



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE DESPORTOS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA

Lucas Tavares Sampaio

O uso do *feedback* visual aumentado e verbal na aprendizagem da técnica de pedalada

Florianópolis, SC

2020

Lucas Tavares Sampaio

O uso do *feedback* visual aumentado e verbal na aprendizagem da técnica de pedalada

Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-
Graduação em Educação Física da Universidade Federal
de Santa Catarina.
Orientador: Prof. Dr. Fernando Diefenthaler.

Florianópolis, SC

2020

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

Sampaio, Lucas Tavares

O uso do feedback visual aumentado e verbal na
aprendizagem da técnica de pedalada / Lucas Tavares
Sampaio ; orientador, Fernando Diefenthaler, 2020.
98 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa
Catarina, Centro de Desportos, Programa de Pós-Graduação em
Educação Física, Florianópolis, 2020.

Inclui referências.

1. Educação Física. 2. Educação Física. 3. Feedback
aumentado . 4. Efetividade da pedalada. 5. Ciclismo. I.
Diefenthaler, Fernando . II. Universidade Federal de
Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Educação Física.
III. Título.

Lucas Tavares Sampaio

O uso do *feedback* visual aumentado e verbal na aprendizagem da técnica de pedalada

O presente trabalho em nível de Mestrado foi avaliado e aprovado por banca examinadora composta pelos seguintes membros:

Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Fabio Juner Lanferdini, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Prof. Juliano Dal Pupo, Dr.
Universidade Federal de Santa Catarina

Certificamos que esta é a **versão original e final** do trabalho de conclusão que foi julgado adequado para obtenção do título de mestre em Educação Física.

Prof.^a Kelly Samara da Silva, Dr.^a
Coordenadora do Programa

Prof. Fernando Diefenthaler, Dr.
Orientador

Florianópolis, 2020.

Este trabalho é dedicado a meus pais que desde o início me incentivaram e tornaram possível cada um dos meus passos na vida.

AGRADECIMENTOS

À minha família que desde o momento que decide a área que gostaria de seguir me apoiou e me deu total estrutura para seguir meus caminhos e escolhas. Minha querida dona Maria Eunice que me acompanha em todos os momentos e meu querido Seu Lourival que tanto me apoiou e me motivou, sou inteiramente grato a vocês não só pelas oportunidades que me permitiram, mas também pela pessoa que me tornei graças a vocês. Lembrarei por toda minha vida de cada palavra não dita por vocês, como desde muito novo aprendi, muitas vezes o sentimento e atitude verdadeiras vêm das ações realizadas e não das palavras ditas e suas ações sempre me mostraram o caminho e direção que deveria seguir. Vocês me formaram e me mostraram, por exemplo, o que é ser um humano de verdade.

Esta etapa que se encerra da jornada chamada vida, cobrou muito de mim e de todos aqueles que estavam próximos de mim, distância, estresse, cansaço e saudade percorreram cada momento do mestrado. No entanto, um raio de sol me manteve lúcido e aquecido mesmo de tão longe um sol que pode ser chamado Stefane Andrade. Muitas dificuldades cruzaram o seu, o meu e o nosso caminho durante estes dois anos, mas assim como tudo na vida cada dificuldade e cada tropeço fez com que nos erguêssemos mais fortes e mais prontos para a vida. Estes dois anos foram de um aprendizado imenso para os dois, mas juntos iniciamos e juntos terminamos nossa jornada, outra se inicia e eu tenho uma certeza nós continuaremos juntos quando esta e todas as outras terminarem. Obrigado por ser meu raio de sol e me manter firme todos os dias. Juntamente a você um pequeno reizinho me gerou muito sofrimento com esta distância, o meu pequeno Bilbo de quem tive que ficar longe por dois longos anos, preciso agradecer a esse pequeno ser puro por me amar e por não ter esquecido e nem deixado de me ver como pai apesar desta distância.

Aqui fica o meu muito obrigado ao meu querido professor e orientador Fernando Diefenthaler que acreditou no meu potencial e me deu a oportunidade de passar por experiências únicas neste período de 2 anos que me fizeram crescer como homem e pesquisador. O senhor sempre foi uma referência para mim muito antes de nos conhecermos e hoje posso ter o orgulho de ter sido orientado pelo senhor dentro de duas áreas que ambos amamos, a biomecânica e o ciclismo. Obrigado pelos conhecimentos repassados e pela paciência nesta jornada. Preciso expor meu agradecimento a mais dois professores, Mateus Rossato e Vinicius Cavalcanti que me deram a oportunidade inicial em toda a caminhada acadêmica no LEDEHU a 6 anos atrás, graças a vocês pude estar onde estou hoje.

Ao Raphael Sakugawa que foi mais do que um colega de trabalho e se tornou um amigo durante este período, sem as suas indicações, correções, apontamentos e toda colaboração nem este trabalho e nem eu estaríamos onde estamos da forma como estamos. À Morgana Lunardi que neste último ano foi o centro de todos os “puxões de orelha” que eram necessários na vida acadêmica e na vida pessoal, se tornou uma grande amiga e colega de trabalho. Obrigado por me fazer ver os dados e a vida que escolhemos de outra forma e me ajudar a subir vários degraus nesta grande escada que é a pesquisa científica. Agradeço a vocês dois por todos os momentos de amizade, alegria e tristeza que passamos juntos, estes serão levados por mim por toda a vida.

Agradeço a todos os colegas do Laboratório de Biomecânica (Biomec), Débora Knihs, Grazieli Biduski, Leandro Garcias, Lucas Voltolini, Silas Nery, Géssica Aline, Filipe Estácio, Haiko Zimmermann e Jorge Nelson que passaram e estiveram presentes nos meus dias durante estes dois anos compartilhando excelentes momentos. Deixo o meu muito obrigado a todos os professores do Biomec por todo o conhecimento e humanidade demonstrados nestes dois anos. Um agradecimento especial à Mariane Eichendorf e Fábio Lanferdini que cederam as sapatilhas utilizadas nas coletas. Aos voluntários que se dispuseram a treinar durante 9 dias e que são os protagonistas de todo este trabalho, o meu muito obrigado a todos.

E por último à Universidade Federal de Santa Catarina, ao Programa de Pós-Graduação em Educação Física. À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida de maneira integral durante todo o período do mestrado.

RESUMO

O ciclismo é uma atividade praticada no mundo inteiro, por esse motivo é amplamente estudada e suas técnicas e características são bem definidas pela literatura. As principais informações utilizadas para a organização técnica desta modalidade são as forças aplicadas no pedal durante o movimento de pedalada, sendo um importante fator no desempenho. Apesar disso, normalmente apenas atletas profissionais ou atletas de alto nível tem uma preocupação com o treinamento destes aspectos. Dentre as diversas formas utilizadas para o treinamento destaca-se a utilização de *feedback* aumentado do movimento realizado. Desta forma, o objetivo deste estudo é avaliar o efeito de dois modelos de treinamento de ciclismo (com *feedback* visual aumentado e com *feedback* verbal) sobre os parâmetros técnicos da pedalada (força efetiva positiva e negativa e atividade muscular) durante um teste incremental máximo e com intensidade constante. Para atingir tal objetivo foram recrutados 30 voluntários, sem experiência prévia com a prática de ciclismo, divididos em três grupos: grupo *feedback* visual aumentado (FA) 10 voluntários que receberam *feedback* visual aumentado; grupo *feedback* verbal (FV) 10 voluntários que receberam um *feedback* com a indicação verbal da direção em que devem realizar a aplicação de força no pedal; e o grupo controle (GC) 10 voluntários realizaram o treinamento sem nenhum tipo de *feedback*. O protocolo foi dividido em 9 dias, no primeiro e último dia foi realizado um teste incremental máximo, nos outros 7 dias foram realizadas as sessões de treinamento com 30 min de duração para todos os grupos. Ao longo das sessões de treinamento foi verificada a frequência cardíaca (FC) e a percepção subjetiva de esforço geral e local (anterior e posterior da coxa e da perna). Os valores de força efetiva foram divididos por quadrante (1º quadrante: 330° a 30°; 2º quadrante: 30° a 150°; 3º quadrante 150° a 210°; e 4º quadrante: 210° a 330° do ciclo de pedalada) gerando a média, o pico e a posição do pico força efetiva a cada minuto para todos os dias de treino. Os resultados de ativação muscular foram calculados a partir de 20 ciclos completos a cada minuto e representados pela média do valor RMS (*root mean square*) para todos os músculos nos testes incrementais pré e pós-treinamento e nas sessões de treinamento 1 e 7. Para a análise estatística, os resultados foram divididos em momento com apresentação do *feedback* e sem apresentação do *feedback*. ANOVA two-way para medidas repetidas foi utilizada para comparar a força efetiva e o RMS entre os testes incrementais (pré e pós), e ANOVA two-way para comparar a força efetiva e o valor RMS entre o primeiro e último dia de treino. O *post hoc* de Tukey foi utilizado para identificar a posição das diferenças e uma significância de $\alpha = 0,05$ foi adotada. Não houve diferenças entre os grupos para massa corporal, estatura, ângulo interno do joelho e potência máxima relativa pré e pós ($p < 0,05$). O grupo FV apresentou maior idade que o GC ($p = 0,018$). Todos os grupos apresentaram redução da força efetiva negativa entre os treinos 1 e 7 no 4º quadrante, mas o grupo FV apresentou valores menores que os demais grupos (FA: $p = 0,040$; FV: $p = 0,031$; e GC: $p = 0,049$). Em todos os grupos houve aumento da força efetiva positiva entre os treinos 1 e 7 nos quadrantes 1 e 3 ($p = 0,005$) e não houve diferenças no 2º quadrante ($p = 0,065$). Quando comparados os resultados de força efetiva entre os testes incrementais pré e pós na intensidade de 50% da potência máxima foi observado aumento da força efetiva positiva nos quadrantes 1 e 3 e redução da força efetiva negativa no 4º quadrante, independentemente do grupo avaliado. Já na intensidade correspondente a 100% da potência máxima, foi observada redução dos valores de força efetiva positiva nos quadrantes 1 e 3 e aumento dos valores de força efetiva negativa no 4º quadrante ($p < 0,05$). A ativação muscular apresentou diferenças apenas para o músculo

biceps femoris com menores valores para o grupo FV em relação ao grupo FA na intensidade correspondente a 100% da potência máxima durante o teste incremental pós-treinamento ($p < 0,05$). No entanto, não foram observadas diferenças para os demais resultados de atividade muscular entre os grupos e os dias ($p < 0,05$). A FC_{MAX} reduziu entre os treinos 1 e 7 nos grupos FA e FV ($p < 0,05$). Durante os testes incrementais pré e pós, o grupo FV apresentou valores de FC_{MAX} máxima maiores em relação aos demais grupos ($p < 0,05$). A percepção subjetiva de esforço reduziu em todos os grupos em todos os locais corporais avaliados quando comparados o treino 1 e treino 7. Não houve diferenças entre a percepção subjetiva de esforço na intensidade máxima durante os testes incrementais entre os grupos e os dias de testes ($p > 0,05$). A partir dos resultados deste estudo podemos concluir que a prática de ciclismo gera melhora na aplicação de força durante a pedalada, mas que o treinamento com utilização de *feedbacks* (verbais ou visuais) irá gerar menores perdas para a aplicação de força principalmente no 4º quadrante (ou fase de recuperação da pedalada). Parece haver uma melhor transferência da aprendizagem da aplicação de força em intensidades submáximas do que em intensidades máximas após sete sessões de treinamento.

Palavras-chave: Ciclismo; Treinamento de ciclismo; Torque da pedalada; Feedback visual aumentado; Técnica de pedalada.

ABSTRACT

Cycling is an activity practiced worldwide, for this reason it is widely studied, and its techniques and characteristics are well defined by the literature. The main information used for the technical organization of this modality is the forces applied to the pedal during the pedaling movement, being an important factor in the performance. Despite this, normally only professional athletes or high-level athletes are concerned with training in these aspects. Among the various forms used for training, the use of increased feedback on the movement performed and the forces involved in the pedaling movement stands out. Thus, the objective of this study is to evaluate the effect of two models of cycling training (with augmented visual feedback and verbal feedback) during a maximum incremental test with constant intensity. To achieve this goal, 30 volunteers were recruited, with no previous experience with cycling, divided into three groups: group augmented visual feedback (AF) 10 volunteers who received augmented visual feedback; group verbal feedback (VF) 10 volunteers who received feedback with the verbal indication of the direction in which they should apply force to the pedal; and group control (GC) 10 volunteers performed the training without any type of feedback. The protocol was divided into 9 days, on the first and last days, two maximum incremental tests were performed, on the other 7 days, 30 min training sessions were performed for all groups. Heart rate (HR) and subjective perception of general and local effort (anterior and posterior thigh and leg) were checked. The effective force values were divided by quadrant (1st quadrant: 330° to 30°; 2nd quadrant: 30° to 150°; 3rd quadrant 150° to 210°; and 4 quadrant: 210° to 330° of the pedaling cycle) generating the average, the peak and the position of the peak torque every minute for all training days. The results of muscle activation were calculated from 20 complete cycles every minute and represented by the average of the RMS value (root mean square) for all muscles in the incremental pre-training and post-training tests and in training sessions 1 and 7. However, the results were generated only for the incremental tests and for the first and last days of training. For statistical analysis, the results were divided in a moment with presentation of feedback and without presentation of feedback, made by means of a two-way ANOVA for repeated measures comparing the effective force and the RMS value between the initial and final incremental tests and an ANOVA two-way to compare the effective strength and the RMS between the first and last training days, a Tukey post hoc was used to identify the position of the differences and a significance of $\alpha=0.05$ was adopted. There were no differences between groups for body mass, height, internal knee angle and maximum relative power before and after ($p<0.05$). The FV group was older than the GC ($p=0.018$). All groups showed a reduction in negative effective strength between training 1 and 7 in the 4th quadrant, but the FV group had lower values than the other groups (AF: $p=0.040$; VF: $p=0.031$; and CG: $p=0.049$). In all groups there was an increase in positive effective strength between training 1 and 7 in quadrants 1 and 3 ($p=0.005$) and there were no differences in the 2nd quadrant ($p=0.065$). When comparing the results of effective strength between the incremental tests pre and post at the intensity of 50% of maximum power, an increase in positive effective strength was observed in quadrants 1 and 3 and a reduction in negative effective strength in the 4th quadrant, regardless of the group evaluated. At the intensity corresponding to 100% of maximum power, a reduction in the positive effective force values was observed in quadrants 1 and 3 and an increase in the negative effective force values in the 4th quadrant ($p<0.05$). Muscle activation showed differences only for the biceps femoris muscle with smaller for the FV group in relation to the FA group at the intensity corresponding to 100% of the maximum power during the post incremental test ($p<0.05$). However, no differences were found for EMG results between groups and days ($p<0.05$).

HR_{MAX} decreased between training 1 and 7 in the FA and FV groups ($p < 0.05$). During the pre and post incremental tests, the PV group had higher maximum HR_{MAX} values compared to the other groups ($p < 0.05$). The subjective perception of effort decreased in all groups in all body sites evaluated when training 1 and training 7 were compared. There were no differences between the subjective perception of effort at maximum intensity during the incremental tests between the groups and the test days ($p > 0.05$). From the results of this study, we can conclude that the practice of cycling will improve the application of force during cycling, but that training using feedbacks (verbal or visual) will generate greater gains for the application of force, especially in the 4th quadrant (or pedal recovery phase). There seems to be a better transfer of learning from the application of force at submaximal intensities than at maximum intensities after seven training sessions.

