáveis analisadas (SDNN, LF, HF e TP) não houve diferenças em qualquer momento de coleta. Conclui-se que, em curto prazo, estímulos com intensidades próximas ao limiar anaeróbio são mais impactantes que outros realizados com intensidades inferiores ou superiores a ele.

**Palavras-chave:** esforço físico; frequência cardíaca; exercício aeróbio; limiar anaeróbio

## Abstract

PICANÇO, Luan Merseburger. **Effects of different training protocols on physiological and psychometric variables of trained cyclists**. 2014. 70f. Dissertation (Master Degree in Physical Education) – Programa de Pós-Graduação em Educação Física, Escola Superior de Educação Física. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2014.

The continuous method consumes about 80% of training in endurance sports such as cycling, however, also seen significant results with application of interval training in the modality. One of the most important points of the training prescription is appropriate distribution of stimuli over the planning period. For this, various ways are attempted to quantify responses generated by training, for example, from the autonomic nervous system (ANS) modulation on the heart activity. The aim of this study was to verify the effects of three training protocols, one continuous and two intermittent, on the internal load from heart rate (HR), HR variability (HRV), rate of perceived exertion (RPE) and training impulse (TRIMP). It was a counterbalanced study with repeated measures and the sample was composed by 12 male cyclists. All of them performed the until exhaustion progressive test to determine the maximal and anaerobic threshold (aT) associated loads, like the power output (aTP). Subsequently, underwent three sessions on consecutive days for each training protocol proposed. Continuous protocol (T1): 30 min at 70% of ATP; Threshold interval protocol (T2): 6 x 4 min at 90-95% of aTP : 1 min at 0,50 Kp; and Above threshold interval protocol (T3): 8 x 1 min at 120% of aTP : 3 min at 0,50 Kp. Statistical analysis was performed by two-way ANOVA. As a results, it was found that RPE, maximum and mean HR, MeanRR, RMSSD and LF/HF represented greater impact with T2 on at least one post-training moments compared to T1 and T3, with no differences between days, while in other variables (SDNN, LF, HF e TP) not succeeded differences at any time. **Conclusions:** Training conducted in nearby anaerobic threshold intensities are more impactful than others made with inferior or superior to him efforts, but there is no cumulative effect of internal overload on consecutive days of workout.

**Keywords:** physical effort; heart rate; aerobic exercise; anaerobic threshold

## Sumário

1. Introdução.....	11
2. Justificativa.....	13
3. Objetivos.....	14
3.1 Objetivo Geral.....	14
3.2 Objetivos Específicos.....	14
4. Hipóteses.....	15
5. Revisão de literatura.....	16
5.1 Treino contínuo e modulação autonômica cardíaca.....	18
5.2 Treino intervalado e modulação autonômica cardíaca.....	22
6. Materiais e métodos.....	27
6.1 Tipo de estudo e caracterização das variáveis.....	27
6.2 Sujeitos.....	27
6.3 Delineamento experimental.....	28
6.3.1 Procedimento avaliativo da P <sub>máx</sub> .....	30
6.3.2 Procedimentos das sessões de treino.....	31
6.4 Coleta e Registro dos dados.....	32
6.5 Análise estatística.....	34
6.6 Aspectos éticos da pesquisa.....	34
Cronograma.....	35
Referências.....	36
Anexos e Apêndices.....	41
Artigo Científico.....	45
Normas da revista “ <i>Journal of Science and Medicine in Sport</i> ”.....	65

## 1 Introdução

O ciclismo de estrada, caracterizado como modalidade contínua e cíclica, envolve provas que duram de poucos minutos até várias horas, inclusive em dias consecutivos, e entre elas destacam-se os contrarrelógios, onde o ciclista deve percorrer sozinho determinado percurso no menor tempo possível. As distâncias usualmente variam entre cinco quilômetros (km) a 40 km (DIEFENTHAELER, VAZ, 2008). O treinamento habitualmente aplicado envolve esforços contínuos com intensidade moderada a alta e longa duração, e a frequência cardíaca (FC) pode ser uma das ferramentas utilizadas para controle da intensidade.

A FC é variável fisiológica de controle intrínseco a partir do sistema nervoso autonômico (SNA) sob equilíbrio entre atividade simpática e parassimpática (FRONCHETTI et al., 2007). Além disso, outro parâmetro que pode ser observado na avaliação da atividade cardíaca e seus moduladores é a variabilidade da frequência cardíaca (VFC), a qual indica as oscilações da FC (RUMENIG et al., 2007) e parece ser variável mais sensível às cargas de treino, deste modo pode auxiliar muito na prescrição dos estímulos.

Além do método contínuo que é a base do treinamento de *endurance* e consome cerca de 80% da carga total, outro método de treinamento bastante utilizado no ciclismo são os exercícios intervalados, nos quais se realiza repetidamente esforços por determinado tempo seguidos de períodos de recuperação. Com isso, diferentes tipos de protocolos de treinamento intervalado têm sido utilizados com ciclistas para se observar o desenvolvimento de variáveis metabólicas e determinantes do desempenho na modalidade (STEPTO et al., 2001; SEILER et al., 2007; KAIKKONEN et al., 2008; KAIKKONEN et al., 2012).

Ao se considerar a repetição e ou continuidade das cargas em um treinamento, deve-se assumir que estas têm a capacidade de promover influência imediata, aguda ou posterior, somatória e cumulativa, que tratam das respostas geradas imediatamente durante o estímulo ou ao seu término, no período de recuperação até o próximo treino, pela soma dos efeitos de algumas sessões, e

pelas adaptações em longo prazo dos sistemas funcionais, respectivamente (GOMES, 2002).

Um dos métodos de investigar o estado de prontidão para receber outro estímulo de treino e/ou de avaliar o impacto gerado pelo exercício é a observação da modulação do SNA sobre a atividade cardíaca. Neste contexto, o parâmetro mais utilizado é a VFC.

Entende-se que maior variabilidade da frequência cardíaca reflete melhor estado de aptidão e prontidão física (HEDELIN et al., 2001; AUBERT et al., 2003). A partir disso, diversos estudos avaliaram os parâmetros da VFC como resposta ao exercício em diferentes intensidades (BROWN; BROWN, 2007; SEILER et al., 2007; KAIKKONEN et al., 2008; LAMBERTS et al., 2009; KAIKKONEN et al., 2012). No entanto, quando nos valem da VFC para o controle das cargas do treinamento, parece ser necessário observar a variação entre sessões de treino subsequentes, ou seja, a influência somatória dos estímulos, e não apenas em uma única sessão (PLEWS et al., 2012).

Quando se trata de treinamento intervalado, algumas propostas apresentadas na literatura são comumente utilizadas como estímulos de treino, porém a influência destes protocolos na modulação autonômica cardíaca ainda não é amplamente conhecida. Tendo em vista que o conhecimento acerca das alterações fisiológicas promovidas por estes protocolos de treino pode servir de base para estruturar programas de treinamento com menor probabilidade de sobrecargas inadequadas, torna-se essencial investigar os efeitos desses treinos sobre parâmetros de mensuração do estado de prontidão como é a VFC.

## **2 Justificativa**

Considerando-se que a VFC é método não invasivo de quantificar a atuação do SNA no coração a partir do equilíbrio entre ação de seus ramos simpático e parassimpático, o conhecimento das respostas do organismo, mais especificamente de modulação cardíaca pelo SNA, a diferentes estímulos de treino e sua repetição parece ser ferramenta importante no controle das cargas de treinamento. Sendo assim, torna-se relevante investigar a relação entre estas cargas impostas a partir de protocolos de treino com características distintas e as respostas autonômicas cardíacas.