Keywords: Cycling; Cycling training; Pedaling torque; Augmented visual feedback; Pedaling technique.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ciclo de pedalada dividido em duas fases: propulsiva (0° a 180°) e recuperação (180° a 360°), em quatro quadrantes iguais: 1° (de 0 a 90°), 2° (de 90 a 180°), 3° (de 180 a 270°) e 4° (de 270 a 360°) e em quatro quadrantes diferentes 1° quadrante, 330 a 30°; 2° quadrante, 30 a 150°; 3° quadrante, 150 a 210°; e 4° quadrante, 210 a 330°	23
Figura 2 – Bicicleta e seus principais componentes, quadros em preto representam as partes fixas da bicicleta e quadros em vermelho representam os componentes móveis que podem ser ajustados para os ciclistas	24
Figura 3 – Identificação da direção de aplicação das forças no pedal, Força normal ou vertical (Fy), Força médio lateral (Fz) e Força anteroposterior (Fx)	26
Figura 4 – Principais músculos ativados ao longo do ciclo de pedalada e os momentos principais de ativação destas musculaturas	27
Figura 5 – Desenho do estudo	46
Figura 6 – Posição dos pontos reflexivos no conjunto pedivela e pedal	49
Figura 7 – Composição gráfica do feedback visual aumentado. Gráfico de torque x ângulo (posição do pedivela) gerado pelo sistema da bicicleta estacionaria. Ilustração de um ciclo de pedalada	51
Figura 8 – Curvas de força efetiva ao longo de um ciclo completo de pedalada (360°), um valor médio paraa cada 2° do ciclo de pedalada dos três grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) nos 30 min dos treinos 1 e 7.	56
Figura 9 – Força efetiva média em cada quadrante e as diferenças entre os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós-treinamento (Treino 1 e Treino 7)	57
Figura 10 – Média de força efetiva em cada quadrante e as diferenças entre os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós treinamento (incremental pré e incremental pós) nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima.....	59
Figura 11 – Curvas de força efetiva ao longo de um ciclo completo de pedalada (360°), média a cada 2° do ciclo de pedalada dos grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) nos testes incrementais pré e pós nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima.....	60

Figura 12 – Média do valor RMS para os músculos vastus lateralis, biceps femoris e gastrocnemius medialis e as diferenças entre os grupos (FA, FV e GC) e entre os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) e entre os treinos 1 e 7 61

Figura 13 – Média do valor RMS para os músculos vastus lateralis, biceps femoris e gastrocnemius medialis e as diferenças entre os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós-treinamento (incremental pré e incremental pós) nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima 63

LISTA DE QUADROS

Quadri 1 – Resumo das principais informações metodológicas dos artigos incluídos nesta revisão	35
Quadro 2 – Resumo dos principais resultados e do tempo com apresentação de feedback nos artigos incluídos nesta revisão	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Caracterização dos participantes da pesquisa	45
Tabela 2 – Resultados de potência máxima absoluta e potência máxima relativa	54
Tabela 3 – Diferenças na frequência cardíaca máxima (FC MAX) entre os dias 2 e 8 (treino 1 e treino 7, respectivamente) e entre os dias 1 e 9 (incremental pré e incremental pós, respectivamente) para os grupos feedback visual aumentado (FA) feedback verbal (FV) e controle (GC).....	64
Tabela 4 – Média e desvio padrão da percepção subjetiva de esforço geral e específica (anterior e posterior da coxa e anterior e posterior da perna) no final de cada treino dos grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) nos dias 2 e 7 (treino 1 e treino 7, respectivamente).....	65
Tabela 5 – Resultados de percepção subjetiva de esforço geral e específicos (anterior e posterior da coxa e anterior e posterior da perna) no final de cada teste incremental (incremental pré e incremental pós) para os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMX - Bicicross

Bpm - Batimentos por Minuto

EMG - Eletromiografia de Superfície

EP - Eixo do pedivela

FA - *Feedback* visual aumentado

FC_{MAX} - Frequência cardíaca máxima

FV - *Feedback* verbal

Fy - Força Normal ou Vertical

Fx - Força Anteroposterior ou Horizontal

Fz - Força Médio Lateral

GC - Controle

LEM - Lode Ergometry Manager

PA - Pedal anterior

PP - Pedal posterior

RMS - *Root Mean Square*

RPM - Rotações por Minuto

TCLE - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

UCI - União Ciclística Internacional

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
1.1	CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA	15
1.2	OBJETIVOS	17
1.2.1	Objetivo Geral.....	17
1.2.2	Objetivos Específicos	18
1.3	HIPOTESES	18
1.4	JUSTIFICATIVA	19
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	22
2.1	BIOMECÂNICA DA PEDALADA.....	22
2.1.1	Interface ciclista bicicleta.....	23
2.1.2	Movimento da pedalada	25
2.1.3	Forças aplicadas ao pedal ao longo do ciclo de pedalada	25
2.1.4	Recrutamento muscular ao longo do ciclo de pedalada	27
2.2	TÉCNICA DE PEDALADA	28
2.2.1	Fatores que influenciam a Técnica da Pedalada.....	28
2.2.2	Formas de ensino da Pedalada no Ciclismo	30
2.2.3	<i>Feedback</i> aumentado como forma de ensino da técnica da pedalada.....	31
2.2.3.1	<i>Principais informações apresentadas como feedback aumentado da pedalada ...</i>	33
2.2.3.2	<i>Utilização e aplicação destas principais informações</i>	39
2.2.3.3	<i>Momento para a apresentação do feedback.....</i>	39
3	MÉTODOS.....	44
3.1	CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA	44
3.2	PARTICIPANTES DO ESTUDO	44
3.2.1	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO	45
3.2.2	CRITÉRIOS DE EXCLUSÃO	45
3.3	ASPECTOS ÉTICOS	45

3.4	DESENHO EXPERIMENTAL	46
3.5	PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS	46
3.5.1	Teste incremental máximo	47
3.5.2	Protocolo de treinamento	49
3.6	ANÁLISE DE DADOS	51
3.7	ANALISE ESTATÍSTICA	53
4	RESULTADOS	54
4.1	CARACTERÍSTICAS DOS AVALIADOS	54
4.2	FORÇA EFETIVA	54
4.2.1	Treinamento	54
4.2.2	Teste incremental.....	58
4.3	ELETROMIOGRAFIA	61
4.3.1	Treinamento	61
4.3.2	Teste incremental.....	61
4.4	FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA	64
4.5	PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO	64
4.5.1	Treinamento	64
4.5.2	Teste incremental.....	65
5	DISCUSSÃO	67
6	LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DIREÇÕES FUTURAS	74
7	CONCLUSÃO.....	74
	REFERENCIAS.....	76
	APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E	
	ESCLARECIDO (TCLE)	82
	APÊNDICE B – ANAMINESE	87
	APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL	89
	APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA A DETERMINAÇÃO DA	
	DOMINANCIA LATERAL.....	91
	APÊNDICE E – ESCALA VISUAL DE ESFORÇO	94

1 INTRODUÇÃO

1.1 CARACTERIZAÇÃO DO PROBLEMA

O ciclismo é considerado uma das modalidades esportivas mais tradicionais do mundo (DIEFENTHAELER et al., 2007). Tendo principal destaque na Itália, Espanha e França, onde ocorrem as provas mais tradicionais da modalidade e são registrados os maiores salários (DUARTE, 2019). Além disso, no continente Europeu diversos países utilizam a bicicleta como principal meio de transporte (PUCHER; BUEHLER, 2008). Assim, o grande destaque alcançado pelo ciclismo vem sendo atribuído as suas diversas aplicabilidades como, forma de lazer, recreação, transporte, prevenção de doenças e esporte competitivo (BURKE; PRUITT, 2003; FRASER; LOCK, 2011).

Dessa forma, a modalidade apresenta um elevado número de adeptos, fazendo com que seja amplamente estudada em todas as suas características, tais como: ritmo utilizado, estratégias de treinamento, estratégias nutricionais, características fisiológicas e características biomecânicas (ATKINSON et al., 2003). A influência principal destas características estudadas é observada no movimento de pedalada (ou ciclo de pedalada) (HUG; DOREL, 2009; KAUTZ et al., 1991; TAKAISHI; YASUDA; MORITANI, 1998), considerado o principal movimento do ciclismo, sendo caracterizado como um movimento contínuo e circular de 360° realizado por ambas as pernas (BURKE; PRUITT, 2003). O movimento de pedalada é responsável por gerar a propulsão da bicicleta por meio da transmissão da força muscular para os componentes propulsivos da bicicleta (pedais, pedivelas, catracas e coroas) (BINI; CARPES, 2014).

Para o melhor entendimento deste movimento a literatura traz três principais formas de divisão/classificação do ciclo de pedalada, a divisão em fases (propulsiva, 0° - 180°; e recuperação, 180° - 360°) (SANDERSON; BLACK, 2003), divisão em 4 quadrantes iguais (quadrante 1, 0 a 90°; quadrante 2, 90 a 180°; quadrante 3, 180 a 270°; e quadrante 4, 270 a 360°) (DIEFENTHAELER et al., 2007) e a divisão em 4 quadrantes não iguais, que foram um X, (quadrante 1, 330 a 30°; quadrante 2, 30 a 150°; quadrante 3, 150 a 210°; e quadrante 4, 210 a 330°) (DOREL et al., 2009). A divisão em X nos últimos anos vem sendo mais utilizada por permitir a exclusão dos ângulos de 330 a 30° e 150 a 210° (quadrantes 1 e 3, respectivamente), considerados também como ponto morto superior e inferior (DOREL et al., 2009). A força aplicada durante estes dois quadrantes é considerada insignificante quando comparada às forças aplicadas nos quadrantes 2 e 4. Dessa forma, nas divisões por fases e por

quadrantes iguais os valores podem ser mascarados ou alterados pelos valores de força aplicados durante a faixa angular dos quadrantes 1 e 3 (DOREL et al., 2009).

Além disso, inúmeros estudos têm estudado a técnica da pedalada para identificação da melhor forma de se posicionar na bicicleta (BURKE; PRUITT, 2003; HOLMES; PRUITT; WHALEN, 1994), para melhorar (1) a economia de movimento (BINI et al., 2013; SANDERSON; BLACK, 2003), o (2) aproveitamento do torque produzido (BINI et al., 2013; CHAVARREN; CALBET, 1999) e a (3) coordenação muscular durante o movimento (BLAKE; CHAMPOUX; WAKELING, 2012; LI; CALDWELL, 1998). Características estas que estão relacionadas a uma boa técnica de pedalada (CANDOTTI et al., 2009). Isso demonstra que o ciclismo pode ser um exercício simples, mas que a técnica correta de pedalada é um movimento complexo e diferentes variáveis podem influenciá-la. Apesar do entendimento destas características como necessárias para uma boa técnica de pedalada, e dos benefícios que serão gerados ao praticante, normalmente os treinamentos de ciclismo priorizam, principalmente, a intensidade e volume de treinamento (BURKE; PRUITT, 2003), deixando o aspecto técnico como um treinamento secundário.

Mesmo em estágios iniciais da prática da modalidade os principais aspectos de treinamento são voltados para a melhora dos componentes fisiológicos e diminuição da percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca (WILLIAMS et al., 2009). No entanto, sabe-se que quanto mais experiente o ciclista, melhor será sua técnica de pedalada (BINI et al., 2013; BINI; HUME, 2013; DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012a; ROSSATO et al., 2008). Mesmo que seja uma forma válida para o aprendizado do movimento, o gesto técnico da pedalada poderia ter uma aprendizagem mais simples se realizado no início da prática da modalidade, tornando assim mais fácil o aperfeiçoamento deste movimento e possivelmente melhorando o desempenho (RATHORE; LOM, 2017).

Baseando-se na importância do ensino da técnica da pedalada em estágios iniciais da prática do ciclismo, duas didáticas principais foram sugeridas para o ensino/treinamento deste movimento, explicações e indicações verbais ou *feedback* verbal (FV) da direção de aplicação de força (BINI et al., 2017; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010) e o uso de indicações gráficas visuais ou *feedback* visual aumentado (FA) das forças aplicadas aos pedais (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). O *feedback* é um resultado do movimento, podendo ser gerado a partir de *feedbacks* intrínsecos e/ou extrínsecos (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). O intrínseco é toda informação gerada diretamente pelo

organismo do aprendiz, já o extrínseco (ou *feedback* aumentado) é formado de resultados provenientes do movimento externos ao organismo do indivíduo (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

Assim, o FA vem sendo utilizado para o ensino da técnica dos movimentos em diversos esportes (KEOGH; HUME, 2012; SMITH; LOSCHNER, 2002). No ciclismo sua principal utilização é repassando as informações sobre os resultados das forças aplicadas nos pedais (BINI et al., 2013). Essa estratégia já vem sendo indicada como uma forma de melhorar o aspecto técnico da pedalada, tanto em ciclistas iniciantes quanto em ciclistas experientes (BINI; HUME, 2013; HOLDERBAUM et al., 2009; MORNIEUX et al., 2008). Essa melhora na técnica pode ser observada por meio do aumento da força efetiva, força resultante e índice de efetividade na fase propulsiva da pedalada e pela diminuição da força efetiva e índice de efetividade negativos na fase de recuperação da pedalada (MORNIEUX et al., 2008; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012; BINI; HUME, 2013). Além disso, a técnica de pedalada pode ser observada por meio do aumento da ativação dos principais músculos recrutados durante o ciclo de pedalada (*vastus lateralis, rectus femoris, vastus medialis, biceps femoris, gluteus maximus, gastrocnemius medialis e tibialis anterioris*) (MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010; DE MARCHIS et al., 2013b).

Embora a maioria dos estudos envolvendo modelos de *feedback* visual aumentado utilizam em conjunto modelos de *feedback* verbal, o estudo de Korff et al. (2007) utilizou apenas FV no ensino da técnica de pedalada. No entanto, não houve comparação entre um grupo que recebeu FV e um grupo que recebeu FA, o que limita as comparações entre os métodos de treinamento. Dessa forma, surgem as seguintes perguntas: O FA apresentado sem a presença de FV auxilia na melhora da técnica de pedalada? Apresentar o FV das direções de aplicação de força isoladamente irá gerar resultados iguais ou melhores que o FA?

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito crônico do treinamento de ciclismo com a utilização de FA e FV sobre os parâmetros técnicos da pedalada durante um teste incremental máximo e um teste de intensidade constante.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Verificar as diferenças na força efetiva média aplicada no pedivela nos quatro quadrantes (quadrante 1, 330 a 30°; quadrante 2, 30 a 150°; quadrante 3, 150 a 210°; e quadrante 4, 210 a 330°) entre os grupos FA, FV e grupo controle (GC) nos testes incremental pré-treinamento e pós-treinamento, nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima e nos treinos 1 (inicial) e 7 (final) (50% da potência máxima);
- Verificar as diferenças na força efetiva média aplicada no pedivela nos quatro quadrantes entre os testes incremental pré e pós-treinamento, nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima e entre os treinos 1 (inicial) e 7 (final) (50% da potência máxima) em cada grupo (FA, FV e GC);
- Identificar as diferenças nas médias do valor RMS dos músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* entre os grupos (FA, FV e GC) nos testes incremental pré-treinamento e pós-treinamento, nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima e nos treinos 1 (inicial) e 7 (final) (50% da potência máxima).
- Identificar as diferenças nas médias do valor RMS dos músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* entre os testes incremental pré e pós-treinamento, nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima e entre os treinos 1 (inicial) e 7 (final) (50% da potência máxima) em cada grupo (FA, FV e GC);
- Verificar as diferenças na frequência cardíaca e na percepção subjetiva de esforço entre os testes incremental pré e pós-treinamento e entre os treinos 1 e 7 em cada grupo (FA, FV e GC) e entre os grupos.

1.3 HIPOTHESES

H₁: Haverá aumento da força efetiva aplicada no pedivela no quadrante 2 para todos os grupos. No entanto, o grupo que receberá FA apresentará valores de força efetiva média aplicada no pedivela no quadrante 2 (fase propulsiva) maiores que os demais grupos.

H₂: Os grupos que receberão FA e FV apresentarão diminuição na força efetiva negativa no quadrante 4 (fase de recuperação) no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima), sem diferenças entre os grupos FA e FV.

H₃: O valor médio de RMS para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* serão maiores para o grupo que receberá FA em relação aos outros grupos no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades de 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima).

H₄: O valor médio de RMS para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* serão maiores no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades de 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima) em comparação aos teste incremental pré-treinamento e treino 1, respectivamente para os grupos FA e FV.

H₅: Todos os grupos apresentarão uma redução da frequência cardíaca no teste incremental pós-treinamento e no treino 7 em comparação ao teste incremental pré-treinamento e o treino 1.

H₆: Todos os grupos apresentarão diminuição da percepção subjetiva de esforço geral e específica (regiões anterior da coxa, posterior da coxa, anterior da perna e posterior da perna) no teste incremental pós-treinamento e no treino 7 em comparação ao teste incremental pré-treinamento e o treino 1.

1.4 JUSTIFICATIVA

Diversos estudos têm focado em programas de treinamento com utilização de FA com o intuito de melhorar a habilidade de realizar o movimento de pedalada, ou seja, tornar este movimento mais eficiente (BINI; HUME, 2013; HOLDERBAUM, 2006; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010). Desta forma, esta pesquisa vem como um complemento a esses estudos utilizando-se de suas características de instrução e organização do *feedback* apresentado, visando verificar se realmente existe uma maior eficiência na técnica de pedalada ao utilizar-se de *feedback* aumentado para o treinamento.

Outro objetivo ao se utilizar esta metodologia é verificar que sua utilização é mais efetiva que apenas a indicação do movimento a ser realizado ou da simples realização do movimento pelos aprendizes. Para atingir estes dois objetivos foram utilizadas em estudos prévios avaliações da efetividade da força aplicada ao pedal e da ativação muscular ao longo da pedalada para identificar modificações na técnica de pedalada (BIBBO et al., 2012; DE MARCHIS et al., 2012). Estas avaliações foram utilizadas para a caracterização das alterações na técnica causadas pelas metodologias de *feedback*, uma vez que a ativação e a coordenação muscular ao longo do ciclo de pedalada podem ser fatores influenciadores do nível de capacidade de um ciclista/aprendiz e do nível técnico que este apresenta (DE MARCHIS et al., 2013a).

A melhor técnica de pedalada de forma geral pode ser identificada como o movimento no qual a maior parte da força aplicada no pedal é perpendicular ao pedivela na direção do movimento (COYLE et al., 1991; ROSSATO et al., 2008). Esta força é denominada de força efetiva e pode ser identificada de duas formas, como força efetiva propulsiva (na direção do movimento do pedivela) ou força efetiva retrograda (na direção contrária ao movimento do pedivela). Além disso, a força efetiva vem sendo tratada como um fator importante quando falamos de economia de movimento no ciclismo de longa duração, ou seja, um fator técnico importante na avaliação da técnica de pedalada (BIBBO et al., 2012).

Além da metodologia utilizando o FA, os estudos de Holderbaum (2006) e Mornieux et al. (2008) também apresentam a utilização de uma forma de FV, que utiliza indicações de como realizar o movimento da pedalada e não utiliza informações a respeito da efetividade da pedalada. Além disso, os trabalhos que utilizaram os modelos de FA normalmente indicam de forma verbal também a melhor forma de realizar o movimento. Assim um dos objetivos deste estudo foi isolar o FA do FV e identificar os ganhos de cada uma das metodologias.

O treinamento com FA depende de equipamentos, quando falamos de informações relacionadas a força que é a informação normalmente utilizada no ciclismo. Ou seja, caso a utilização apenas de FV tenham a mesma resposta de efetividade do FA pode-se utilizar apenas esta metodologia verbal na realização de treinamento da técnica do ciclismo. Quando pensamos nas aplicabilidades deste trabalho, podemos pensar nos ganhos tanto dos iniciantes da prática (possuem menor acesso a instrumentos que possam gerar o *feedback*), quanto de atletas experientes e treinados na modalidade. Estas aplicabilidades se justificam por tornar o

treinamento técnico da modalidade mais simples e fácil de ser realizado por técnicos e treinadores ao longo de diversos períodos de treinamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

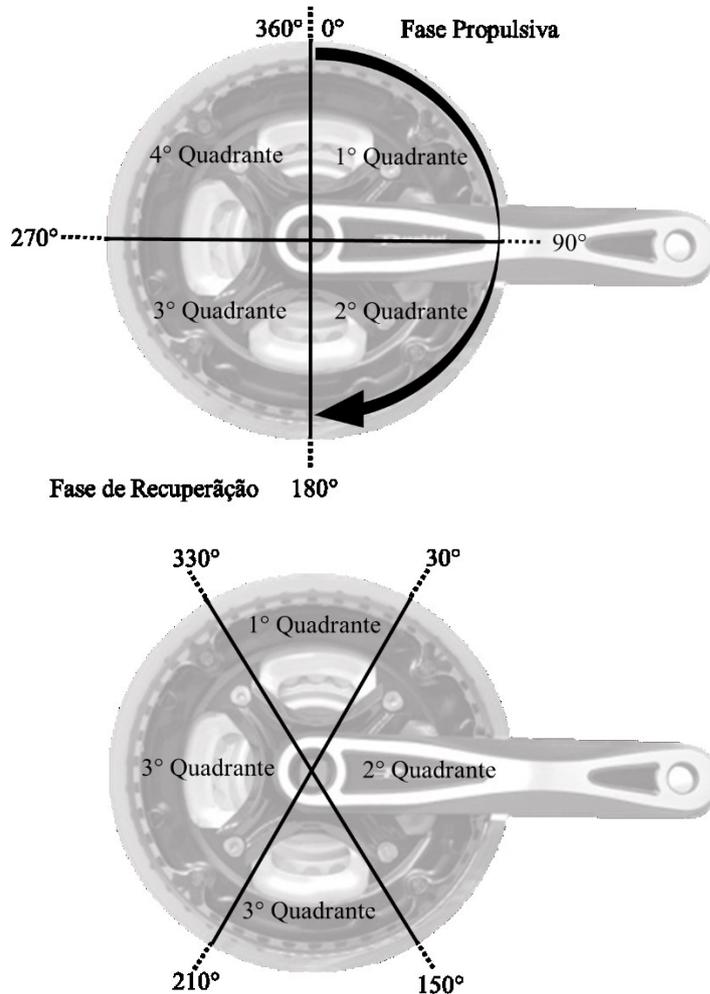
2.1 BIOMECÂNICA DA PEDALADA

O ciclismo é uma atividade complexa que exige adaptações a diversos terrenos e diferentes situações de competição (BURKE; PRUITT, 2003). Para tais adaptações é necessário um bom controle do movimento mais importante da modalidade que é a pedalada. A pedalada é um movimento que acontece pela interação entre os pés dos ciclistas e os pedais da bicicleta e é um movimento circular de 360° que transmite a força dos músculos para os componentes da bicicleta (pedal, pedivela, catracas e coroas) (BINI; CARPES, 2014), sendo responsável pelo deslocamento da bicicleta. Desta forma, para que os ciclistas possam se adaptar as demandas geradas pela prática é necessária uma boa técnica de pedalada.

Este movimento também pode ser denominado de ciclo de pedalada e têm três principais formas de organização/classificação: (1º) divisão do ciclo em duas fases, dividindo o ciclo de pedalada em fase propulsiva (0 a 180°) e fase de recuperação (180 a 360°) (SANDERSON; BLACK, 2003) (Figura 2), (2º) divisão do ciclo em quadrantes dividindo o movimento em quatro partes iguais, denominados quadrantes (1º quadrante, 0 a 90° ; 2º quadrante, 90 a 180° ; 3º quadrante, 180 a 270° ; e 4º quadrante, 270 a 360°) (Figura 2) e a (3º) divisão em X da pedalada que também divide o movimento em quatro partes, no entanto não iguais, denominados também de quadrantes (1º quadrante, 330 a 30° ; 2º quadrante, 30 a 150° ; 3º quadrante, 150 a 210° ; e 4º quadrante, 210 a 330°).

A principal forma de se entender, do ponto de vista mecânico, como se comporta esta interação entre o complexo ciclista bicicleta é por meio das avaliações biomecânicas deste conjunto. Assim, ao observar o ciclo de pedalada do ponto de vista biomecânico os estudos focam suas investigações e seus esforços para entender (1) a interface ciclista bicicleta, (2) o movimento da pedalada, (3) como se organizam as forças aplicadas no pedal ao longo do ciclo de pedalada e (4) as alterações do recrutamento muscular ao longo do movimento.

Figura 1. Ciclo de pedalada dividido em duas fases: propulsiva (0° a 180°) e recuperação (180° a 360°), em quatro quadrantes iguais: 1° (de 0 a 90°), 2° (de 90 a 180°), 3° (de 180 a 270°) e 4° (de 270 a 360°) e em quatro quadrantes diferentes 1° quadrante, 330 a 30° ; 2° quadrante, 30 a 150° ; 3° quadrante, 150 a 210° ; e 4° quadrante, 210 a 330° .

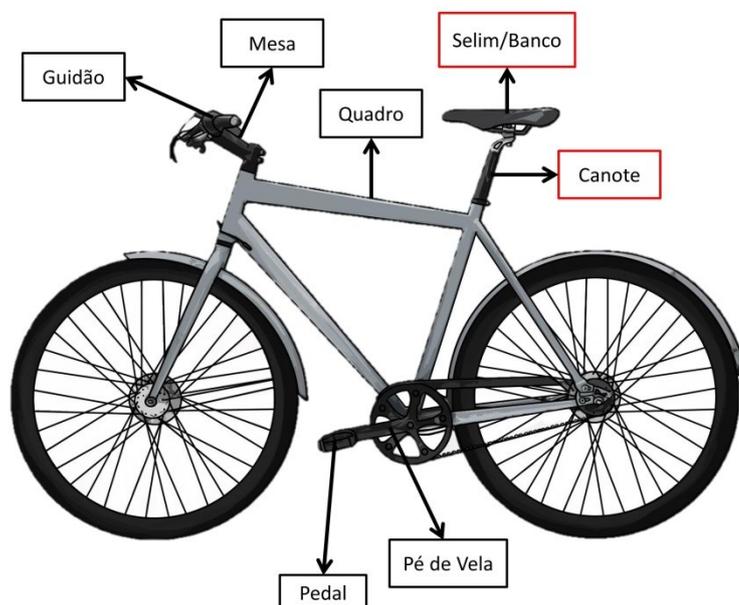


Fonte: Adaptado de Holderbaum (2006) e Hug et al. (2008).

2.1.1 Interface ciclista bicicleta

Inicialmente no entendimento do conjunto ciclista bicicleta observa-se que a bicicleta tem a característica de ser adaptável e ajustada de acordo com as características anatômicas individuais de cada ciclista (BURKE; PRUITT, 2003). Esta característica ocorre por a bicicleta ser composta de componentes fixos e móveis (Figura 2). Os componentes fixos determinando o tamanho ideal de bicicleta de acordo com cada ciclista e os componentes móveis sendo passíveis de adaptação de acordo com as necessidades individuais de cada ciclista.

Figura 2. Bicicleta e seus principais componentes, quadros em preto representam as partes fixas da bicicleta e quadros em vermelho representam os componentes móveis que podem ser ajustados para os ciclistas.



Fonte: Autor (2019).

Esses componentes fixos se relacionam com a escolha da bicicleta de acordo com algumas características anatômicas, como altura e tamanho dos membros superiores e inferiores, e os componentes móveis estão relacionados ao ajuste fino do posicionamento do ciclista na bicicleta (MESTDAGH, 1998). A partir disso, algumas posições de referência vêm sendo apresentadas nos últimos anos para a determinação do melhor posicionamento do ciclista na bicicleta (MESTDAGH, 1998; BURKE; PRUITT, 2003). Com uma angulação relativa do joelho de 25 a 35° de flexão na posição de 180° do pedal (HOLMES; PRUITT; WHALEN, 1994). Outra forma de se determinar esta posição é a utilização do ângulo absoluto do joelho, proposto por Burke e Pruitt (2003), no qual o ângulo do joelho deve estar entre 150 e 155° de flexão na posição de 180° do pedal. Já para o posicionamento anteroposterior do ciclista, deve-se manter um alinhamento da face do joelho com o eixo do pedal quando o pedal se encontrar em uma posição de 90° do ciclo de pedalada (FITZGERALD, 2003), posição que irá causar menores sobrecargas ao joelho durante o movimento de pedalada (BURKE; PRUITT, 2003).

No entanto, estudos que avaliaram a relação entre estas posições de referência e o conforto da prática de ciclistas profissionais e recreativos não encontraram relação entre elas (CHRISTIAANS; BREMNER, 1998; IRIBERRI; MURIEL; LARRAZABAL, 2008). Assim, estas referências podem ser utilizadas como base para o início da prática, mas é improvável que possam ser dependentes unicamente das características anatômicas do ciclista. Sendo necessário levar em consideração outros fatores como, o comprimento muscular individual, a excursão muscular e movimento realizado por cada articulação individualmente (LANFERDINI, 2011; BINI; DIEFENTHAELER, 2013).

2.1.2 Movimento da pedalada

O ciclo de pedalada é um movimento que ocorre predominantemente no plano sagital, ou seja, com movimentos de flexão e extensão. Movimentos nos outros planos são mais observados quando avaliados em condições máximas da prática (UMBERGER; MARTIN, 2001). A principal avaliação biomecânica na análise do movimento de pedalada é a cinemática angular das principais articulações utilizadas no movimento (quadril, joelho e tornozelo) (TAMBORINDEGUY; BINI, 2011).

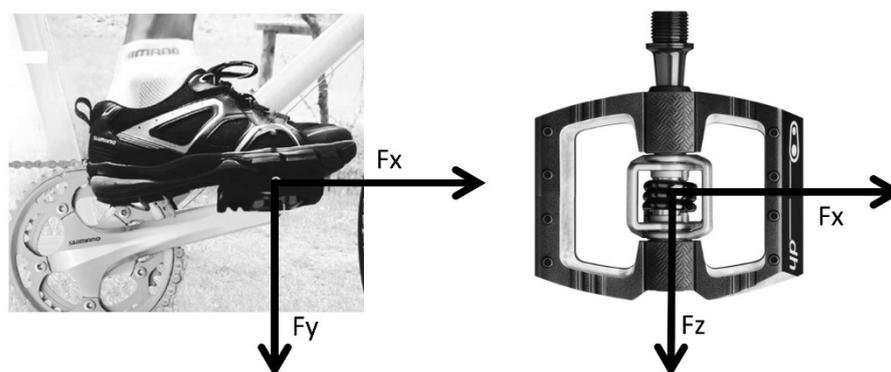
Essa predominância das avaliações angulares do movimento de pedalada acontece pela excursão muscular ser dependente do tamanho do movimento realizado pela articulação (UMBERGER; MARTIN, 2001). Além desta avaliação direta também se avaliam a velocidade, posição e aceleração de cada ponto de referência utilizado, sendo os principais os centros articulares das principais articulações utilizadas no ciclismo (BINI; CARPES, 2014). A avaliação do posicionamento destes pontos no espaço gera principalmente um conhecimento de como os segmentos estão organizados, podendo demonstrar desvios de posicionamento que podem ser relacionados com a redução do desempenho ou presença de desconfortos como, por exemplo, o desvio do joelho lateralmente durante a fase de propulsão da pedalada (BINI; CARPES; DIEFENTHAELER, 2011).

2.1.3 Forças aplicadas ao pedal ao longo do ciclo de pedalada

As forças aplicadas no pedal são moduladas e alteradas de acordo com o movimento ao longo do ciclo de pedalada pela característica do sistema de transmissão de força ser composto por um ponto de aplicação de força móvel (pedal) e um braço de alavanca fixo (pedivela) que se movimenta ao redor de um eixo de rotação ao longo de todo o ciclo de pedalada (KAUTZ et al., 1991; BINI; DIEFENTHAELER; CARPES, 2014). As principais

forças aplicadas no pedal durante a pedalada são as forças normal ou vertical (F_y), médio lateral (F_z) e anteroposterior ou horizontal (F_x) (Figura 3).

Figura 3. Identificação da direção de aplicação das forças no pedal, força normal ou vertical (F_y), força médio lateral (F_z) e força anteroposterior (F_x).



Fonte: Autor (2019).

E a partir destas direções pode-se entender como se comporta a técnica de pedalada do ciclista (MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010; BINI; DIEFENTHAELER; CARPES, 2014). As forças que são principalmente utilizadas para avaliação do ciclo de pedalada são F_x e F_y que ao serem somadas resultaram na força resultante do pedal (ou seja, a força total aplicada no pedal) (BINI; CARPES, 2014). A não utilização da F_z se dá pela menor magnitude desta força ao longo do ciclo de pedalada, principalmente relacionada ao pé do ciclista se manter continuamente preso ao pedal por pedais ou fixadores no pedal (BINI; CARPES, 2014).