Ressalta-se que o objetivo não é de determinar qual dos protocolos é melhor para aprimorar o desempenho, mas sim de compará-los quanto suas demandas de regulação dos parâmetros da VFC, já que apresentam diferentes características. Portanto, esta investigação fornecerá informações importantes sobre como organismo é afetado e recupera-se de diferentes protocolos de treinos intervalados.

Com isso, a partir dos resultados obtidos podemos permitir maior quantidade de informações acerca da possibilidade de se utilizar treinos com tais características em programas de treinamento para ciclistas. Tentando, desta forma, minimizar as interferências negativas, que caracterizem prejuízos de rendimento, como resultado de sobrecargas inadequadas provenientes de estímulos de treino subsequentes, proporcionando, assim, suporte teórico-científico aos treinadores e preparadores físicos para aperfeiçoamento do desempenho esportivo de seus atletas.

### **3 Objetivos**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Verificar os efeitos de três protocolos de treinamento, dois intervalados e um contínuo, sobre a carga interna de treinamento logo após as sessões em ciclistas treinados.

#### **3.2 Objetivos Específicos**

Quantificar, segundo protocolo de treinamento:

- I. Impacto de cada sessão de treino sobre a percepção subjetiva de esforço (PSE);
- II. O impulso de treinamento (TRIMP) atribuído a cada sessão de treino;
- III. Respostas da modulação autonômica cardíaca, a partir de FC e VFC, imediatamente após cada sessão de treino;
- IV. Efeitos do acúmulo de sessões do mesmo tipo de treino sobre as respostas da FC e dos parâmetros da VFC.

#### **4 Hipóteses**

Embora se tenha dois protocolos de treinos intervalados de alta intensidade, têm-se como hipótese que as respostas de modulação cardíaca pelo SNA serão diferenciadas entre os três protocolos de treino propostos nas medidas logo após o término da sessão (10 minutos de recuperação passiva), independentemente da sessão realizada. Tal hipótese baseia-se na diferença da relação esforço:pausa entre os protocolos intervalados.

Ainda, acredita-se que ambos os protocolos de treinos intervalados acarretem em acentuada diminuição da VFC de maneira geral, por sessão de treino e acumulada. Por outro lado o protocolo contínuo não deve ter declínios tão expressivos de maneira aguda nem acumulada e a recuperação da VFC deve ser mais rápida neste tipo de treino em relação aos outros.



## 5 Revisão de literatura

A VFC se constitui como método não invasivo de análise do controle do SNA sobre o funcionamento cardíaco e pode ser influenciada por fatores como idade, gênero e condicionamento aeróbio, por exemplo, que promovem diferentes perfis de modulação autonômica cardíaca (YOUNG; LEICHT, 2011; GUZMÁN et al., 2012; ABHISHEKH et al., 2013).

Em relação à idade, é discutido que parece ocorrer diminuição da VFC com aumento da idade e isto é atribuído a um declínio no tônus vagal e menor predominância do ramo parassimpático, ou seja, menor capacidade de atividade deste ramo do SNA, o qual é responsável por manter a FC baixa em repouso ao inibir a atividade natural do nódulo sinoatrial de estabelecê-la (ABHISHEKH et al., 2013).

Quanto à diferença entre gêneros para a VFC, não há consenso na literatura. Alguns estudos reportam não haver diferença entre homens e mulheres jovens e saudáveis, entretanto, outros apresentam maior VFC entre os homens e os autores baseiam-se no fato de as mulheres estarem em diferentes fases do ciclo menstrual quando da comparação com homens, suportando que existe diferente atividade dos ramos do SNA para cada momento do ciclo (YOUNG; LEICHT, 2011).

Além disso, outra variável a ser observada é a posição de coleta das informações relativas à VFC, pois alguns estudos indicam diferenciação do funcionamento cardíaco a partir da sua estimulação pelo SNA em virtude do retorno venoso promovido por diferentes posicionamentos corporais. De acordo com investigação que avaliou este comportamento, identifica-se que quanto mais facilitado é o retorno sanguíneo das extremidades para o centro, menor é a FC e maiores são os valores de VFC observados. Como resultados os autores notaram que em coleta de repouso pré-exercício foram obtidos maiores valores de variáveis do domínio do domínio do tempo da VFC como MedRR (17,6%), SDNN (27,2%) e rMSSD (86,3%) com os ciclistas deitados, e de MedRR (15,2%) e rMSSD (50,6%) com eles deitados e membros inferiores elevados em relação à situação em que se encontravam sentados na bicicleta em posição de pedalada, com  $p < 0,01$ . Ainda, que

estas diferenças provocadas pelo posicionamento corporal permanecem após exercício com 5 minutos de duração e intensidade de 80% da FC pico individual (BARAK et al., 2010; YOUNG; LEICHT, 2011).

A análise da VFC é feita por meio da avaliação de índices divididos em dois domínios de análise linear, conhecidos como: i) domínio do tempo, o qual trata de análise estatística dos tempos em milissegundos dos intervalos entre batimentos (intervalos R-R), e ii) domínio da frequência, que mostra a frequência, em hertz, com que os estímulos chegam ao nódulo sino-atrial. Adicionalmente indica-se possibilidade de análise não-linear constituída de dois cálculos realizados a partir de gráfico de dispersão gerado com os valores dos intervalos R-R obtidos (FRONCHETTI et al., 2007). No entanto, estas são apenas formas diferentes de avaliar o mesmo fenômeno e há evidências de que existe associação entre alguns índices dos diferentes tratamentos (REIS et al., 1998).

Este tipo de análise do comportamento cardíaco sob influência do SNA, inicialmente se deu com pesquisas relacionadas à saúde, considerando a VFC como parâmetro para indicar risco de doenças cardiovasculares. Neste sentido, a partir do fim da década de 1970 estudos já demonstravam que a redução do controle autonômico cardíaco está correlacionada à gravidade das doenças cardíacas e ao consequente risco de mortalidade (WOLF et al., 1978; BILLMAN et al., 1982). Desta maneira, a diminuição na VFC ocasionada pelo envelhecimento, apresentada anteriormente, pode ter importante contribuição no desenvolvimento de doenças cardiovasculares (ABHISHEKH et al., 2013).

No entanto, a partir da identificação de que diferentes níveis de condicionamento aeróbio coincidiam com padrões distintos de modulação autonômica cardíaca, passaram-se então a ser estudados os efeitos de diferentes estímulos físicos sobre esta variável.

Neste sentido, compreende-se que o treinamento aeróbio promove importantes modificações no funcionamento cardíaco em situações de repouso. Fato demonstrado em investigação comparativa entre 12 corredores treinados de fundo e meio fundo, 10 atletas de levantamento de peso olímpico e 11 sujeitos ativos fisicamente, todos com idade entre 18 e 25 anos. Os autores observaram menor FC

de repouso no grupo de corredores ( $55,33 \pm 8,40$  bpm) em relação aos levantadores de peso olímpico ( $68,21 \pm 10,10$ ;  $p=0,01$ ) e aos fisicamente ativos ( $75,26 \pm 10,09$ ;  $p<0,001$ ), sem que houvesse diferença estatisticamente significativa entre estes dois últimos (GUZMÁN et al., 2012). Também, em estudo que envolveu onze adultos jovens (entre 24 e 32 anos de idade) submetidos a 6 meses de treinamento aeróbio que promoveu aumento de 17% no consumo máximo de oxigênio ( $VO_{2máx}$ ) do grupo ( $p=0,0001$ ), no qual os sujeitos apresentaram maiores valores de VFC de repouso, representada pela variável SDNN, (de  $58 \pm 4$  ms para  $68 \pm 6$  ms) após o treinamento (LEVY et al., 1998).