A melhor técnica de aplicação de força no pedal é aquela na qual a maior parte da força resultante é aplicada na direção do movimento do pedivela, ou seja, de forma perpendicular ao pedivela (ERICSON; NISELL, 1988). Esta força é denominada força efetiva, esta força pode apresentar um componente propulsivo (na direção do movimento do pedivela) ou um componente propulsivo retrogrado (na direção contrária ao movimento do pedivela). O ensino da técnica de pedalada normalmente leva em consideração a necessidade de diminuir esta força efetiva retrograda ao longo do ciclo de pedalada principalmente na fase de recuperação da pedalada (HOLDERBAUM et al., 2009). Tem sido demonstrado que

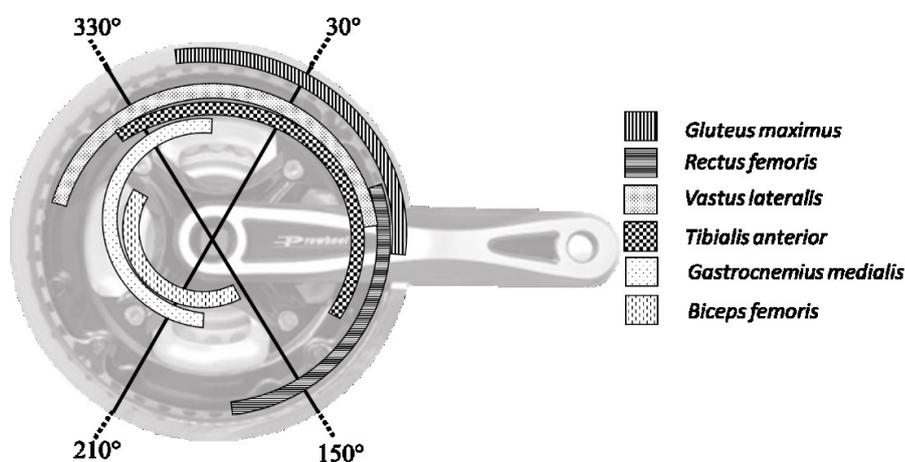
quanto maior a experiência do ciclista menor será esse componente retrogrado da força efetiva tornando a pedalada mais eficiente (BINI; DIEFENTHAELER, 2013).

2.1.4 Recrutamento muscular ao longo do ciclo de pedalada

Além dos valores de força aplicada no pedal, os geradores desta força (músculos) devem ser levados em consideração. Dessa forma pode-se destacar como músculos principais do movimento os músculos *gluteus maximus*, *gastrocnemius medialis*, *rectus femoris* e *vastus lateralis* na fase de propulsão e do *biceps femoris*, *gastrocnemius medialis*, *tibialis anterior* e *rectus femoris* na fase de recuperação da pedalada (BINI; CARPES; DIEFENTHAELER, 2011) (Figura 4).

Este recrutamento das musculaturas irá sofrer influência tanto do posicionamento do ciclista sobre a bicicleta quanto do conhecimento prévio das direções de aplicação e organização das forças no pedal, podendo alterar tanto a utilização consciente das musculaturas quanto o comprimento em que estes realizam o movimento causando alterações de recrutamento ao longo da pedalada (DIEFENTHAELER et al., 2008; DIEFENTHAELER; VAZ, 2008). Ciclistas mais experientes, ou seja com maior conhecimento da técnica de pedalada tendem a ter uma maior ativação do *biceps femoris*, por exemplo, por realizarem o movimento de puxar o pedal na fase de recuperação e também tendem a ter menor coativação do músculos ao longo do ciclo de pedalada (BINI; CARPES, 2014). Característica que reduz o gasto excessivo de energia e mantém o movimento mais econômico (CANDOTTI, 2003).

Figura 4. Principais músculos ativados ao longo do ciclo de pedalada e os momentos principais de ativação destas musculaturas.



Fonte: Autor (2019).

2.2 TÉCNICA DE PEDALADA

2.2.1 Fatores que influenciam a Técnica da Pedalada

O ciclismo é regulado pela União Ciclista Internacional (UCI), sendo dividido por quatro modalidades que compõem o programa olímpico: BMX, estrada, *mountain bike* e pista; e duas compõem o programa paralímpico: estrada e pista. Sendo assim, um fator inicial que influencia a técnica de pedalada é o tipo de ambiente e a modalidade de ciclismo praticada. No entanto, para este tópico iremos focar nos principais fatores que influenciam o ciclismo de estrada que são a cadência de pedalada (PATTERSON; MORENO, 1990; ROSSATO et al., 2008b), a posição adotada na bicicleta (DOREL; COUTURIER; HUG, 2009), o nível de treinamento ou experiência de um ciclista (ERICSON; NISELL, 1988; KAUTZ et al., 1991) e a carga de trabalho (ZAMEZIATI et al., 2006; CANDOTTI et al., 2007). A cadência de pedalada é definida como a quantidade de ciclos de pedalada que um ciclista realiza em 1 minuto (RPM). Normalmente a cadência utilizada por ciclistas é próximo de 90 RPM, podendo ser reduzida para aproximadamente 70 RPM quando o ciclista estiver em aclives (LUCÍA; HOYOS; CHICHARRO, 2001) ou entrar em processo de fadiga (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012).

A influência das diferentes cadências sobre a técnica de pedalada indica que quanto maior a cadência de pedalada, menor será a efetividade da mesma, uma vez que o controle do movimento é dificultado pela elevada velocidade do movimento (ERICSON; NISELL, 1988; CANDOTTI et al., 2007). A relação inversa também é observada quando, um ciclista é avaliado durante o processo de fadiga, no qual este reduz a cadência e aumenta a efetividade da pedalada para manter uma carga de trabalho constante (DIEFENTHAELER; BINI; VAZ, 2012). No entanto, ao se avaliar a ativação muscular durante a pedalada, observa-se redução tanto da coativação dos músculos antagonistas como da ativação dos agonistas do movimento de extensão do joelho (NEPTUNE; HERZOG, 1999; CANDOTTI et al., 2009) em cadências de aproximadamente 100 RPM para uma mesma carga de trabalho (MACINTOSH; NEPTUNE; HORTON, 2000). Dessa forma, o ciclista torna-se mais eficiente durante a pedalada, ou seja, para uma mesma carga de trabalho será necessária uma menor ativação muscular para uma determinada atividade. Apesar de terem sido encontrados efeitos positivos na utilização de cadências de pedalada mais elevadas, a cadência preferida é mais eficaz na aplicação das forças no pedal para ciclistas bem treinados (ROSSATO et al., 2008b).

Portanto, quando ciclistas experientes pedalam na cadência preferida apresentam uma melhor técnica de pedalada.

Além disso, elevadas cargas de trabalho também podem aumentar a força efetiva positiva em aproximadamente 20% durante a fase de propulsão da pedalada e reduzir a força efetiva retrograda em aproximadamente 110% na fase de recuperação da pedalada (BINI et al., 2007). Assim, mantém-se a maior utilização dos músculos extensores do quadril e joelho na produção de energia (BINI et al., 2008; BLAKE; CHAMPOUX; WAKELING, 2012; BLAKE; WAKELING, 2012). Essa redução da força efetiva retrograda ocorre a partir de um aumento da utilização dos flexores de quadril e joelho na fase de recuperação da pedalada, aumentando assim o número de músculos envolvidos na atividade. No entanto, esta maior ativação aumenta a coativação durante o movimento e pode aumentar a demanda de oxigênio do movimento (MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010).

Ajustes nos componentes da bicicleta podem alterar o posicionamento do ciclista (CAVALCANTI et al., 2014), destacando-se a alteração da altura e da posição anteroposterior do selim. Essas alterações modificam o movimento das articulações (SANDERSON; AMOROSO, 2009), causando alterações na ativação e no comprimento muscular durante a pedalada, gerando assim aumento do consumo de oxigênio quando o selim se encontra em posições acima do recomendado para o indivíduo (SHENNUM; DEVRIES, 1976). Em ciclistas, triatletas e não atletas, a alteração da altura do selim não provocou modificações na força efetiva do pedal (SANDERSON; CAVANAGH, 1987; BINI et al., 2014). No entanto, Diefenthaler et al. (2006) demonstraram que a alteração de 1 cm para cima e para baixo da posição preferida (aquela utilizada em treinos e competições) de um ciclista é capaz de causar redução na força efetiva (-5,36% aproximadamente).

A alteração anteroposterior do selim (ou seja, recuo e avanço do selim) também não foi capaz de alterar a efetividade da pedalada (BINI et al., 2014). No entanto, as mudanças na posição do selim provocaram alterações na ativação muscular, sendo o ajuste do selim à frente da posição preferida dos ciclistas gerou redução da ativação dos *poplites* (RICARD et al., 2006) enquanto que o ajuste para trás gerou maior ativação do *gastrocnemius medialis* e menor ativação do *rectus femoris* (BINI et al., 2014). Essas alterações na ativação ocorrem principalmente pela mudança do comprimento muscular a partir da modificação do posicionamento, como o *rectus femoris* de ciclistas que na posição do selim para trás atua em comprimentos mais alongados quando comparado com a posição preferida (HERZOG et al., 1991).

Já o nível de treinamento no ciclismo é um fator que altera progressivamente a técnica de pedalada. Ciclistas bem treinados apresentam um melhor posicionamento na bicicleta (CAVALCANTI et al., 2014), uma maior força efetiva e uma menor coativação muscular (BINI; CARPES, 2014). Ao se comparar indivíduos não treinados submetidos a um protocolo de treinamento de ciclismo com e sem FA observou-se que, aqueles que receberam o *feedback* apresentaram maior força efetiva durante todo o ciclo de pedalada em comparação ao grupo que não recebeu (HOLDERBAUM, 2006). No entanto, quando se avalia indivíduos que apresentam o mesmo nível de treinamento, aqueles com melhor técnica de pedalada (maior força efetiva ao longo do ciclo de pedalada) não são necessariamente os que apresentam melhor desempenho na prova (COYLE et al., 1991). Estudos indicam que além das possíveis diferenças fisiológicas existentes entre estes indivíduos, a diminuição do desempenho pode ocorrer devido a mudança no padrão de movimento para tornar a pedalada mais efetiva. (KORFF et al., 2007; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010).

Os resultados do estudo de Mornieux et al. (2010) indicam que além da alteração da efetividade da pedalada, também se aumenta a coativação e de forma indireta pode-se aumentar o consumo de oxigênio dos ciclistas ao se realizar um treinamento técnico com ciclistas experientes. Já o estudo de Holderbaum, Pertersen e Guimarães (2012) indica que com o treinamento do aspecto técnico da pedalada jovens que estavam iniciando na prática de ciclismo melhoraram a execução do movimento deixando-o mais efetivo. De Marchis et al (2013b) de forma parecida avaliaram adultos sem experiência prévia no ciclismo e encontraram uma melhora da efetividade da pedalada com o treinamento do aspecto técnico e um aumento da ativação muscular dos músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris*, *gastrocnemius medialis*, *rectus femoris*, *tibialis anterior* e *gluteus maximus*. Desta maneira, se o movimento de puxada do pedal for ensinado desde o início da prática acredita-se que este se tornará um movimento natural para o ciclista, não alterando o movimento normal da pedalada utilizado durante os treinos e competições.

2.2.2 Formas de ensino da Pedalada no Ciclismo

O ciclismo é uma atividade contínua e cíclica (SCHMIDT; WRISBERG, 2001), tendo seu aprendizado normalmente na infância por ser uma modalidade conhecida mundialmente e muito utilizada como transporte e ter movimentos de fácil aprendizado. Nos últimos anos, inúmeros estudos envolvendo o ciclismo têm sugerido a melhor forma de posicionamento na

bicicleta (HOLMES; PRUITT; WHALEN, 1994; BURKE; PRUITT, 2003), de aplicação de forças no pedal para a melhora da economia de movimento (SANDERSON; BLACK, 2003; BINI et al., 2013), o aproveitamento do torque produzido (CHAVARREN; CALBET, 1999; BINI et al., 2013) e a coordenação muscular durante o movimento (LI; CALDWELL, 1998; BLAKE; CHAMPOUX; WAKELING, 2012). Assim, a pedalada pode ser um movimento de fácil execução, no entanto, a execução da forma correta é complexa e dependente de diversas variáveis.

No entanto, pelo entendimento inicial de ser uma modalidade com movimentos de fácil execução a procura por um método de ensino da técnica de pedalada é deixada de lado em relação a outros esportes contínuos nos quais o componente técnico é considerado mais importante como na natação (BÔSCOLO; SANTOS; OLIVEIRA, 2011) e nas corridas de 100 e 200 m (FRAGA et al., 2000; CASTRO et al., 2013). Os treinamentos do ciclismo dão ênfase a outros processos físicos, sendo normalmente um treinamento envolvendo esforços contínuos, em um longo período de tempo e com intensidade de moderada a alta. Isso caracteriza o ciclismo como uma atividade que possui um treinamento para a melhora dos componentes fisiológicos dos ciclistas, mesmo em períodos iniciais de treinamento (STEPTO et al., 1999; WILLIAMS et al., 2009).

No entanto, a análise dos componentes técnicos do ciclismo já vem sendo abordado em diferentes estudos, conforme demonstrado nos tópicos anteriores. Dessa forma, a possibilidade do ensino da técnica da pedalada em momentos iniciais do aprendizado vem ganhando força no esporte competitivo (MORNIEUX et al., 2008; BINI et al., 2017), uma vez que quanto mais cedo um gesto motor é aprendido, mais fácil será mantê-lo em intensidades mais elevadas e em situações diferenciadas (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). Os estudos recentes que abordaram o ensino da técnica de pedalada focam principalmente em duas formas de ensino: 1) demonstração gráfica da aplicação de força no pedal por meio de *feedback* aumentado (HOLDERBAUM, 2006; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012; BINI; HUME, 2013); e 2) ensino do movimento de puxar o pedal na fase de recuperação da pedalada (MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010).

2.2.3 *Feedback* aumentado como forma de ensino da técnica da pedalada

O *feedback* é uma das formas de obter informações a respeito do movimento que está sendo executado (MAGILL, 2000), devendo ser gerado a partir de uma informação relevante

para a prática (LAUBER; KELLER, 2014). Essa informação será dependente do tipo de movimento e do tipo de correção que está sendo proposta por meio do *feedback*. Por um exemplo, na prova de 100 m rasos do atletismo se o objetivo for a redução do tempo desse indivíduo iremos gerar um *feedback* do tempo de execução dessa atividade. No entanto, se o que buscamos é a correção de um determinado movimento indicado, é necessário demonstrar o movimento realizado para que este indivíduo possa corrigir o mesmo (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). A aplicação desse *feedback* no esporte e/ou no aprendizado de um movimento ocorre de duas formas: *feedback* intrínseco e *feedback* aumentado (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

O *feedback* intrínseco é composto de informações geradas diretamente pelo sujeito, podendo ser originadas de propriocepção ou de exterocepção. A propriocepção sendo caracterizada por gerar informações sensoriais internamente pelo corpo e como este está se comportando em diversos ambientes e situações, podendo apresentar diferenças em posição deste corpo no espaço ou na velocidade que ele está se deslocando. E como exemplo, podemos citar o órgão tendinoso de Golgi, que gera o relaxamento do músculo quando este passa do limiar de tensão suportado pelo sistema muscular (MAGILL, 2000; SCHMIDT; WRISBERG, 2001; ROSE; CHRISTINA, 2006). E a exterocepção podendo gerar respostas por meio dos órgãos do sentido, gerando sensações em níveis táteis, visuais, auditivos e olfativos (MAGILL, 2000; SCHMIDT; WRISBERG, 2001; ROSE; CHRISTINA, 2006).

Já o *feedback* aumentado é externo ao organismo do indivíduo, ou seja, é gerado por fontes externas, trazendo informações a partir do movimento executado. Esse tipo de *feedback* permite aumentar o conhecimento acerca do movimento e o entendimento do indivíduo de como o movimento está sendo realizado, permitindo assim realizar correções técnicas (SINGER, 1975; BROKER; GREGOR; SCHMIDT, 1993; MCCULLAGH; MEYER, 1997; WULF et al., 2002; ROSE; CHRISTINA, 2006). Sendo assim, a partir das possibilidades de utilização do *feedback* aumentado no ensino e aprendizagem de um gesto técnico, possibilita correção do movimento (SANDERSON; CAVANAGH, 1990) além de poder aumentar o desempenho em uma prática esportiva (HENKE, 1998; ZAMEZIATI et al., 2006).