Alguns estudos que envolveram em seus métodos de treino exercícios contínuos ou intervalados apresentam resultados benéficos às variáveis condicionantes e determinantes do desempenho no ciclismo bem como referentes a modificações no comportamento da FC e VFC. Assim, a revisão a seguir está organizada nos itens i) treino contínuo e modulação autonômica cardíaca; e ii) treino intervalado e modulação autonômica cardíaca, e em cada um deles discute-se a influência do tipo de treino proposto sobre as adaptações do controle autonômico cardíaco dos sujeitos frente aos estímulos físicos realizados.

### 5.1 Treino contínuo e modulação autonômica cardíaca

Assim como afeta variáveis relacionadas ao desempenho, o treinamento realizado com esforços contínuos pode promover alterações também na modulação autonômica cardíaca como é evidenciado por alguns estudos. A tab. 1 apresenta as principais informações dos estudos com estas características.

Por exemplo, uma única sessão de treino contínuo em bicicleta com duração de 60 minutos em carga submáxima de aproximadamente 65% do  $VO_{2máx}$  acarretou em diminuição da VFC de maneira geral nas primeiras horas após o exercício, no entanto também se mostrou suficiente para promover alterações positivas na modulação autonômica cardíaca, com valores superiores aos encontrados no pré-exercício. No entanto, estas mudanças são pequenas quando

comparadas ao efeito crônico observado em outras investigações com treinamento mais prolongado de *endurance* e se assemelham mais com aquelas encontradas em programas mais curtos (POBER et al., 2004).

Deste modo, duas investigações têm informações em seus resultados que servem como discussão para a afirmação acima. Em um caso, os sujeitos foram submetidos a 40 sessões de treinos com intensidade maior que 85% da FC máxima e duração inicial de 25 minutos com incrementos ao longo das semanas até que se chegasse à 60 minutos. Os autores observaram diferenças estatisticamente significativas entre os momentos pré- e pós-intervenção em apenas duas das variáveis estudadas para a situação de repouso (LEICHT et al., 2003).

Porém, outro fato que chama a atenção nesta investigação é a observação do comportamento da modulação autonômica cardíaca em exercício com diferentes intensidades comparando a condição dos indivíduos pré- e pós-treinamento. Desta forma os autores mostram que houve melhor rendimento dos sujeitos após o programa de treinamento, pois em quase todas as variáveis os valores aumentaram, demonstrando maior controle do tônus vagal durante o exercício.

Em outra situação, seis sessões com intensidade de aproximadamente 65% do pico de consumo de oxigênio ( $\text{VO}_{2\text{pico}}$ ) e duração de 120 minutos, não provocaram grandes alterações nos parâmetros das VFC analisados, com apenas um deles apresentando diferença significativa em relação ao valor pré-treinamento. Mesmo assim, estas não são definições para se afirmar que programas curtos apresentam resultados similares a sessões únicas de treino, pois nos casos aqui apresentados os estímulos foram desenhados com diferentes intensidades e durações de esforço (CURRIE et al., 2009).

Quanto às investigações que experimentaram mais de uma intensidade de exercício para uma mesma duração de exercício ou distância percorrida, os resultados apresentam certa concordância, porém com alguns pontos a serem destacados.

Em estudo que envolveu duas sessões de corrida em esteira com intensidade de 50% da velocidade relacionada ao  $\text{VO}_{2\text{máx}}$  ( $v\text{VO}_{2\text{máx}}$ ) uma de 3500 metros e outra de 7000 metros de corrida, outras duas com intensidade de

aproximadamente 63% da  $vVO_2$ máx e as mesmas distâncias anteriores, e uma quinta sessão com intensidade de aproximadamente 74% da  $vVO_2$ máx e distância a ser percorrida de 3500 metros, os autores encontraram que os parâmetros estudados não sofreram alteração nas duas sessões com intensidade mais baixa e que as duas sessões da intensidade intermediária e a com intensidade mais alta acarretaram em diminuição significativa das variáveis do domínio da frequência da VFC. Desta forma, os resultados sugerem que ao se tratar do estudo dos efeitos das sessões de treino sobre a VFC, especialmente variáveis do domínio da frequência, a duração ou distância percorrida no esforço contínuo parece não ser o que determina o seu impacto, e sim a intensidade com que é realizado (KAIKKONEN et al., 2007).

Ao submeterem oito homens treinados em *endurance* a dois protocolos de treino contínuo com duração de 21 minutos e intensidades de 80% da  $vVO_2$ máx ( $CO_{80}$ ) e 85% da  $vVO_2$ máx ( $CO_{85}$ ), os autores observaram que a FC pós-treino foi diferente entre as condições testadas, com  $p < 0,05$  ( $CO_{80} = 174 \pm 13$  bpm;  $CO_{85} = 184 \pm 12$  bpm). Quanto aos resultados referentes à VFC, os dois protocolos promoveram impacto semelhante nas variáveis (KAIKKONEN et al., 2008).

No entanto, indo de encontro aos resultados anteriores, um estudo revelou impacto parecido sobre a VFC após exercícios com duração de 10 minutos e intensidades bastante distintas, um dos estímulos foi realizado com intensidade de aproximadamente 29% da potência máxima atingida em teste progressivo ( $P_{máx}$ ) e o outro a aproximadamente 61% da  $P_{máx}$ . Neste caso, pode-se constatar que, em exercício de curta duração para um estímulo contínuo, a intensidade em que é realizado o esforço não determina as alterações na modulação autonômica cardíaca (MARTINMÄKI; RUSKO, 2008).

Tabela 1 – Estudos com protocolos de esforços contínuos e análise da variabilidade da frequência cardíaca.

Estudo	N	Sexo	Modo	Quant. de treinos	Intensidade do(s) esforço(s)	Duração do(s) esforço(s)	Variáveis avaliadas	Momentos de coleta	Resultados
Leicht et al., 2003	7 / 6	M / F	B	40	>80% FCmáx	25 – 60min	LF, HF, LF/HF, LFnu, HFnu, TP	Pré- e pós-intervenção	↑HF, ↑TP, ↔ outras variáveis
Pober et al., 2004	11	M	B	1	~65% VO <sub>2</sub> pico	60min	MedRR, SDNN, rMSSD, pNN50, LF, HF, LF/HF, TP	Pré-exercício, 1h, 3h, 6h e 22h pós-exercício	↑pNN50, ↓LF, ↑HF, ↓LF/HF, ↔ outras variáveis
Kaikkonen et al., 2007	13	F	E	5	50% vVO <sub>2</sub> máx	3500 metros	HF, TP	Pré-exercício e durante 30min pós-exercício	↔HF, ↔TP
						7000 metros			↔HF, ↔TP
					~63% vVO <sub>2</sub> máx	3500 metros			↓HF, ↓TP
						7000 metros			↓HF, ↓TP
					~74% vVO <sub>2</sub> máx	3500 metros			↓HF, ↓TP
Kaikkonen et al., 2008	8	M	E	2	80% vVO <sub>2</sub> máx	21min	LF, HF, TP	Pré-exercício, ao fim, 5min, 10min, 20min e 30min pós-exercício	↓LF, ↓HF, ↓TP
					85% vVO <sub>2</sub> máx	21min			↓LF, ↓HF, ↓TP
Martinmäki; Rusko, 2008	13 / 13	M / F	B	2	~29% Pmáx	10min	LF, HF, LFnu, HFnu	Pré- e pós-exercício	↓LF, ↓HF, ↓LFnu, ↑HFnu
					~61% Pmáx	10min			↓LF, ↓HF, ↑LFnu, ↓HFnu
Currie et al., 2009	14	M	B	6	~65% VO <sub>2</sub> pico	120min	rMSSD, LF, HF, LF/HF, LFnu, HFnu, TP	Pré- e pós-intervenção	↑rMSSD, ↔ outras variáveis

B = Bicicleta; E = Esteira; F = Feminino; FCmáx = Frequência cardíaca máxima; M = Masculino; Pmáx = Potência máxima em watts; vVO<sub>2</sub>máx = Velocidade no VO<sub>2</sub>máx; VO<sub>2</sub>máx = Consumo máximo de oxigênio; VO<sub>2</sub>pico = Pico de consumo de oxigênio; MedRR, SDNN, rMSSD, pNN50, LF, LFnu, HF, HFnu, LF/HF, TP = Índices da VFC.

## 5.2 Treino intervalado e modulação autonômica cardíaca

Alguns resultados de treinamento realizado com esforços intervalados e modulação autonômica cardíaca, encontrados na literatura são expostos a seguir e a tab. 2 apresenta suas principais informações.

Em estudo já apresentado anteriormente (KAIKKONEN et al., 2008) os sujeitos também foram submetidos a duas sessões de treinos intervalados, ambos compostos por sete séries de três minutos de esforço por dois minutos de recuperação, porém um com esforços à intensidade de 85% da velocidade no  $VO_2\text{máx}$  ( $IV_{85}$ ) e outro com os esforços realizados a 93% da velocidade no  $VO_2\text{máx}$  ( $IV_{93}$ ). Deste modo, os autores constataram diferença estatisticamente significativa na FC entre os protocolos no momento pós-treino, com  $p < 0,05$  ( $IV_{85} = 178 \pm 10$  bpm;  $IV_{93} = 187 \pm 12$  bpm), assim como nos treinos contínuos. Em relação à VFC, os dois protocolos promoveram impacto similar nas variáveis do domínio da frequência avaliadas com diminuição destes valores, sem que fossem observadas diferenças estatisticamente significativas entre eles. Esta diminuição também foi observada nos esforços contínuos realizados pela amostra como já foi mencionado no item anterior, sugerindo que desde que a intensidade dos esforços seja alta as alterações poderão ser observadas tanto em esforços contínuos quanto em esforços intervalados até mesmo com apenas 21 minutos de exercício (KAIKKONEN et al., 2008).

Ao se comparar sujeitos de diferentes níveis de condicionamento, os achados não fogem deste padrão, pois com exercício em intensidade máxima ou próximo disso, sujeitos treinados e altamente treinados apresentaram comportamento similar nas respostas da VFC. O estímulo de treino que contou com seis esforços também de três minutos com dois minutos de recuperação entre eles e intensidade de 95 a 100% do  $VO_2\text{máx}$  causou diminuição nos valores de todas as variáveis observadas, tanto do domínio do tempo quanto da frequência em ambos os grupos de indivíduos distinguidos pelo nível de treinamento (SEILER et al., 2007).

Já outra investigação, teve como proposta avaliar as respostas da VFC, no domínio da frequência, em três diferentes situações em esteira: i) duas séries de seis estímulos com distância de 250 metros, com 30 segundos de intervalo entre

repetições, cinco minutos de intervalo entre as séries e intensidade de corrida de 85% da velocidade relativa ao  $\text{VO}_2\text{máx}$  ( $V_{\text{máx}}$ ); ii) duas séries de três esforços com distância de 500 metros, com um minuto de intervalo entre repetições e cinco entre as séries, e intensidade de 85% da  $V_{\text{máx}}$ ; e iii) duas séries de seis estímulos de 250 metros, 30 segundos entre repetições, cinco minutos entre séries e intensidade de 105% da  $V_{\text{máx}}$ . Estas condições de treino nos permitem comparar uma mesma intensidade de esforço em duas conformações de exercício e o mesmo tipo de estímulo em duas intensidades distintas, sendo uma delas supramáxima. Como resultados os autores observaram que os três modelos renderam, de maneira geral, diminuição dos valores das variáveis estudadas. Nota-se que mesmo a intensidade mais baixa utilizada no estudo pode ser considerada uma carga elevada de trabalho, e talvez por este motivo os achados tenham apresentado tal semelhança entre as situações testadas (KAIKKONEN et al., 2012).



Tabela 2 – Estudos com protocolos de esforços intervalados e análise da variabilidade da frequência cardíaca.

Estudo	N	Sexo	Modo	Quant. de treinos	Rep.	Intensidade do(s) esforço(s)	Esforço/ recuperação	Variáveis avaliadas	Momento de coleta	Resultados
Seiler et al., 2007	9	M (AT)	E	1	6	95-100% VO <sub>2</sub> máx	3min/2min	MedRR, rMSSD, pNN50, LFnu, HFnu	Pré-exercício e durante 4h pós-exercício	↓ todas as variáveis
	8	M (T)	E	1	6	95-100% VO <sub>2</sub> máx	3min/2min			↓ todas as variáveis
Kaikkonen et al., 2008	8	M	E	2	7	85% vVO <sub>2</sub> máx	3min/2min	LF, HF, TP	Pré-exercício, ao fim, 5min, 10min, 20min e 30min pós-exercício	↓LF, ↓HF, ↓TP
						93% vVO <sub>2</sub> máx	3min/2min			↓LF, ↓HF, ↓TP
Kaikkonen et al., 2012	13	M	E	3	2x6	85% Vmáx	250m/30s/5min	LF, HF, TP	Pré-exercício e durante 15min pós-exercício	↓LF, ↓HF, ↓TP
					2x3	85% Vmáx	500m/1min/5min			↓LF, ↓HF, ↓TP
					2x6	105% Vmáx	250m/30s/5min			↓LF, ↓HF, ↓TP

AT = Altamente treinados; B = Bicicleta; E = Esteira; F = Feminino; M = Masculino; T = Treinados; Vmáx = Velocidade máxima associada ao VO<sub>2</sub>máx; W = Watts; Wmáx = Potência máxima em W; MedRR, rMSSD, pNN50, LF, LFnu, HF, HFnu, TP = Índices da VFC.

No entanto, apesar de os estudos citados acima terem mostrado resultados expressivos em relação à modulação autonômica cardíaca, consideraram, em sua maioria, apenas um modelo de estímulo de treino ou uma pequena faixa de intensidade dos estímulos, enquanto que há evidência de que ao se realizar treinamento polarizado, ou seja, parte do tempo destina-se a treinos de baixa intensidade e outra parte a estímulos de alta intensidade, normalmente abaixo do primeiro limiar de transição da contribuição energética e acima do segundo, observa-se desenvolvimento mais acentuado de variáveis relacionadas ao desempenho mesmo com menor tempo despendido (NEAL et al., 2012).

Na ocasião, os autores submeteram 12 ciclistas treinados a dois programas de treinamento de seis semanas em modelo *cross-over* e separados por quatro semanas de destreinamento. Um dos programas foi dividido com 80% das sessões de intensidade baixa e 20% de intensidade alta e denominado treinamento polarizado (POL), o outro teve 57% dos treinos em intensidade baixa e 43% em intensidade moderada e foi chamado de treinamento no limiar (THR). A determinação das zonas de intensidade foi feita a partir da FC associada aos limiares de lactato. Portanto, para os treinos de intensidade baixa considerou-se que a FC não poderia exceder a associada ao primeiro limiar, para intensidade moderada que a FC se mantivesse entre os limiares, e para intensidade alta que a FC fosse superior àquela relacionada ao segundo limiar. As sessões de intensidade baixa eram livres desde que se respeitasse a intensidade, as de intensidade moderada contavam com exercício contínuo e duração de 60 minutos e as de intensidade alta foram compostas de exercícios intervalados com seis séries de quatro minutos de esforço por dois minutos de descanso.