Para a realização deste estudo foi necessário o entendimento das principais informações que são apresentadas como FA e FV aos aprendizes, o momento de apresentação dos *feedbacks*, as formas de apresentação, o período de treinamento e os principais resultados encontrados para estes modelos de treinamento. Assim, os tópicos a seguir resumem esses

resultados a partir dos estudos de Broker; Gregor e Schmidt (1993), Henke (1998), Korff et al. (2007), Mornieux et al. (2008), Hasson; Caldwell e Van Emmerik (2008), Holderbaum et al. (2009), Mornieux; Gollhofer e Stapelfeldt (2010), De Marchis et al. (2012), Bini et al. (2017), De Marchis et al. (2013b), Bibbo et al. (2012), e Holderbaum; Petersen e Guimarães (2012), que compõem esta revisão. Além disso, os quadros 1 e 2 trazem estas informações de forma resumida.

2.2.3.1 Principais informações apresentadas como *feedback* aumentado da pedalada

Quando avaliamos os artigos que estão compondo esta revisão de literatura pôde-se identificar as principais informações que são apresentadas dentro de um programa de *feedback* aumentado para ensino da técnica de pedalada (Quadro 1). Estas informações são: (1) informações a respeito da efetividade da pedalada; (2) indicações da direção de aplicação de força no pedal; e (3) informações a respeito da força total aplicada no pedal, além disso os artigos também identificam se houve utilização de FV durante os programas de treinamento (Quadro 1).

As informações a respeito da efetividade da pedalada se dividiram por sua vez em dois grupos principais, aqueles que apresentaram a força efetiva diretamente aos sujeitos e aqueles que apresentaram o índice de efetividade, que é um valor obtido a partir da divisão da força efetiva pela força resultante (BINI; CARPES, 2014). Este cálculo gera um valor entre -1 e 1, o valor 1 representa que toda força aplicada ao pedal está sendo aplicada na direção do pedal e -1 que a força aplicada ao pedal está na direção contrária ao movimento do pedal (HENKE, 1998).

Estas informações são consideradas como um dos indicadores principais quando se estuda a técnica de pedalada e por isso devem ser aqueles que são mais utilizados como forma de *feedback* aumentado no ciclismo (KORFF et al., 2007). A partir do uso desta técnica pode-se observar que os indivíduos, tanto atletas quanto não atletas, aumentam sua força efetiva na fase de recuperação da pedalada (MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010). Com esta demonstração da forma de realização do movimento da pedalada na fase de recuperação, ocorre redução da força efetiva juntamente com a força total na fase de propulsão da pedalada (KORFF et al., 2007; MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010).

Quando observamos o índice de efetividade vemos comportamento similar na fase de recuperação, com maior aplicação de força na direção do movimento, e não se nota alteração

elevada na fase propulsiva no índice de efetividade (BIBBO et al., 2012; DE MARCHIS et al., 2012, 2013a). Uma explicação para esta resposta do índice de efetividade é que mesmo que a força total diminua a relação entre esta e a força efetiva continuam continuas tendo pouca alteração com este movimento de puxada do pedal (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). E que só se pode observar esta diferença na produção de força nesta fase quando se observam a diferença nas forças e não no índice de efetividade (HOLDERBAUM et al., 2009; BIBBO et al., 2012).

Apesar desta maior utilização da efetividade da pedalada como forma de *feedback* aumentado para a melhora da técnica de pedalada, a utilização da simples indicação de como realizar o movimento também é muito utilizada como informação complementar e até mesmo juntamente com o *feedback* da efetividade da pedalada (MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010). As informações normalmente utilizadas de acordo com o que se procura melhorar dentro do aspecto técnico, seja a melhora da aplicação de força na fase de propulsão (BINI et al., 2017), ou na fase de recuperação (KORFF et al., 2007; BIBBO et al., 2012) e até mesmo a necessidade por um movimento mais circular no pedal (KORFF et al., 2007).

Agora, outras metodologias buscaram a utilização de forças que estarão explicando para além do aspecto técnico o quanto de força está sendo aplicada e se a utilização destas outras forças irá aumentar a força total aplicada ao pedal e até a força efetiva (BINI et al., 2017). A principal força utilizada é a força total que gera informações a respeito da força total aplicada pelo pé do ciclista no pedal (HENKE, 1998; BIBBO et al., 2012; BINI et al., 2017). De acordo com a literatura para gerar um maior desempenho dois fatores são necessários: (1) maior utilização de força efetiva na fase de propulsão; (2) redução da força efetiva negativa na fase de recuperação do membro contralateral (Quadro 1).

Quadro 1a. Resumo das principais informações metodológicas dos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Participantes da pesquisa	Grupo controle ou situação controle	Informações apresentadas como <i>feedback</i>	Formas de demonstração do <i>feedback</i>	Momento de demonstração do <i>feedback</i>
Broker et al. (1993)	<ul style="list-style-type: none"> • 18 sujeitos sem experiência no ciclismo • 2 grupos de 9 sujeitos 	<ul style="list-style-type: none"> • Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Força efetiva 	<u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico de linhas (Torque pela angulação) 	2 condições: <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante a pedalada 2. Após o término da pedalada
Henke (1998)	<ul style="list-style-type: none"> • 12 ciclistas profissionais 	<ul style="list-style-type: none"> • Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Força efetiva • Índice de efetividade • Força radial 	<u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> • Gráfico com formato do pé de vela (Força efetiva, índice de efetividade e força radial pela angulação) 	3 condições: <ol style="list-style-type: none"> 1. Durante a pedalada (força efetiva) 2. Durante a pedalada (índice de efetividade) 3. Durante a pedalada (força radial)
Korff et al. (2007)	8 ciclistas profissionais	<ul style="list-style-type: none"> • Situação controle (teste pós-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> • Indicação de como realizar o movimento 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> • Realizar círculo no pedal • Pedalar na forma preferida • Concentrar em empurrar o pedal • Concentrar em puxar o pedal 	<ul style="list-style-type: none"> • Durante a pedalada

Quadro 1b. Resumo das principais informações metodológicas dos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Participantes da pesquisa	Grupo controle ou situação controle	Informações apresentadas como <i>feedback</i>	Formas de demonstração do <i>feedback</i>	Momento de demonstração do <i>feedback</i>
Monieux et al. (2008)	8 ciclistas profissionais	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de como realizar o movimento Força efetiva 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Puxar o pedal na fase de recuperação <u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico com formato do pé de vela (Força efetiva pela angulação) 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada
Hasson et al.(2008)	<ul style="list-style-type: none"> 9 sujeitos sem experiência no ciclismo 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de como realizar o movimento Força efetiva Pedalar com uma perna 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Aplicar a força na direção do pé de vela <u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico com formato do pé de vela (Força efetiva pela angulação) 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada
Holderbaum et al. (2009)	<ul style="list-style-type: none"> 19 adolescentes sem experiência no ciclismo 2 grupos 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo controle Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de como realizar o movimento Índice de efetividade 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Puxar o pedal na fase de recuperação <u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico de linhas (Índice de efetividade pela angulação) 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada (Informações sumarizadas)

Quadro 1c. Resumo das principais informações metodológicas dos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Participantes da pesquisa	Grupo controle ou situação controle	Informações apresentadas como <i>feedback</i>	Formas de demonstração do <i>feedback</i>	Momento de demonstração do <i>feedback</i>
Mornieux et al. (2010)	<ul style="list-style-type: none"> 9 ciclistas profissionais de elite 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de como realizar o movimento Força efetiva 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Puxar o pedal na fase de recuperação <u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico com formato do pé de vela (Força efetiva pela angulação) 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada
De Marchis et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> 9 sujeitos sem experiência no ciclismo 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de efetividade 	<u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico com formato do pé de vela (Índice de efetividade pela angulação para cada membro) 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada
Bini et al. (2017)	<ul style="list-style-type: none"> 20 ciclistas profissionais 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Força total 	<u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico de barras (Índice de assimetria entre membros) <u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Aumentar a força na perna mais fraca 	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada (Informações sumarizadas)
De Marchis et al. (2013a)	<ul style="list-style-type: none"> 11 sujeitos sem experiência no ciclismo 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Índice de efetividade 	<u>Visual</u> <p>Gráfico com formato do pé de vela (Índice de efetividade pela angulação para cada membro)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada

Quadro 1d. Resumo das principais informações metodológicas dos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Participantes da pesquisa	Grupo controle ou situação controle	Informações apresentadas como <i>feedback</i>	Formas de demonstração do <i>feedback</i>	Momento de demonstração do <i>feedback</i>
Bibbo et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> 15 sujeitos sem experiência no ciclismo 	<ul style="list-style-type: none"> Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Força efetiva Força total Índice de efetividade 	<u>Visual</u> <ul style="list-style-type: none"> Gráfico com formato do pé de vela (Índice de efetividade pela angulação para cada membro) Gráfico de linhas (Força efetiva e Força total pela angulação para cada membro) Duas janelas com o valor de índice de efetividade de cada membro Duas barras, valores de índice de efetividade para cada membro 	4 condições: <ol style="list-style-type: none"> Durante a pedalada (índice de efetividade) Durante a pedalada (força efetiva e força total) Durante a pedalada (índice de efetividade numérico) Durante a pedalada (índice de efetividade barras)
Holderbaum et al. (2012)	<ul style="list-style-type: none"> 19 adolescentes sem experiência no ciclismo 2 grupos 	<ul style="list-style-type: none"> Grupo controle Situação controle (teste pré-experimento) 	<ul style="list-style-type: none"> Indicação de como realizar o movimento Índice de efetividade 	<u>Verbal</u> <ul style="list-style-type: none"> Puxar o pedal na fase de recuperação Reduzir o componente negativo do índice de efetividade <u>Visual</u> <p>Gráfico de linhas (Índice de efetividade pela angulação)</p>	<ul style="list-style-type: none"> Durante a pedalada (Informações sumarizadas)

2.2.3.2 *Utilização e aplicação das principais informações para compor o feedback durante o treinamento do ciclismo*

A utilização dessas informações apresentadas como *feedback* tem três formas principais de demonstração. A primeira seria a indicação de como o ciclista deve avaliar ou realizar o movimento do pedal priorizando normalmente o movimento de puxar o pedal na fase de recuperação (MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010). A segunda seria por meio de um componente gráfico de linhas que tem os valores de torque aplicado ao pedal pela angulação demonstrando principalmente em que parte os valores ficam negativos (HOLDERBAUM et al., 2009; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). E a terceira, que é a mais utilizada pelos artigos analisados nesta revisão é o componente gráfico no formato do movimento realizado pelo pedivela, que demonstra em cada angulação como deve ser aplicada a força e se está sendo aplicada de forma correta (HENKE, 1998; HASSON; CALDWELL; VAN EMMERIK, 2008). Esta forma gráfica foi a preferida por um grupo de não ciclistas para aprender a realizar o movimento, o que a torna mais interessante e mais aplicável uma vez que os ciclistas a preferem em detrimento de outras (BIBBO et al., 2012). No entanto, o componente gráfico de barras que mostra a efetividade da pedalada em cada membro demonstrou um ganho de aprendizagem igual ao componente gráfico circular, mas sem os sujeitos demonstrarem uma preferência por este (BIBBO et al., 2012).

Apesar de este componente ter essa preferência por meio dos aprendizes, outras composições como os componentes gráficos de linhas com a indicação de forças em geral tendo seu eixo horizontal como a angulação do pedal foi bem utilizada, principalmente nos últimos anos (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012; BINI et al., 2017). Além disso, esse componente gráfico também permite a demonstração de mais de uma força, o que pode ser outro método de auxílio no aprendizado da pedalada (BIBBO et al., 2012; BINI et al., 2017).

2.2.3.3 *Momento para a apresentação do feedback*

O tempo de apresentação e o momento de apresentação do *feedback* são informações muito importantes para a utilização destas metodologias na melhora do componente técnico da pedalada. Estas informações estão relacionadas à como será aprendido o movimento, se o aprendiz ficará dependente desta informação para continuar e/ou manter o movimento correto

aprendido e quanto deste movimento será retido e por quanto tempo será retido (HOLDERBAUM, 2006).

Assim, as informações a respeito do componente técnico tem a característica de serem demonstradas em dois principais momentos, durante o movimento e após o exercício (BROKER; GREGOR; SCHMIDT, 1993). Quando falamos das informações durante o movimento podemos ter informações em tempo real do movimento realizado e informações de séries preliminares (HENKE, 1998; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). Já as informações apresentadas ao término do movimento, série ou momento de aprendizagem são sempre baseadas na sumarização de informações a respeito da série como um todo, pode ser apresentada ao termino de uma série ou do treinamento completo (BROKER; GREGOR; SCHMIDT, 1993). Possui a característica de ser apresentada com o ciclista parado sem realizar nenhum movimento.

A quantidade de *feedback* apresentado aos sujeitos também é um fator que necessita de observação, assim, apenas dois dos estudos incluídos nesta revisão apresentam uma preocupação para além da apresentação do *feedback*, ao reduzir a apresentação destas informações (HOLDERBAUM et al., 2009; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). Reduzindo a dependência do aprendiz a esta informação para realizar o movimento e aumentar a retenção desta aprendizagem (NETO et al., 2001). Estes estudos foram os de Holderbaum (2009; 2012) que utilizaram um método que reduzia ao passar do tempo a quantidade de FA apresentado aos indivíduos.

Saber se essa redução causaria melhor aprendizagem e retenção do movimento não é possível pela falta de grupo controle que utilizou *feedback* por todo o tempo de prática do movimento. No entanto, estudos que avaliaram outros movimentos e esportes com a utilização de *feedback* aumentado indicam que é necessário diminuir esta apresentação para melhorar tornar o aprendiz mais independente do *feedback* (NETO et al., 2001).

Quadro 2a. Resumo dos principais resultados e do tempo de apresentação de *feedback* nos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Dias de treinamento (com <i>feedback</i>)	Principais resultados
Broker et al. (1993)	1 dia (25 min)	Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação independentemente de o <i>feedback</i> ser apresentado durante ou após o treino
Henke (1998)	1 dia (15 min)	Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação
Korff et al. (2007)	1 dia (12 min)	Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação, no entanto, apresentando uma menor eficiência bruta quando a pedalada foi realizada puxando o pedal na fase de recuperação
Monieux et al. (2008)	1 dia (3 min)	Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação, independentemente do nível de treinamento em ciclismo, no entanto, diminuição da força efetiva positiva aplicada na fase propulsiva independentemente do nível de treinamento

Quadro 2b. Resumo dos principais resultados e do tempo com apresentação de *feedback* nos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Dias de treinamento (com <i>feedback</i>)	Principais resultados
Hasson et al.(2008)	1 dia (43,2 min)	Alteração no padrão de ativação muscular quando apresentado o <i>feedback</i> , sendo as maiores diferenças nos músculos monoarticulares. Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação, no entanto, diminuição da força efetiva positiva aplicada na fase propulsiva
Holderbaum et al. (2009)	7 dias (95 min)	Diminuição da força efetiva negativa e diminuição do componente negativo do índice de efetividade na fase de recuperação
Mornieux et al. (2010)	1 dia (2 min)	Diminuição da força efetiva negativa na fase de recuperação, no entanto, diminuição na força efetiva positiva na fase propulsiva. Aumento da atividade elétrica dos músculos <i>tibialis anterioris</i> e <i>biceps femoris</i> quando o ciclista estava realizando o movimento de puxada do pedal

Quadro 2c. Resumo dos principais resultados e do tempo com apresentação de *feedback* nos artigos incluídos nesta revisão.