Constatou-se que o tempo médio gasto por semana no treinamento POL foi de  $381 \pm 85$  minutos e inferior ao do THR que foi de  $458 \pm 120$  minutos ( $p < 0,05$ ). E como resultados nas variáveis do desempenho avaliadas encontrou-se que tanto no POL quanto no THR houve aumento nas medidas de potência média produzida em contrarrelógio de 40km, carga relativa ao primeiro limiar, carga relativa ao segundo limiar, potência pico produzida e tempo até a exaustão com carga de 95% da potência pico produzida pré-treinamento. No entanto, observou-se diferença significativa entre os tipos de treinamento com vantagem para o POL em relação ao THR na carga relativa ao primeiro limiar ( $9 \pm 9\%$  e  $2 \pm 14\%$  de aumento,

respectivamente), potência pico produzida ( $8\pm 5\%$  e  $3\pm 4\%$  de aumento, respectivamente) e no tempo até a exaustão a 95% da potência pico produzida pré-treinamento ( $85\pm 43\%$  e  $37\pm 45\%$  de aumento, respectivamente), todos com  $p < 0,05$ .

## 6 Materiais e métodos

### 6.1 Tipo de estudo e caracterização das variáveis

Estudo experimental de medidas repetidas, com envolvimento dos sujeitos em todas as condições de treinamento propostas. A designação dos sujeitos para a realização dos diferentes protocolos de treinamento será definida aleatoriamente.

Como variáveis independentes elencam-se os protocolos de treinamento e, como dependentes indicam-se:

- I. PSE, avaliada por meio da escala de Borg (0-10) observada 30 minutos após o término de cada sessão de treino;
- II. TRIMP, que será obtido a partir da equação proposta por Bannister, et al. (1991), a qual considera diferentes informações tais como FC de reserva (FCr) durante o esforço e a duração da sessão e está representada na Equação 1;

$$\text{Equação 1. } \text{TRIMP}_{\text{Banister}} = \text{duração} \times \text{FCr} \times 0,64 \times e^{1,92\text{FCr}}$$

- III. FC, observando-se a máxima e a média em cada momento de coleta;
- IV. Os parâmetros da VFC, apresentados no item 6.4, que serão obtidos antes e após cada sessão de treino.

### 6.2 Sujeitos

A amostra será composta por 12 ciclistas de estrada treinados, do sexo masculino, com idade entre 18 e 35 anos, pelo menos um ano de prática na

modalidade, experiência competitiva em nível regional e livres de lesões, os quais serão selecionados por conveniência na cidade de Pelotas/RS.

### 6.3 Delineamento experimental

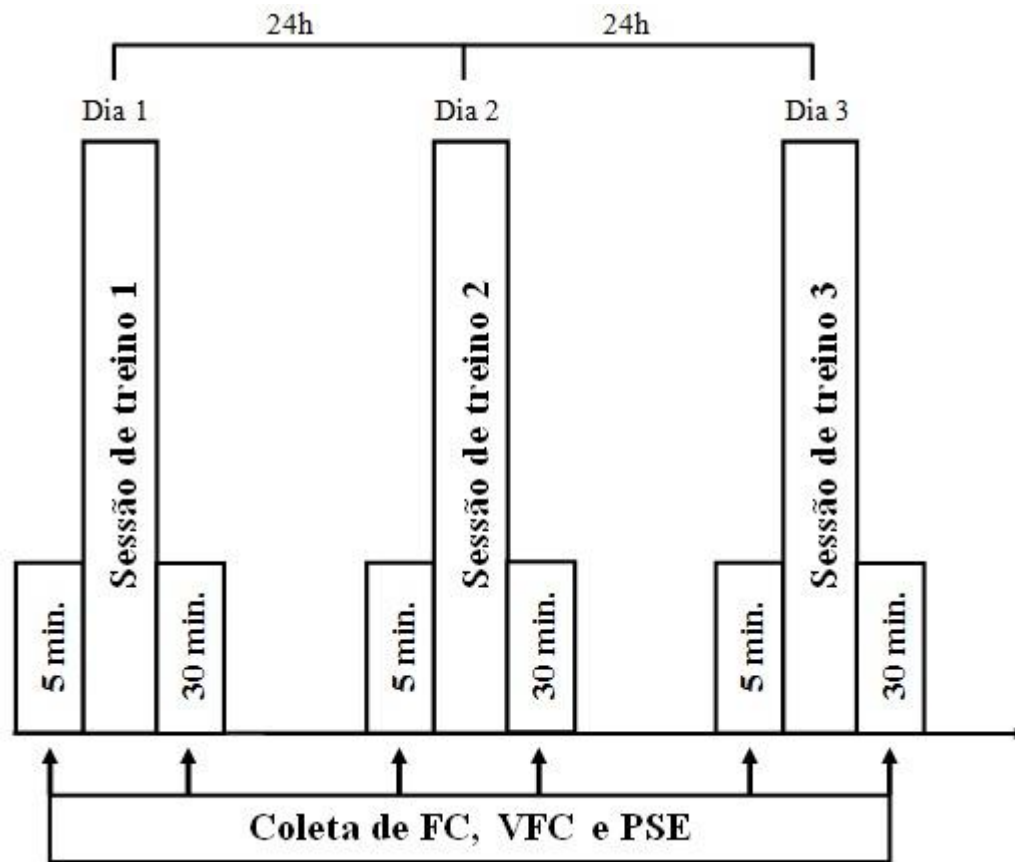
Cada sujeito será avaliado em 10 sessões distribuídas de maneira padronizada. Na primeira preencherá anamnese com informações relativas a tempo de prática na modalidade, frequência de treinos e carga horária semanal, além de nível competitivo autorrelatado (MANNING; TAYLOR, 2001) e será submetido a teste progressivo máximo para identificação da potência máxima produzida, em watts (W) e da potência e FC associadas aos limiares de transição energética que serão tomadas como parâmetros para estipulação das sobrecargas nas sessões de treino. Ainda, massa corporal e estatura dos indivíduos serão mensuradas para caracterizar a amostra e aferidas utilizando balança digital (Filizola<sup>TM</sup>, modelo ID-1500) com sensibilidade de 100g, e estadiômetro de até 200 centímetros fixado à parede.

As nove sessões seguintes são relativas aos protocolos de treinamento aos quais serão designados. Todas as sessões ocorrerão no mesmo período do dia, e serão previamente agendadas.

Cada protocolo de treinamento será composto de três sessões de treino idênticas realizadas em três dias consecutivos com o intuito de verificar o impacto do acúmulo de sessões de treino idênticas sobre as variáveis tomadas como desfecho deste estudo (Fig. 1).

Como parte da equipe de trabalho estará o orientador como pesquisador responsável e coordenador das atividades, um mestrando como atuante em todas as fases da pesquisa, o qual elaborou o presente projeto e visa utilizar os futuros resultados na defesa de dissertação para obtenção do título, além de pelo menos três alunos de graduação, bolsistas de iniciação científica, que participarão ativamente nas fases de limpeza e tabulação dos dados.

Figura 1 – Organização das sessões de treino para os três protocolos.