Autores (Ano)	Dias de treinamento (com <i>feedback</i>)	Principais resultados
De Marchis et al. (2012)	1 dia (2 min)	Ocorreu uma diminuição na utilização de músculos sinergistas durante a pedalada quando o movimento de puxar o pedal foi realizado
Bini et al. (2017)	1 dia (12 min)	Diminuição da assimetria com a utilização com a utilização de <i>feedback</i> visual aumentado
De Marchis et al. (2013b)	1 dia (2 min)	Diminuição da força total aplicada ao pedal, aumento do índice de efetividade. Quando o ciclista realizava o movimento de puxar o pedal existia um aumento da atividade elétrica dos músculos <i>gluteus maximus, vastus lateralis, biceps femoris, vastus lateralis, gastrocnemius medialis, rectus femoris e tibialis anterior</i>
Bibbo et al. (2012)	1 dia (10 min)	Os modelos de <i>feedback</i> com formato circular e de barras para cada perna forma os mais eficientes na diminuição de assimetria na pedalada e o modelo em formato circular foi o preferido pelos atletas
Holderbaum et al. (2012)	7 dias (95 min)	Diminuição dos valores negativos do índice de efetividade na fase de recuperação sem alterações na fase propulsiva da pedalada

3 MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA

O presente estudo é caracterizado como uma pesquisa quantitativa e tipo de estudo caso avaliativo (THOMAS; NELSON; SILVERMAN, 2007). Quanto aos objetivos, caracteriza-se por ser uma pesquisa explicativa, pois serão registrados e descritos os fatos observados para que se possam identificar quais os fatores mais determinantes para a ocorrência do fenômeno (PRODANOV; DE FREITAS, 2013). Quanto aos procedimentos, caracteriza-se por ser uma pesquisa experimental de desenho longitudinal, pois diversas variáveis serão controladas para a identificação do fenômeno estudado em um determinado instante de tempo (PRODANOV; DE FREITAS, 2013).

3.2 PARTICIPANTES DO ESTUDO

A seleção dos voluntários do estudo foi realizada de forma não probabilística (escolha de forma não aleatória) e intencional. Participaram do estudo, 30 voluntários homens e mulheres fisicamente ativos com idade entre 18 e 35 anos. O cálculo amostral foi realizado no programa G*Power com o poder de 0,95, $\alpha=0,05$ e tamanho do efeito de 0,40 o qual foi baseado nos artigos de Mornieux et al. (2008), Mornieux et al. (2010), Korff et al. (2007) e Hasson et al. (2008) que utilizaram metodologias parecidas com a que será aplicada neste estudo, um N mínimo de 28 participantes foi indicado pelo programa.

Os participantes foram divididos em três grupos: Grupo 1 dez voluntários que receberam FA; Grupo 2 dez voluntários que receberam FV da direção em que devem realizar a aplicação de força ao pedal, mas sem nenhum resultado a respeito do movimento realizado; e o Grupo 3 (GC) dez voluntários que realizaram o treinamento sem nenhum tipo de *feedback*. Para que os participantes fossem aleatoriamente alocados em cada grupo foi feito um pareamento inicial pela potência máxima relativa à massa corporal dos participantes atingida no teste incremental pré e pelo sexo. Voluntários com diferença entre 0 e 30% na potência máxima relativa e do mesmo sexo foram alocados em um grupo de três, estes três voluntários foram alocados de forma aleatória em cada grupo. Os resultados de caracterização dos participantes do estudo estão apresentados na Tabela 1. A idade apresentou diferença entre os grupos GC e FV ($p=0,018$), não foi encontrada diferença entre os grupos para massa corporal, estatura e ângulo interno do joelho (Tabela 1).

Tabela 1. Caracterização dos participantes da pesquisa.

Variável	Grupo			P valor
	FA	FV	GC	
Massa corporal (kg)	68,42±10,9	71,39±14,4	60,05±11,7	0,854
Estatura (m)	1,69±0,9	1,69±0,7	1,69±0,9	0,940
Idade (anos)	26,50±1,6	23,80±1,7#	28,20±5,3	0,015
Ângulo interno do joelho (°)	147,51±3,8	149,22±5,1	148,12±4,3	0,549

Legenda. #: indica diferenças estatisticamente significativa entre o Grupo FA e o Grupo GC ($p < 0,05$). FA: grupo *feedback* visual aumentado; FV: grupo *feedback* verbal; GC: grupo controle.

3.2.1 Critérios de inclusão

Não ter treinamento prévio em ciclismo; não ter conhecimento prévio em modelos de *feedback* visual aumentado que possam dar vantagem na aprendizagem da técnica de pedalada aos voluntários.

3.2.2 Critérios de exclusão

Ter apresentado lesões nos 6 meses anteriores à data da primeira coleta; Apresentar dor superior a 5, em uma escala de 0 a 10, nas regiões anterior e posterior de coxa e/ou nas regiões anterior e posterior de perna antes do início de todos os dias; E não assinar o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

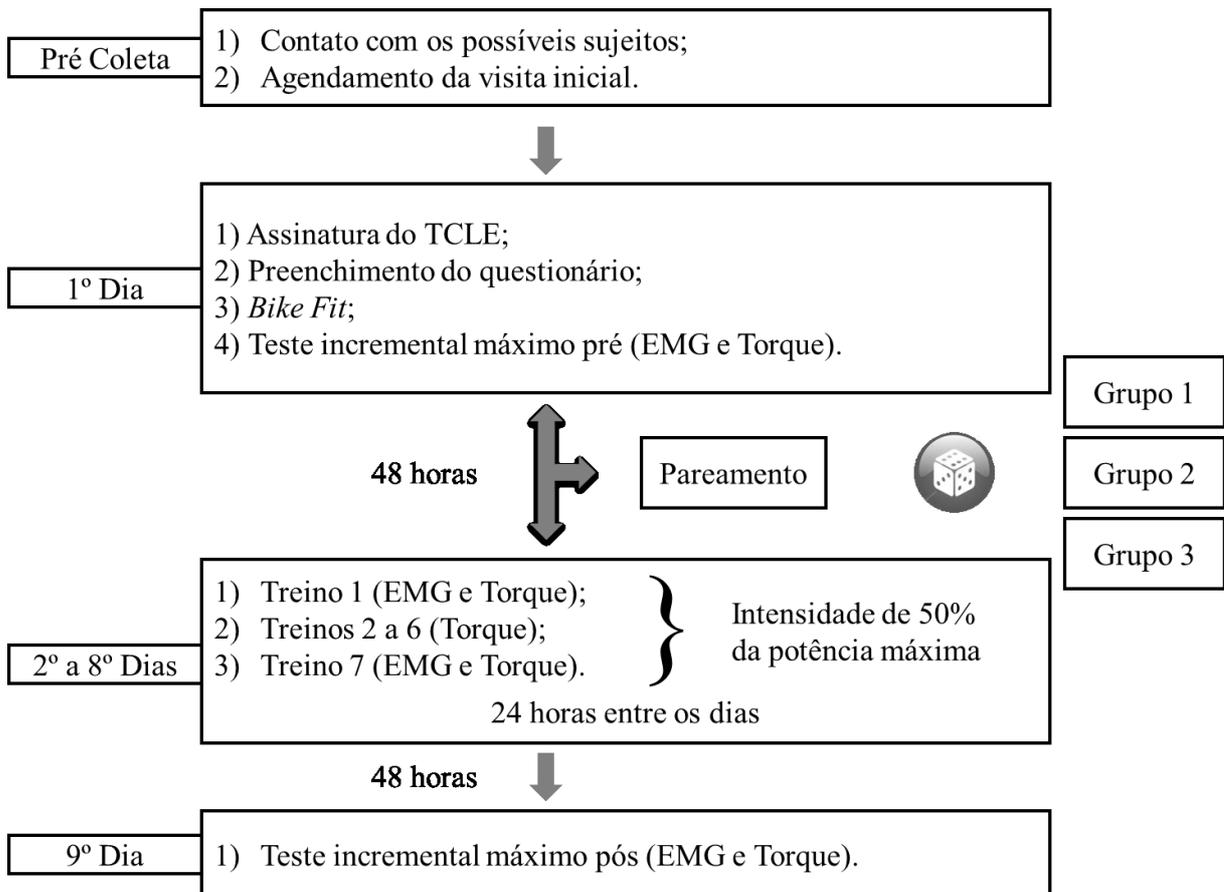
3.3 ASPECTOS ÉTICOS

Antes da coleta de dados no primeiro dia todos os voluntários que concordaram em participar por livre e espontânea vontade da pesquisa receberam um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (Apêndice A), no qual foram informados dos procedimentos utilizados na pesquisa, possíveis benefícios e riscos atrelados ao estudo, garantia de anonimato, e a utilização de seus dados para bens científicos. O TCLE teve que ser lido e

assinado pelo voluntário, permitindo a utilização de seus dados na pesquisa. O protocolo de pesquisa foi delineado conforme as diretrizes propostas na resolução 466/12 para fins de pesquisas com seres humanos. O estudo foi aprovado no Comitê de ética em pesquisa (CAEE - 12356919.0.0000.0121) previamente ao início do estudo.

3.4 DESENHO EXPERIMENTAL

Figura 5. Desenho do estudo.



3.5 PROCEDIMENTOS PARA COLETA DE DADOS

As avaliações foram realizadas nas dependências do Laboratório de Biomecânica (BIOMEC) localizado no Centro de Desportos da UFSC. Na chegada do voluntário ao laboratório no primeiro dia foram explicados todos os detalhes da pesquisa. Após isto foi realizada uma anamnese (Apêndice B) e preenchimento de um questionário (FLORINDO et al., 2006) (Apêndice C) sobre sua experiência prévia com treinamento em modalidades esportivas para verificar se o mesmo se enquadra nos critérios de inclusão da pesquisa e se poderiam participar da pesquisa. Todos os sujeitos não possuíam experiência na modalidade e

foram classificados como fisicamente ativos, classificados através do questionário e da anamnese realizados previamente. As variáveis de idade, massa corporal e altura foram avaliadas de forma autorreferida. Além disso, os avaliados responderam o questionário de *Waterloo* para a determinação da dominância lateral dos membros (Apêndice D)

3.5.1 Teste incremental máximo

Previamente ao primeiro teste incremental máximo foi realizada uma avaliação para ajustar o cicloergômetro à anatomia dos participantes (*Bike Fit*), seguindo a metodologia proposta por Cavalcanti et al. (2014). Primeiramente foram colocados marcadores reflexivos nos pontos anatômicos, trocânter maior, epicôndilo lateral e maléolo lateral, outro marcador reflexivo foi posicionado sobre o eixo do pedal. Com os marcadores colocados o voluntário foi posicionado sentado na bicicleta e realizou uma pedalada, a 30 RPM, durante 10 s, a qual foi registrada por meio de uma câmera digital (Bonita, Vicon, Oxford Metrics, Inglaterra). Na sequência este vídeo foi analisado no *software Kinovea* no qual foi calculado o ângulo absoluto de flexão do joelho (ângulo interno do joelho), pela ligação dos pontos anatômicos, com a ferramenta angulação do programa. O posicionamento de recuo e avanço do selim foi avaliado por meio da passagem de uma linha na face da patela até o pedal, com o pedal direito no ponto morto inferior (180°).

Após estas avaliações foi observado o quanto deveria ser alterado o posicionamento do selim, tanto em altura quanto em avanço ou recuo. A referência utilizada para a modificação do posicionamento por meio destas avaliações foi conforme proposto por Burke e Pruitt (2003). Ou seja, uma extensão máxima do joelho durante a posição de maior extensão deste de 150° a 155° e a posição horizontal do selim sendo definida pela relação entre a patela e o eixo do pedal, a linha devendo estar localizada sobre o eixo do pedal (BURKE; PRUITT, 2003). Após a modificação da altura e do avanço e recuo pediu-se para que os participantes identificassem se estavam em uma posição confortável para o treinamento. Caso a posição de referência não fosse a mais confortável, uma posição mais confortável foi utilizada para evitar desistências.

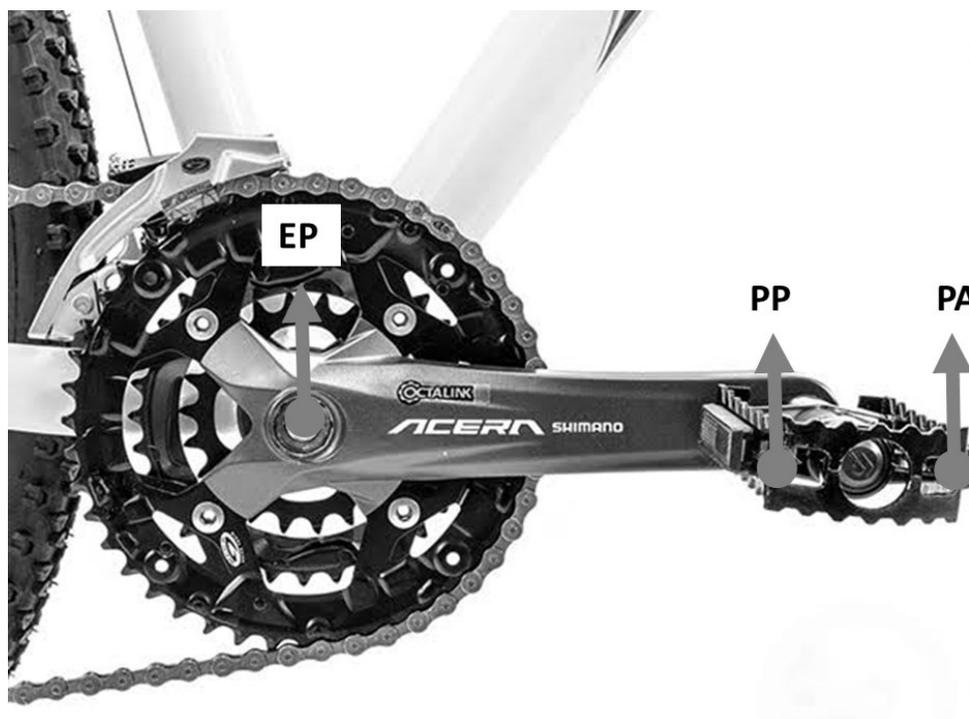
O teste incremental máximo foi realizado em uma bicicleta estacionária (Lode Excalibur Sport, Lode Medical Technology, Groningen, Países Baixos) no primeiro e oitavo dias (Figura 5), momentos pré e pós treinamento. Iniciando com aquecimento a 25 W por um período de 5 min, durante este período era identificada a cadência preferida (ROSSATO et al.,

2008a) para cada participante e esta cadência (± 5 RPM) era mantida ao longo de todo o teste incremental e nos dias subsequentes. Após o aquecimento o teste iniciava com uma intensidade de 50 W seguida de acréscimos de 25 W a cada minuto até a exaustão, ou seja, quando o participante não fosse capaz de manter a cadência preferida (± 5 RPM) ao longo do teste ou não pudesse continuar o teste (CARPES et al., 2011). Durante todo o teste incremental a cada minuto era perguntado aos participantes sua percepção subjetiva de esforço geral (ou central) e nas regiões anterior da coxa, posterior da coxa, anterior da perna e posterior da perna, utilizando uma escala de esforço de 0 a 10 (Apêndice E). Além disso continuamente durante o teste foi aferida a frequência cardíaca (FC) dos participantes por meio do monitor de frequência cardíaca (Polar Electro, Kempele, Finlândia) sincronizado ao sistema do cicloergômetro (*Lode Excalibur Sport, Lode Medical Technology, Groningen, Países Baixos*).

Durante ambos os testes incrementais foi registrado o torque aplicado, em ambos os pedivelas do cicloergômetro, pelos participantes a cada 2º do ciclo de uma volta completa dos pedivelas (incluindo o período de aquecimento) através do sistema *Lode Ergometry Manager* (LEM). Já o registro da atividade elétrica muscular foi realizado por meio da eletromiografia (EMG) de superfície utilizando o sistema Delsys® *Trigno Wireless EMG System* (Delsys, Massachusetts, EUA) com oito canais com frequência de amostragem de 2000 Hz por canal. No entanto, foram utilizados apenas 6 canais, avaliando os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* de ambos os membros inferiores. Inicialmente foi realizado um procedimento para reduzir a impedância da pele, por meio da tricotomia e de uma limpeza levemente abrasiva com algodão e álcool na região onde foram colocados os eletrodos. Em seguida, sensores diferenciais foram fixados sobre o ventre dos músculos, na direção aproximada das fibras musculares, de acordo com a normalização proposta pela *International Society of Electrophysiology and Kinesiology* – SENIAM (HERMENS et al., 1999). Esta avaliação foi realizada durante o primeiro, segundo, oitavo e nono dias de coleta.

Para que os valores de EMG estivessem sincronizados com os valores de força efetiva foi utilizado um sistema de cinemetria com 8 câmeras digitais (Vicon, Oxford Metrics, Inglaterra) sendo realizada a aquisição pelo sistema Vicon 6.12 com 120 Hz de frequência de amostragem. Pontos reflexivos foram colocados no eixo do pedivela (EP) e na parte anterior (PA) e posterior (PP) na visão lateral do pedal (Figura 7). A sincronização entre os valores de posição e da EMG foi realizada por um *trigger* do sistema Vicon.

Figura 6. Posição dos pontos reflexivos no conjunto pedivela e pedal.



Legenda. EP: eixo do pedivela; PP: pedal posterior; PA: pedal anterior

3.5.2 Protocolo de treinamento

Os treinos de 1 a 7 foram realizados no mesmo cicloergômetro utilizado para o teste incremental, o treino iniciava com um aquecimento de 5 min a 40% da potência máxima, atingida do teste incremental pré-treinamento, seguido de 30 min de treinamento a 50% da potência máxima atingida do teste incremental pré-treinamento. A cadência utilizada para os treinos foi a cadência preferida de cada participante identificada no teste incremental pré-treinamento. Estas variáveis de intensidade e cadência foram controladas pelo retorno visual do software do cicloergômetro.

Para o acompanhamento dos voluntários em todos os dias de treinamento foi continuamente perguntado aos participantes qual a dor percebida no momento e se existiam desconfortos que poderiam impedir a realização do treinamento, caso estes indicassem desconfortos ou dores muito elevadas os treinos ou teste incremental pós-treinamento eram adiados. A escala de esforço de 0 a 10 (Apêndice E) foi utilizada para avaliar tanto o esforço geral (central) dos voluntários, quanto o local (regiões anterior e posterior de coxa e regiões anterior e posterior da perna) a cada 5 min em todos os treinamentos. Durante todos os treinos

durante todo o aquecimento e treino foi aferida a frequência cardíaca dos participantes por meio de um monitor de frequência cardíaca (Polar Electro, Kempele, Finlândia) sincronizado ao sistema do cicloergometro (*Lode Excalibur Sport, Lode Medical Technology, Groningen, Netherlands*).

Durante todos os treinos foram registrados continuamente os valores de torque para ambos os pedivelas da mesma forma apresentada para o teste incremental. Assim como o registro da atividade elétrica muscular também foi registrada como no teste incremental, no entanto, este registro da atividade elétrica muscular só foi realizada nos treinos 1 e 7.

O tipo de treinamento foi definido de acordo com o grupo de cada participante. Ou seja, o grupo FA recebeu as respostas de força efetiva aplicada aos pedivelas por meio de uma composição gráfica (Figura 6) gerados ao longo do ciclo de pedalada a cada 2° do ciclo de pedalada. A força efetiva dos pedivelas direito e esquerdo foram geradas diretamente pelo sistema Lode Ergometry Manager (LEM) (Lode Medical Technology, Groningen, Países Baixos) (Figura 6) durante todo o período de apresentação do *feedback*.

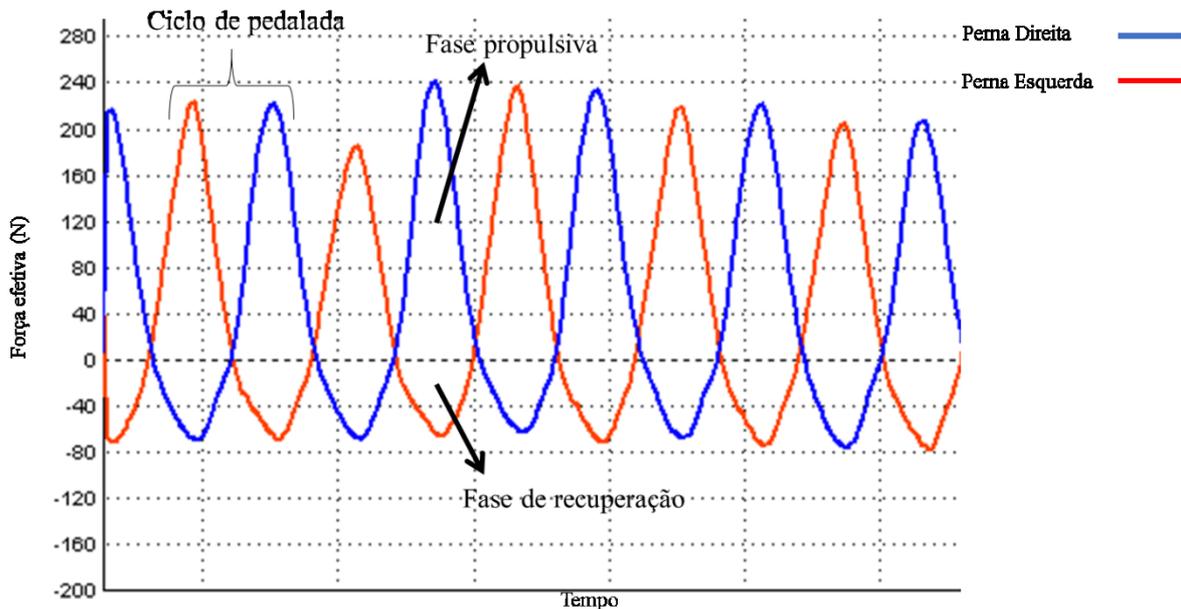
Já o grupo FV recebeu indicação verbal de como realizar o movimento de pedalada, ou seja, eles tiveram indicação para realizar a maior força possível na fase de propulsão (BINI; HUME, 2013) e de realizar o movimento de puxar o pedal na fase de recuperação (MORNIEUX et al., 2008). O instrutor que realizou esta indicação não teve acesso aos dados de força efetiva produzidos, evitando a caracterização de um *feedback* aumentado e tornando a indicação de como realizar o movimento aleatória. Para manter o mesmo comportamento das informações repassadas aos avaliados, as indicações foram sempre as mesmas: “empurrar o pedal até o final” e “puxar o pedal na recuperação até o final” (HOLDERBAUM, 2006).

A frequência de apresentação do FA e do FV seguiram o proposto por Holderbaum (2006), ou seja, 1 min com apresentação e 1 min sem nos treinos de 1 a 5; e 1 min com apresentação e 2 min sem apresentação nos treinos 6 e 7. Essa alteração da frequência de apresentação dos *feedbacks* foi utilizada para evitar a dependência dos participantes de realizar o movimento correto apenas com a apresentação dos *feedbacks*. O GC apenas realizando o treinamento de ciclismo e não recebeu indicação e tampouco *feedback* para o treinamento da pedalada.

Visando que pudéssemos manter a mesma organização e entendimento de todos os processos de *feedback* e das informações indicadas pelo avaliador, no primeiro dia foram explicados a direção que o voluntário deveria aplicar a força no pedal, demonstrado o sistema

de *feedback* ao grupo FA e indicando como seria feita a informalização das direções de aplicação de força para o grupo FV.

Figura 7. Composição gráfica do *feedback* visual aumentado. Gráfico de torque x tempo gerado pelo sistema da bicicleta estacionária. Ilustração de um ciclo de pedalada.



3.6 ANÁLISE DOS DADOS

A avaliação da cinética de pedalada por meio do sistema Lode Ergometry Manager (LEM) é validada para a avaliação da força efetiva e torque durante a pedalada (REISER et al., 2002). Para transformação dos dados de torque exportados pelo sistema da Lode em força efetiva, estes valores foram divididos pelo tamanho do pedivela antes das análises. O tamanho dos pedivelas foi o mesmo para todos os avaliados, mantendo-se em 170 mm. As variáveis mecânicas avaliadas a partir destes dados coletados foram: força efetiva média durante 1 min nas intensidades correspondentes a 50% e 100% dos testes incrementais e os valores do treino completo nos dias 2 e 8 para a perna dominante dos avaliados; potência máxima alcançada no teste incremental e potência correspondente a 50% da potência máxima. Os valores de força efetiva durante os dias de treinamento foram avaliados sem separar os momentos com apresentação de *feedback* e sem apresentação de *feedback* para os grupos FA e FV. Esses dados de força efetiva foram utilizados para gerar os *feedbacks* durante o treinamento para o grupo FV.

Os resultados de força efetiva foram divididos em 4 quadrantes (1º quadrante: 330° a 30°; 2º quadrante: 30° a 150°; 3º quadrante: 150° a 210°; e 4º quadrante: 210° a 330° do ciclo de pedalada) nas intensidades correspondentes a 50% e 100% da potência máxima do teste incremental e para todo o período de treinamento nos dias 2 e 8. Foram realizadas para ambas as avaliações a divisão do sinal a partir do valor médio de 20 ciclos a cada minuto, para o treinamento um valor médio foi calculado a partir destes 30 valores gerados (um valor a cada minuto do treinamento). As médias de força efetiva foram todas normalizadas pela massa corporal de cada avaliado (divisão do valor médio de força efetiva pela massa corporal), visando a melhor comparação entre os grupos e a não diferenciação entre as mulheres e homens incluídos na pesquisa. Estas análises do sinal de força efetiva foram realizadas por meio de rotinas específicas elaboradas em ambiente *Matlab* (MathWorks Inc, Massachusetts, EUA).

A análise do sinal de EMG foi realizada por meio de rotinas específicas elaboradas em ambiente *Matlab* (MathWorks Inc, Massachusetts, EUA). Os valores de posição do pedivela foram utilizados para cortar o sinal de EMG sempre no início de um ciclo até o final de um ciclo em um período de 1 min. O sinal bruto foi filtrado com um filtro recursivo passa banda Butterworth com frequências de corte de 20 a 500 Hz e corte de frequências otimizadas reduzindo os resíduos do sinal (WINTER, 2005). O sinal bruto foi suavizado com uma raiz quadrada da média (RMS) com janelas de 100 ms. Os sinais foram normalizados pelo RMS de pico individual para cada músculo. Este valor de pico foi adquirido durante o teste incremental (MARCHIGIANO, 2009). Esta normalização foi preferida no lugar da utilização de uma contração isométrica máxima porque apresenta maior confiabilidade para avaliações dinâmicas (Sinclair et al., 2015). O valor médio do sinal EMG foi calculado para cada músculo, no minuto correspondente à potência máxima e no minuto correspondente a intensidade de 50% da potência máxima durante os testes incrementais (inicial e final). Já durante o segundo e oitavo dias de treinamento, valores médios do sinal EMG foram calculados para cada músculo ao gerarem um valor médio para a sessão de treinamento. Para todas as análises deste estudo foi utilizado apenas os resultados do membro dominante.

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para o tratamento estatístico foi realizado um teste de normalidade de Shapiro-Wilk e um teste de homogeneidade de Levene para as variáveis analisadas e para os resíduos. Todos os valores apresentaram normalidade e homogeneidade após uma transformação *Box Cox*. Para comparar os resultados de massa corporal, estatura, idade e ângulo interno do joelho foi utilizada uma ANOVA *one-way*. Já para comparar as variáveis: força efetiva média; potência máxima relativa à massa corporal; valor médio de RMS, percepção subjetiva de esforço e frequência cardíaca máxima entre os grupos (Grupo FA, Grupo FV e Grupo GC) e os momentos pré e pós treinamento (Treino 1 x Treino 7 e Incremental pré x Incremental pós) foram realizadas ANOVAs *two-way* para medidas repetidas. A identificação da posição das possíveis diferenças será avaliada por meio de um post hoc de Tukey. As análises estatísticas dos dados e as transformações foram realizadas pelo programa SPSS 21 para Windows e o nível de significância adotado foi de $\alpha=0,05$.

4 RESULTADOS

4.1 CARACTERÍSTICAS DOS AVALIADOS

Os resultados para potência máxima e potência máxima relativa (pré e pós treinamento) são apresentados na Tabela 1. Não houve interação entre os testes e os grupos para estes resultados ($p > 0,05$). Além disso também não foi encontrada diferença somente entre os grupos para potência máxima e potência máxima relativa à massa corporal nos testes incrementais pré e pós-treinamento (Tabela 1) e somente entre os testes incrementais pré e pós treinamento.

Tabela2. Resultados de potência máxima absoluta e potência máxima relativa.

Variável	Grupo			P valor
	FA	FV	GC	
Potência máxima absoluta pré (W)	225,0±54,0	225,0±39,1	230,0±58,7	0,966
Potência máxima absoluta pós (W)	227,5±60,6	225,0±39,1	230,0±58,7	0,945
Potência máxima relativa pré (W/kg)	3,29±0,6	3,22±0,5	3,31±0,5	0,969
Potência máxima relativa pós (W/kg)	3,32±0,6	3,22±0,5	3,31±0,5	0,962

Legenda. #: indica diferenças estatisticamente significativa entre o Grupo FA e o Grupo GC ($p < 0,05$). FA: grupo *feedback* visual aumentado; FV: grupo *feedback* verbal; GC: grupo controle.

4.2 FORÇA EFETIVA

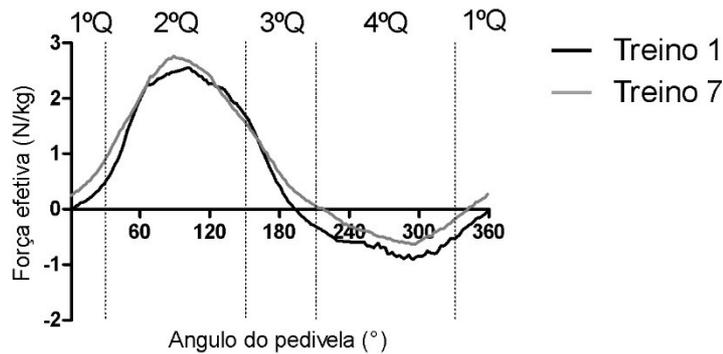
4.2.1 Treinamento

A Figura 8 apresenta as médias da força efetiva em função do ângulo do pedivela durante os 30 min de treinamento dos treinos 1 e 7 para os três grupos (FA, FV e GC) avaliados. Exemplificando o comportamento da aplicação de força ao pedivela ao longo de todo o ciclo de pedalada, exemplificando as alterações ocorridas em cada quadrante e ao longo do tempo em cada grupo.

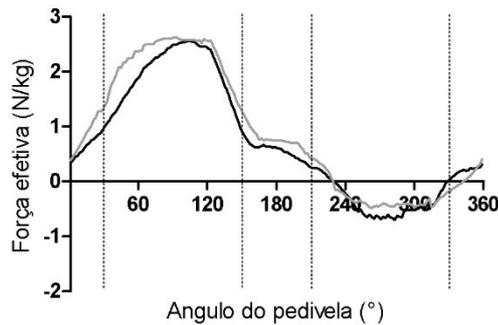
Não foi encontrada interação entre os grupos (FA, FV e GC) e os momentos (treino 1 e treino 7) ($p > 0,05$) para os resultados de força efetiva. Houve diferença entre os treinos 1 e 7 no 1º quadrante do ciclo de pedalada, com aumento do valor de força efetiva normalizada pela massa corporal entre os treinos 1 e 7 para todos os grupos ($F=13,973$; $p=0,005$). No entanto, não foi observada diferença entre os grupos em ambos os treinos ($F=3,627$; $p=0,067$). Já no 2º quadrante, foram observadas apenas diferenças entre os grupos ($F=12,449$; $p < 0,001$), com valores menores para o grupo FV em comparação aos grupos FA ($p=0,050$) e GC ($p=0,002$), independentemente do treino. Já entre os grupos FA e GC não foi apresentada diferença ($p=0,178$). Além disso, não foi observada diferença entre os treinos 1 e 7 entre os grupos avaliados no 2º quadrante ($F=2,065$; $p=0,185$) (Figuras 8 e 9). No 3º quadrante foi observado o mesmo comportamento do 1º quadrante com aumento dos valores de força efetiva normalizada entre os treinos 1 e 7 em todos os grupos avaliados ($F= 9,629$; $p= 0,013$) e sem diferença entre os grupos independente do treino avaliado ($F= 1,181$; $p= 0,330$). No 4º quadrante, para todos os grupos, o treino 7 apresenta valores de força efetiva normalizada negativa, ou retrograda, menores que o treino 1 ($F= 3,308$; $p=0,050$). Em ambos os treinos houve diferença entre os grupos avaliados ($F=3,366$; $p=0,027$), com o valor de força efetiva retrograda menor no grupo FV em relação aos grupos FA ($p=0,021$) e GC ($p=0,035$) (Figura 8 e 9) e sem diferença entre FA e GC ($p=0,762$).