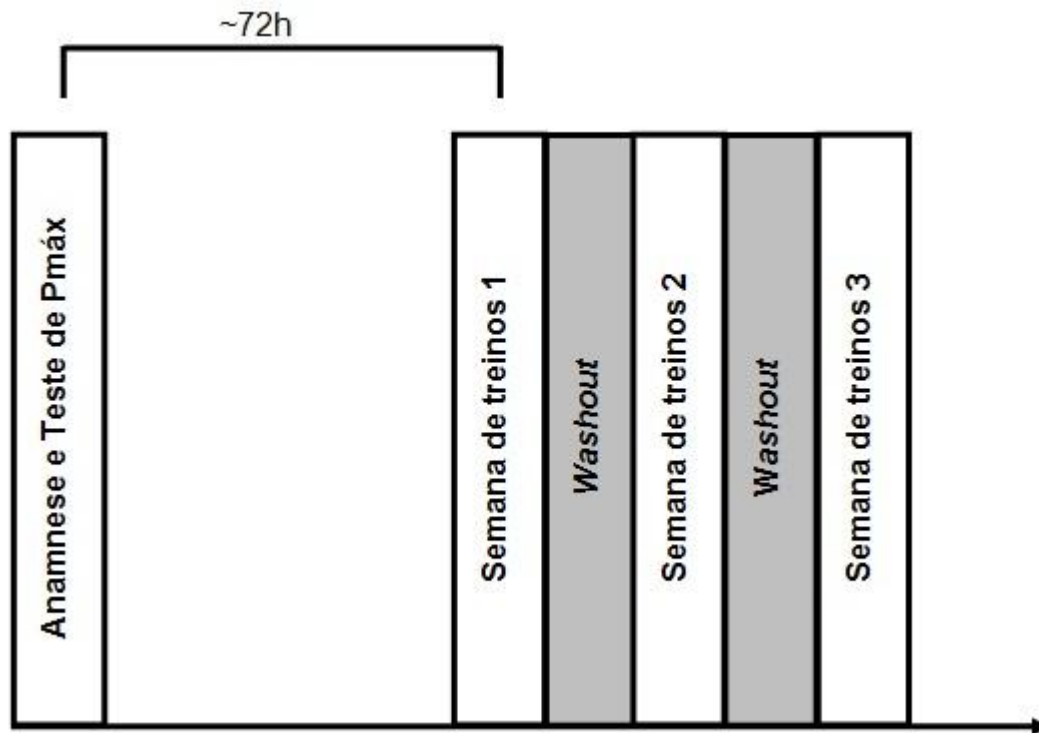


FC = Frequência cardíaca; VFC = Variabilidade da frequência cardíaca;  
PSE = Percepção subjetiva de esforço.

Os protocolos serão intercalados por quatro dias nos quais os ciclistas serão orientados a não realizarem esforços físicos vigorosos. O objetivo é tentar eliminar qualquer efeito, benéfico ou não, adquirido com os treinos anteriores sobre o próximo protocolo a ser realizado (Fig. 2).

Para as atividades, será solicitado aos sujeitos que mantenham suas rotinas habituais de vida, sono e alimentação, que não realizem exercícios físicos vigorosos nas 24 horas precedentes à avaliação e qualquer exercício físico além das sessões de treino durante esta fase do estudo, além de que não ingiram alimentos e bebidas cafeinadas próximo às coletas para que não haja efeito estimulante e modificador da VFC (KARAPETIAN et al., 2012).

Figura 2 – Delineamento experimental.



Pmáx = Potência máxima produzida em teste progressivo.

### 6.3.1 Procedimento avaliativo da Pmáx

Para estimar a Pmáx (W), será aplicado teste progressivo em ciclo ergômetro (Cefise, Biotec 2100) no qual o atleta deverá cumprir a maior quantidade possível de estágios que terão duração de um minuto, aumentos de carga de 0,25 quilogramas força (Kp) a partir de sobrecarga inicial de 0,60Kp e cadência controlada de  $85 \pm 10$  rpm. Antes disso realizarão aquecimento de cinco minutos sem sobrecarga e com cadência livre. Durante o teste haverá coleta de variabilidade da frequência cardíaca (Polar® RS800CX, Polar Eletro OU, Finlândia) para posterior identificação das cargas associadas aos limiares de transição energética de cada atleta (COTTIN et al., 2006) que serão utilizadas na prescrição das intensidades para as sessões de treino.

### 6.3.2 Procedimentos das sessões de treino

Os ciclistas participantes realizarão nove sessões de treino de 30 minutos (três de cada protocolo de treinamento). No entanto, de acordo com o protocolo de treinamento será realizado um tipo distinto de protocolo de treino nas três sessões referentes a ele, que poderão envolver protocolo contínuo (T1), protocolo intervalado no limiar (T2), ou protocolo intervalado acima do limiar (T3). Todas as sessões contarão com aquecimento prévio de 10 minutos com aumentos e diminuições de carga padronizados e correspondentes às cargas de cada participante. Os protocolos de treino estão descritos a seguir e suas características apresentadas na Fig 3. Destaca-se que as sobrecargas de esforço serão definidas a partir da identificação da potência observada no segundo limiar de transição energética ( $PL_2$ ) durante o teste progressivo.

Figura 3 – Características gerais dos treinos contínuo e intervalados.

	T1	T2	T3
Duração total do estímulo (min)	30	30	32
Relação esforço:pausa	NA	4:1	1:3
Intensidade do esforço (% $PL_2$ )	70	90 - 95	120
Intensidade da recuperação (Kp)	NA	0,50	0,50

T1 = Protocolo contínuo; T2 = Protocolo intervalado no limiar; T3 = Protocolo intervalado acima do limiar; %  $PL_2$  = Porcentagem da intensidade associada ao limiar anaeróbio; NA = Não se aplica.

#### i) Protocolo contínuo (T1)

Com sobrecarga de 70% da  $PL_2$ , os ciclistas deverão pedalar ininterruptamente por 30 minutos em cadência controlada de  $85 \pm 10$  rpm.



## ii) Protocolo intervalado no limiar (T2)

Composto de seis blocos de exercício com esforços de quatro minutos e sobrecarga de 90 - 95% da  $PL_2$  e recuperações ativas de um minuto e sobrecarga de 0,50 Kp, totalizando 30 minutos de treino.

## iii) Protocolo intervalado acima do limiar (T3)

Estruturado com oito blocos de exercício com esforços de um minuto e sobrecarga de 120% da  $PL_2$  e recuperações ativas de três minutos com 0,50 Kp.

Além das três sessões de treino para cada protocolo, em dias consecutivos, os atletas deverão comparecer ao local de coletas uma quarta vez, no dia seguinte ao da terceira sessão, para coleta das mesmas informações obtidas antes de cada sessão de treino. Portanto, serão realizados quatro registros de repouso de cada ciclista para cada protocolo de treinamento.

Em relação aos dias de *washout* existentes entre as semanas um e dois e dois e três os participantes serão orientados a não realizarem esforços físicos vigorosos.

Os protocolos se caracterizam pela duração total semelhante e quantificação da carga de esforço a partir do limiar anaeróbio, identificado anteriormente como parâmetro eficaz quando se almeja promover ajustes fisiológicos relativos ao metabolismo aeróbio (BERTUZZI et al., 2008). Ainda, a distinção entre estes protocolos se dá pela intenção de promover, a partir de diferentes conformações de relação esforço:pausa, impactos similares ou que ao menos simulem os promovidos em treinos reais (STEPTO et al., 1999).

## 6.4 Coleta e registro de dados

Os dados de FC e VFC serão coletados com cardiofrequencímetro (Polar® RS800CX, Polar Eletro OU, Finlândia), transferidos para software Polar ProTrainer 5™ e analisados no software Kubios HRV 2.0 (University of Kuopio, Finlândia). Para o domínio da frequência da VFC os limites serão fixados em intervalos de 0,15 –

0,40 Hz para o componente de alta frequência (HF), 0 – 0,15 Hz para o componente de baixa frequência (LF), conforme descrito na literatura (FRONCHETTI et al., 2007).

Para cada sujeito, monitoramento e registro da FC e VFC serão realizados durante cinco minutos antes de dar início às sessões de treino e 30 minutos imediatamente após o término das mesmas. O período de cinco minutos é considerado válido e suficiente para obtenção das informações desejadas em situações de repouso (TASK FORCE ESC AND NASPE, 1996). No entanto, as respostas de algumas variáveis para o exercício podem ser retardadas, e por este motivo o período de coleta é mais prolongado após o treino. Vale ressaltar que todas as coletas serão realizadas com os atletas sentados em cadeira convencional, já que esta posição é mais representativa da adotada durante os esforços propostos (ALONSO et al., 1998).

Para a FC, serão considerados os valores de FC média e FC máxima, em batimentos por minuto (bpm), atingidas em cada um dos momentos de coleta.

Os parâmetros da VFC, adequadamente registrados com equipamento e procedimentos validados de filtragem dos dados (QUINTANA et al., 2012), serão organizados em dois domínios, a saber: tempo e frequência (FRONCHETTI et al., 2007). A variável do domínio do tempo coletada e analisada será: i) raiz quadrada da média das diferenças sucessivas ao quadrado (rMSSD). No domínio da frequência, serão verificados os componentes espectrais de: i) LF (0 – 0,15); iii) HF (0,15 – 0,4); e iv) razão LF/HF.

Em relação à PSE, será utilizada escala de Borg (0-10) como instrumento de avaliação ao término de cada sessão (BORG, 1982).

Quanto à carga interna, que trata do conjunto de respostas fisiológicas consequentes às cargas externas aplicadas (PLATONOV, 2004), será efetuada multiplicação do tempo total da sessão, neste caso todas com 30 minutos, pelo valor da PSE relatada após o treino (FOSTER et al., 2001).

## 6.5 Análise estatística

Após registro e armazenamento dos dados será conduzida análise com o *software Stata 12.0*. Para apresentação descritiva dos dados será empregada média e desvio padrão. Será verificada a normalidade das distribuições em cada variável tomada como desfecho por meio do teste de Kolmogorov-Smirnov. Então, as medidas serão apresentadas com média e desvio padrão ou mediana e percentis, conforme sua normalidade. Em caso de os dados apresentarem distribuição normal será utilizada análise de variância (ANOVA). Encontrando-se significância na ANOVA, será empregado teste de Bonferroni para identificação das diferenças (FIELD, 2009). Quando não satisfizerem os critérios de normalidade, serão empregadas as medidas e os procedimentos estatísticos para distribuições não-paramétricas, neste caso, teste de Kruskal-Wallis. Para todos os resultados o nível de significância será definido em 5%.

## 6.6 Aspectos éticos da pesquisa

Conforme orientações da resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde, o projeto com descrição dos protocolos será enviado a Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) com Seres Humanos da Escola Superior de Educação Física da Universidade Federal de Pelotas para apreciação e os sujeitos envolvidos deverão confirmar sua participação ao assinarem termo de consentimento livre e esclarecido (Apêndices).



## Referências

- ABHISHEKH, H. A.; NISARGA, P.; KISAN, R.; MEGHANA, A.; TRICHUR, R.; SATHYAPRABHA, T. N. Influence of age and gender on autonomic regulation of heart. **Journal of Clinical Monitoring and Computing**, 2013 [Epub ahead of print].
- AUBERT, A. E.; SEPS, B.; BECKERS, F. Heart rate variability in athletes. **Sports Medicine**, v. 33, n. 12, p. 889-919, 2003.
- BANISTER, E. W.; MACDOUGALL, J. D.; WENGER, H. A.; GREEN, H. J. **Modeling elite athletic performance: physiological testing of the high-performance athlete**. Campaign: Human Kinetics Books, 1991: 403-425.
- BARAK, O. F.; JAKOVLJEVIC, D. G.; GACESA, J. Z. P.; OVCIN, Z. B.; BRODIE, D. A.; GRUJIC, N. G. Heart rate variability before and after cycle exercise in relation to different body positions. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 9, n. 2, p. 176-182, 2010.
- BERTUZZI, R. C. M; RUMENIG-SOUZA, E.; FRANCHINI, E.; NAKAMURA, N. Y.; MATSUSHIGUE, K. A.; KISS, M. A. P. D. Comportamento da frequência cardíaca e da percepção subjetiva durante o exercício realizado em intensidades relativas ao limiar anaeróbio. **Revista da Educação Física/UEM**, v. 19, n. 3, p. 437:443, 2008.
- BILLMAN, G. E.; SCHWARTZ, P. J.; STONE, H. L. Baroreceptor reflex control of heart rate: a predictor of sudden cardiac death. **Circulation**, v. 66, n. 4, p. 874-880, 1982.
- BORG, G. A. V. Psychophysical bases of perceived exertion. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 14, n. 5, p. 337-381, 1982.
- BROWN, S. J.; BROWN, J. A. Resting and postexercise cardiac autonomic control in trained master athletes. **Journal of Physiological Sciences**, v. 57, n. 1, p. 23-29, 2007.
- COTTIN, F.; LEPRÊTRE, P. M.; LOPES, P.; PAPELIER, Y.; MÉDIGUE, C.; BILLAT, V. Assessment of ventilatory thresholds from heart rate variability in well-trained

subjects during cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 27, n. 12, p. 959-967, 2006.

CURRIE, K. D.; THOMAS, S. G.; GOODMAN, J. M. Effects of short-term endurance exercise training on vascular function in young males. **European Journal of Applied Physiology**, v. 107, n. 2, p. 211-218, 2009.

DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M. A.; Aspectos relacionados à fadiga durante o ciclismo: uma abordagem biomecânica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 5, p. 472-477, 2008.

FIELD, A. **Descobrimdo a estatística usando o SPSS**. 2nd ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

FOSTER, C.; FLORHAUG, J. A.; FRANKLIN, J.; GOTTSCHALL, L.; HROVATIN, L. A.; PARKER, S.; DOLESHAL, P.; DODGE, C. A new approach to monitoring exercise training. **Journal of Strength and Conditioning Research**, v. 15, n. 1, p. 109-115, 2001.

FRONCHETTI, L.; AGUIAR, C. A.; AGUIAR, A.F.; NAKAMURA, F. Y.; DE-OLIVEIRA, F. R. Modificações da variabilidade da frequência cardíaca frente ao exercício e treinamento físico. **Revista Mineira de Educação Física**, v. 15, n. 2, p. 101-109, 2007.

GIRARD, I.; MCALEER, M. W.; RHODES, J. S.; GARLAND JR, T. Selection for high voluntary wheel-running increases speed and intermittency in house mice (*Mus domesticus*). **Journal of Experimental Biology**, v. 204, n. 24, p. 4311-4320, 2001.

GOMES, A. C. **Treinamento desportivo: estruturação e periodização**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

GUZMÁN, J. E. O.; ROMERO, D. M.; CALDERÓN, C. A.; URBINA, A. Análisis de los componentes espectrales de la variabilidad cardíaca en hombres jóvenes entrenados: comparación del entrenamiento aeróbico y anaeróbico. **Apunts Medicina De l'Esport**, v. 47, n. 174, p. 41-47, 2012.

HEDELIN, R.; BJERLE, P.; HENRIKSSON-LÅRSON, K. Heart rate variability in athletes: relationship with central and peripheral performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 8, p. 1394-1398, 2001.

KAIKKONEN, P.; HYNYNEM, E.; MANN, T.; RUSKO, H.; NUMMELA, A. Heart rate variability is related to training loads variables in interval running exercises. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 3, p. 829-832, 2012.

KAIKKONEN, P.; NUMMELA, A.; RUSKO, H. Heart rate variability dynamics during early recovery after different endurance exercises. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 1, p. 79-86, 2007.

KAIKKONEN, P.; RUSKO, H.; MARTINMÄKI, K. Post-exercise heart rate variability of endurance athletes after different high-intensity exercise interventions. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 18, n. 4, p. 511-519, 2008.

KARAPETIAN, G.; ENGELS, H. J.; GRETEBECK, K. A.; GRETEBECK R. J. Effect of caffeine on LT, VT and HRVT. **International Journal of Sports Medicine**, v. 33, n. 7, p. 507-513, 2012.

LAMBERTS, R. P.; SWART, J.; NOAKES, T. D.; LAMBERT, M. I. Changes in heart rate recovery after high-intensity training in well-trained cyclists. **European Journal of Applied Physiology**, v. 105, n. 5, p. 705-713, 2009.

LEICHT, A. S.; ALLEN, G. D.; HOEY, A. J. Influence of intensive cycling training on heart rate variability during resting and exercise. **Canadian Journal of Applied Physiology**, v. 28, n. 6, p. 898-909, 2003.

LEVY, W. C.; CERQUEIRA, M. D.; HARP, G. D.; JOHANNESSEN, K. A.; ABRASS, I. B.; SCHWARTZ, R. S.; STRATTON, J. R. Effect of endurance exercise training on heart rate variability at rest in healthy young and older men. **American Journal of Cardiology**, v. 82, n. 10, p. 1236-1241, 1998.

MANNING, J.; TAYLOR, R. P. Second to fourth digit ratio and male ability in sport: implications for sexual selection in humans. **Evolution and Human Behavior**, v. 22, n. 1, p. 61-69, 2001.

MARTINMÄKI, K.; RUSKO, H. Time frequency analysis of heart rate variability during immediate recovery from low and high intensity exercise. **European Journal of Applied Physiology**, v. 102, n. 3, p. 353-360, 2008.

NEAL, C. M.; HUNTER, A. M.; BRENNAN, L.; O'SULLIVAN, A.; HAMILTON, D. L.; DE VITO, G.; GALLOWAY, S. D. R. Six weeks of polarised training intensity distribution leads to greater physiological and performance adaptations than a threshold model in trained cyclists. **Journal of Applied Physiology**, v. 114, n. 4, p. 461-471, 2012.

PLATONOV, V. N. **Teoria geral do treinamento desportivo olímpico**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

PLEWS, D. J.; LAURSEN, P. B.; KILDING, A. E.; BUCHHEIT, M. Heart rate variability in elite triathletes, is variation in variability the key to effective training? A case comparison. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 11, p. 3729-3741, 2012.

POBER, D. M.; BRAUN, B.; FREEDSON, P. Y. Effects of a single bout of exercise on resting heart rate variability. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 36, n. 7, p. 1140-1148, 2004.

QUINTANA, D. S.; HEATHERS, J. A.; KEMP, A. H. On the validity of using the Polar RS800 heart rate monitor for heart rate variability research. **European Journal of Applied Physiology**, v. 112, n. 12, p. 4179-4180, 2012.

REIS, A. F.; BASTOS, B. G.; MESQUITA, E. T.; ROMÊO, L. J. M.; NÓBREGA, C. L. Disfunção parassimpática, variabilidade da frequência cardíaca e estimulação colinérgica após infarto agudo do miocárdio. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 70, n. 3, p. 193-199, 1998.

RUMENIG, E.; BERTUZZI, R. C. M.; NAKAMURA, F. Y.; FRANCHINI, E.; MATSUSHIGUE, K. A.; KISS, M. A. P. D. Cinética e variabilidade da frequência cardíaca mediante exercício físico predominantemente aeróbio: influência da intensidade e do tempo de análise. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 21, n. 3, p. 205-218, 2007.



SEILER, S.; HAUGEN, O.; KUFFEL, E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: intensity and duration effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 8, p. 1366-1373, 2007.

STEPTO, N. K.; HAWLEY, J. A.; DENNIS, S. C.; HOPKINS, W. G. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 31, n. 5, p. 736-741, 1999.

STEPTO, N. K.; MARTIN, D. T.; FALLON, K. E.; HAWLEY, J. A. Metabolic demands of intense aerobic interval training in competitive cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 2, p. 303-310, 2001.

TASK FORCE OF THE EUROPEAN SOCIETY OF CARDIOLOGY AND THE NORTH AMERICAN SOCIETY OF PACING AND ELECTROPHYSIOLOGY: Heart rate variability. Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. **Circulation**, v. 93, n. 5, p. 1043-1065, 1996.

WOLF, M. M.; VARIGOS, G. A.; HUNT, D.; SLOMAN, J. G. Sinus arrhythmia in acute myocardial infarction. **Medical Journal of Australia**, v. 2, n. 2, p. 52-53, 1978.

YOUNG, F. L.; LEICHT, A. S. Short-term stability of resting heart rate variability: influence of position and gender. **Applied Physiology, Nutrition and Metabolism**, v. 36, n. 2, p. 210-218, 2011.

## **Anexos e Apêndices**

**Parecer do comitê de ética da ESEF/UFPeI**

**Parecer do comitê de ética da ESEF/UFPeI**

## TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

---

Pesquisador responsável: Felipe Fossati Reichert  
Instituição: Escola Superior de Educação Física (ESEF – UFPel)  
Endereço: Rua Luís de Camões, 625, Pelotas/RS  
Telefone: (53) 3273-2752

---

Concordo em participar do estudo “*Efeitos de diferentes protocolos de treinamento sobre variáveis fisiológicas e psicométricas de ciclistas treinados*”. Estou ciente de que estou sendo convidado a participar voluntariamente do mesmo.

**PROCEDIMENTOS:** Fui informado de que o objetivo geral será “*verificar os efeitos de três protocolos de treinamento; dois intervalados e um contínuo; sobre parâmetros da variabilidade da frequência cardíaca*”, cujos resultados serão mantidos em sigilo e somente usados para fins de pesquisa. Estou ciente que minha participação envolverá “*realização de testes incrementais e nove sessões de treino em cicloergômetro com duração aproximada de 60 minutos cada*”.

**RISCOS E POSSÍVEIS REAÇÕES:** Fui informado que os riscos são mínimos em virtude dos exercícios realizados serem costumeiros entre ciclistas e as alterações hemodinâmicas serem normais frente à estimulação realizada. Na eventualidade de qualquer ocorrência de saúde, os primeiros socorros serão realizados pelos responsáveis pela aplicação dos treinamentos e o atendimento médico, caso seja necessário, será solicitado prontamente.

**BENEFÍCIOS:** Os benefícios de participar na pesquisa relacionam-se ao fato de que os resultados serão incorporados ao conhecimento científico e posteriormente a situações de ensino-aprendizagem e aplicação prática para o treinamento da modalidade. Ainda, os protocolos empregados poderão indicar qual o tipo de treino que deve implicar em melhores ganhos de desempenho. Além disso, é oferecida orientação individualizada sobre treinamentos por seis meses após o fim das coletas de dados.

**PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA:** Como já me foi dito, minha participação neste estudo será voluntária e poderei interrompê-la a qualquer momento.

**DESPESAS:** Eu não terei que pagar por nenhum dos procedimentos, nem receberei compensações financeiras.

**CONFIDENCIALIDADE:** Estou ciente que a minha identidade permanecerá confidencial durante todas as etapas do estudo.

**CONSENTIMENTO:** Recebi claras explicações sobre o estudo, todas registradas neste formulário de consentimento. Os investigadores do estudo responderam e responderão, em qualquer etapa do estudo, a todas as minhas perguntas, até a minha completa satisfação. Portanto, estou de acordo em participar do estudo. Este Formulário de Consentimento Pré-Informado será assinado por mim e arquivado na instituição responsável pela pesquisa.

Nome do participante: \_\_\_\_\_

Identidade: \_\_\_\_\_

ASSINATURA: \_\_\_\_\_

DATA: \_\_\_\_ / \_\_\_\_ / \_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE RESPONSABILIDADE DO INVESTIGADOR:** Expliquei a natureza, objetivos, riscos e benefícios deste estudo. Coloquei-me à disposição para perguntas e as respondi em sua totalidade. O participante compreendeu minha explicação e aceitou, sem imposições, assinar este consentimento. Tenho como compromisso utilizar os dados e o material coletado para a publicação de relatórios e artigos científicos referentes a essa pesquisa. Se o participante tiver alguma consideração ou dúvida sobre a ética da pesquisa, pode entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa da ESEF/UFPel – Rua Luís de Camões, 625 – CEP: 96055-630 - Pelotas/RS; Telefone: (53) 3273-2752.

ASSINATURA DO PESQUISADOR RESPONSÁVEL: \_\_\_\_\_

---

## **Artigo Científico**