Figura 8. Curvas de força efetiva ao longo de um ciclo completo de pedalada (360°), um valor médio para cada 2° do ciclo de pedalada dos três grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC) nos 30 min dos treinos 1 e 7, figura descritiva do comportamento da força efetiva ao longo do ciclo de pedalada.

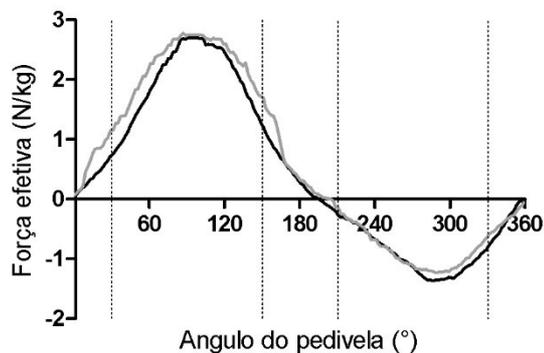
Feedback visual aumentado



Feedback verbal

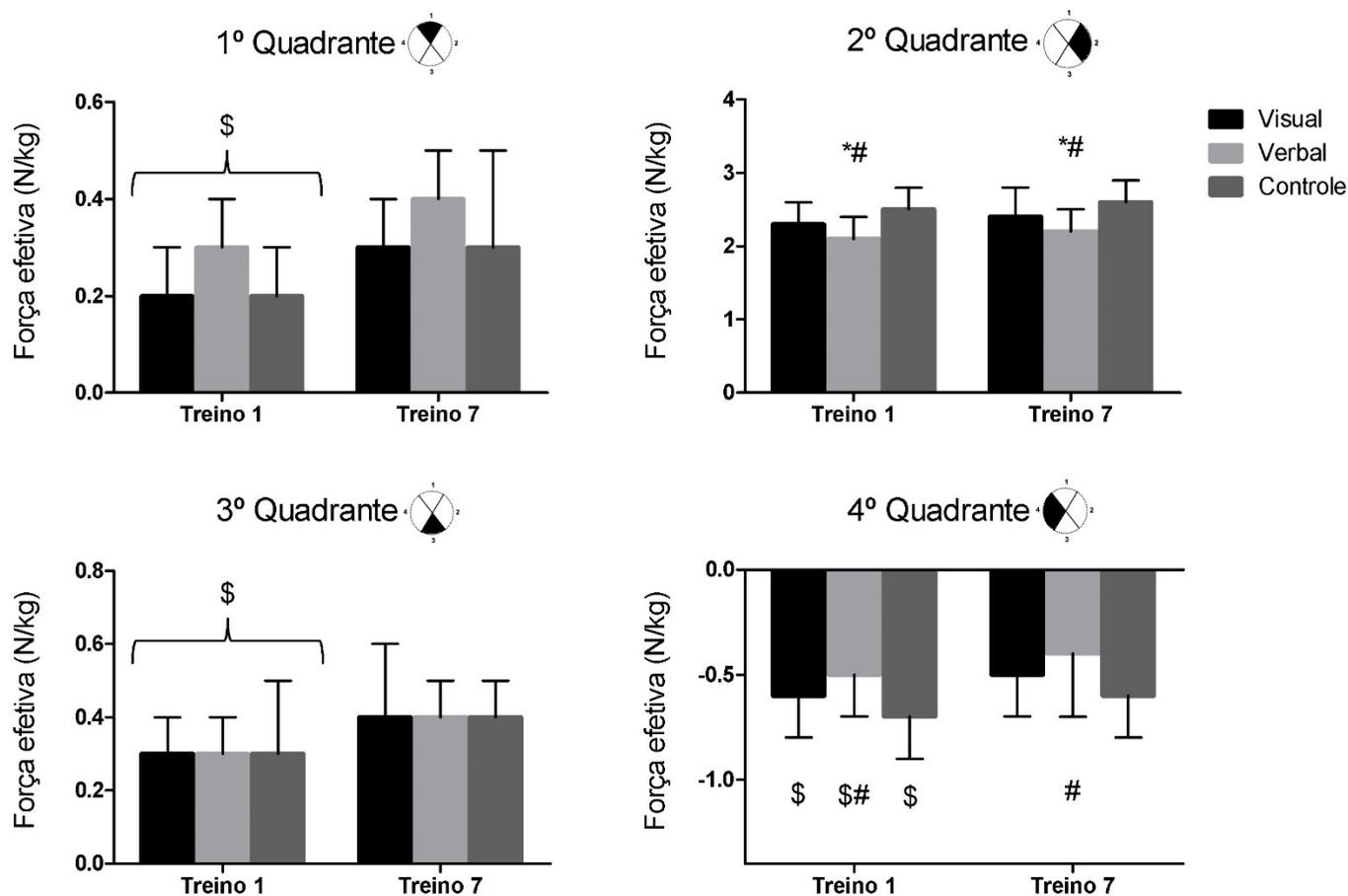


Controle



Legenda. As linhas tracejadas verticais indicam as divisões dos quadrantes, 1º quadrante: 330° a 30° ; 2º quadrante: 30° a 150° ; 3º quadrante 150° a 210° ; e 4º quadrante: 210° a 330° do ciclo de pedalada.

Figura 9. Força efetiva média em cada quadrante e as diferenças entre os grupos *feedback* visual aumentado (FV), *feedback* verbal (FA) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós-treinamento (Treino 1 e Treino 7).



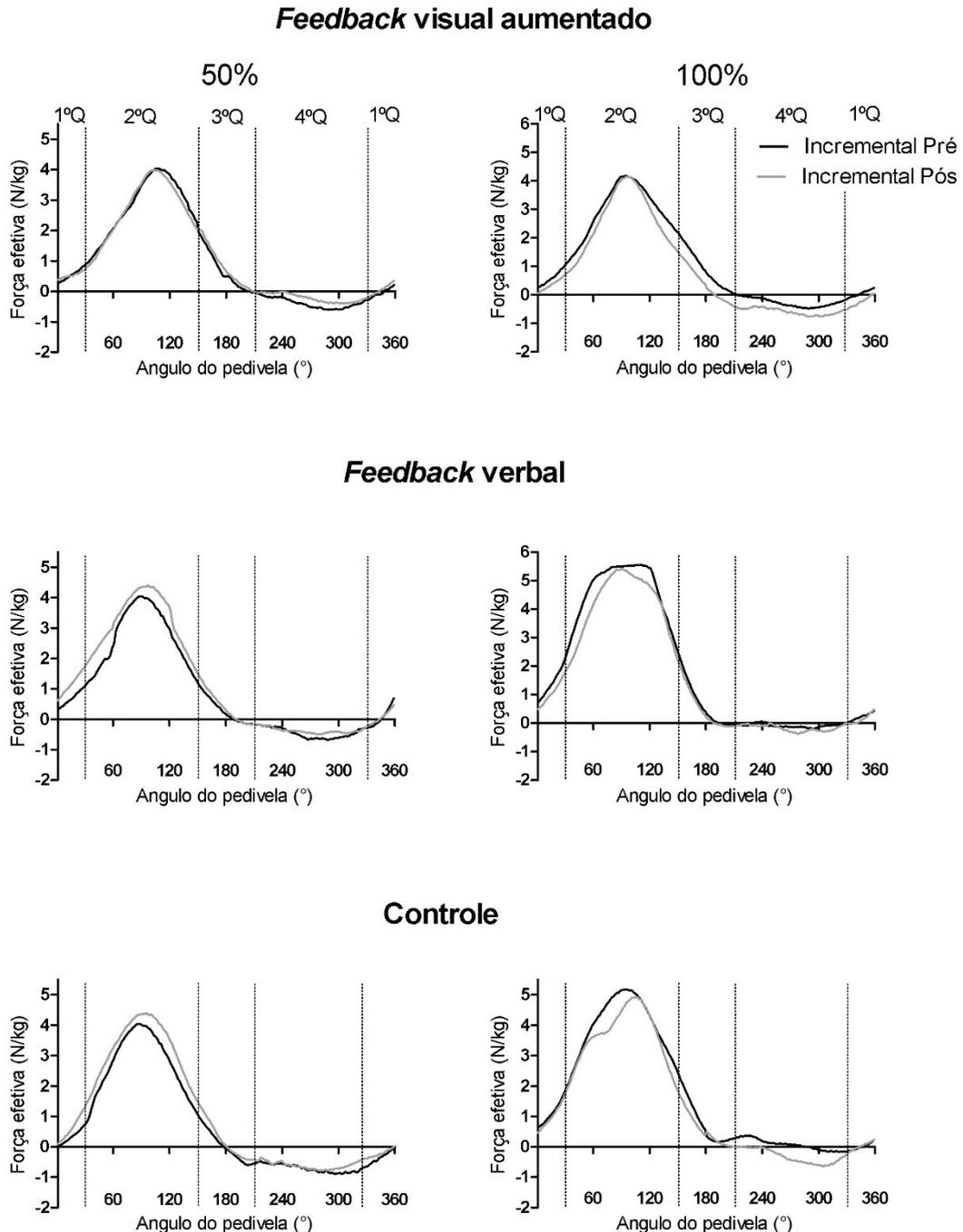
Legenda. \$: diferença significativa entre Treino 1 e Treino 7; *: diferença significativa entre Grupo FA e Grupo FV; #: diferença significativa entre Grupo FV e Grupo GC ($p < 0,05$).

4.2.2 Teste incremental

A Figura 10 apresenta as médias da força efetiva em função do ângulo do pedivela durante 1 min na intensidade correspondente a 50% da potência máxima e 1 min na intensidade correspondente a 100% da potência máxima nos testes incrementais pré e pós-treinamento para os três grupos (FA, FV e GC) avaliados. A Figura 10 exemplifica o comportamento da aplicação de força ao pedivela ao longo de todo o ciclo de pedalada, mostrando as alterações ocorridas em cada quadrante e ao longo do tempo em cada grupo. Os resultados de força efetiva nos 4 quadrantes não apresentaram interação entre os testes incrementais (pré e pós-treinamento) e os grupos (FA, FV e GC) nas intensidades correspondentes a 50% ($p>0,05$) e 100% ($p>0,05$) da potência máxima. Independentemente da intensidade (50% ou 100%) nos testes incrementais pré ou pós não houve diferenças entre os grupos para nenhum dos quadrantes ($p>0,05$).

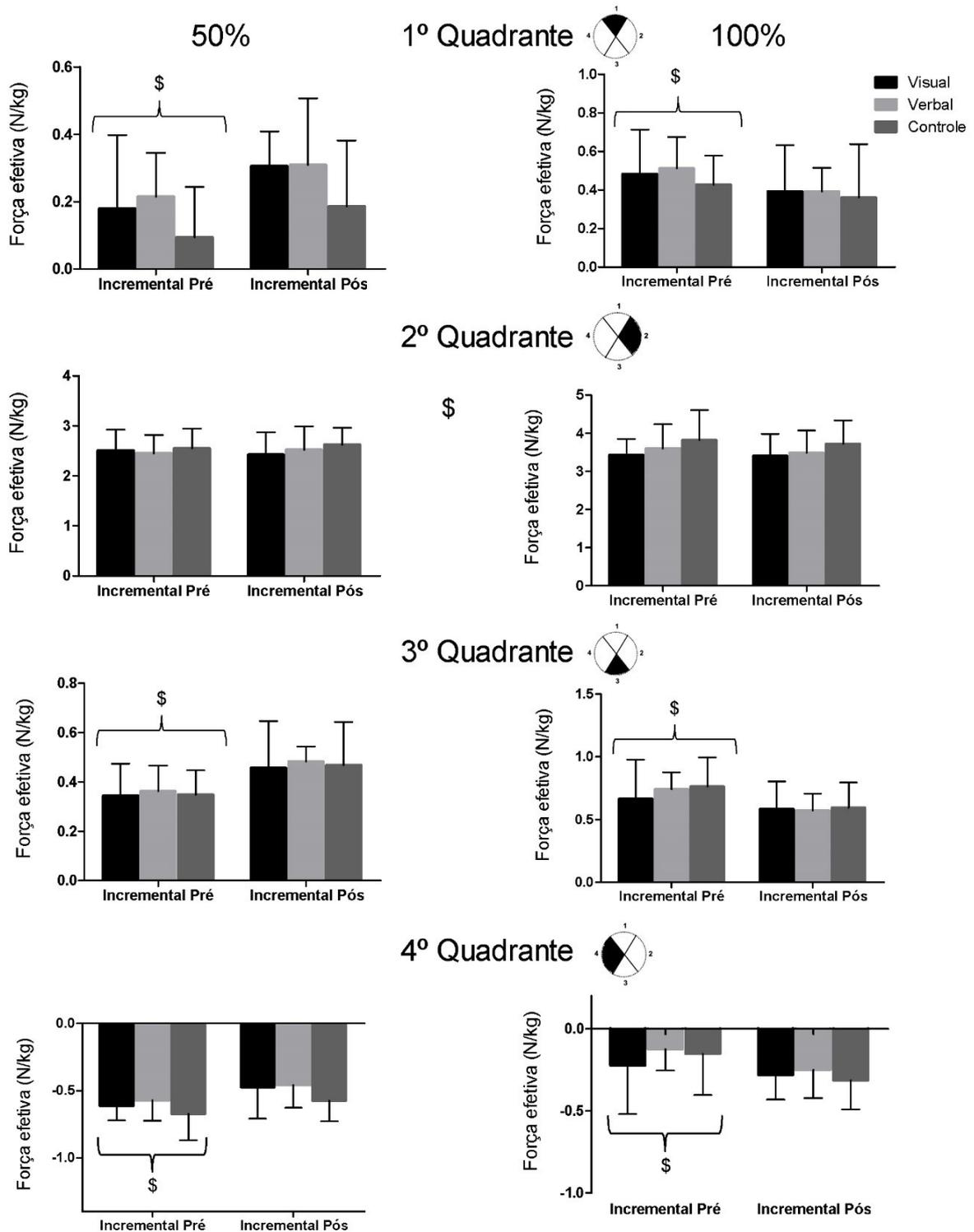
No entanto, houve diferença entre os testes incrementais pré e pós treinamento no 1º ($F=8,441$; $p=0,017$) e 3º ($F=48.261$; $p<0,001$) quadrantes, com um aumento da força efetiva normalizada positiva quando comparamos o teste incremental pré com o teste incremental pós na intensidade correspondente a 50% da potência máxima em todos os grupos. Na intensidade correspondente a 100% da potência máxima também houve diferença entre os testes incrementais pré e pós treinamento em todos os grupos ($F=13,120$; $p=0,006$), no entanto, com uma redução da força efetiva normalizada positiva quando comparamos os testes incrementais pré e pós em ambos os quadrantes (1º quadrante: $F=12,839$; $p=0,006$; e 3º quadrante: $F=52,908$; $p=0,032$). O 2º quadrante diferentemente dos anteriores não apresentou diferenças entre os testes incrementais pré e pós em ambas as intensidades 50% ($F=0,116$; $p=0,742$) e 100% ($F=0,638$; $p=0,558$) para todos os grupos. Já o 4º quadrante apresenta uma redução na força efetiva normalizada negativa na intensidade de 50% ($F=13,126$; $p=0,006$) em todos os grupos. Mas na intensidade de 100% ocorreu o contrário, aumento da força efetiva normalizada negativa ($F=11,367$; $p=0,008$) em todos os grupos (Figuras 10 e 11).

Figura 10. Curvas de força efetiva ao longo de um ciclo completo de pedalada (360°), média a cada 2° do ciclo de pedalada dos grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC) nos testes incrementais pré e pós nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima.



Legenda. As linhas tracejadas verticais indicam as divisões dos quadrantes, 1° quadrante: 330° a 30°; 2° quadrante: 30° a 150°; 3° quadrante 150° a 210°; e 4° quadrante: 210° a 330° do ciclo de pedalada.

Figura 11. Média de força efetiva em cada quadrante e as diferenças entre os grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós treinamento (incremental pré e incremental pós) nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima.



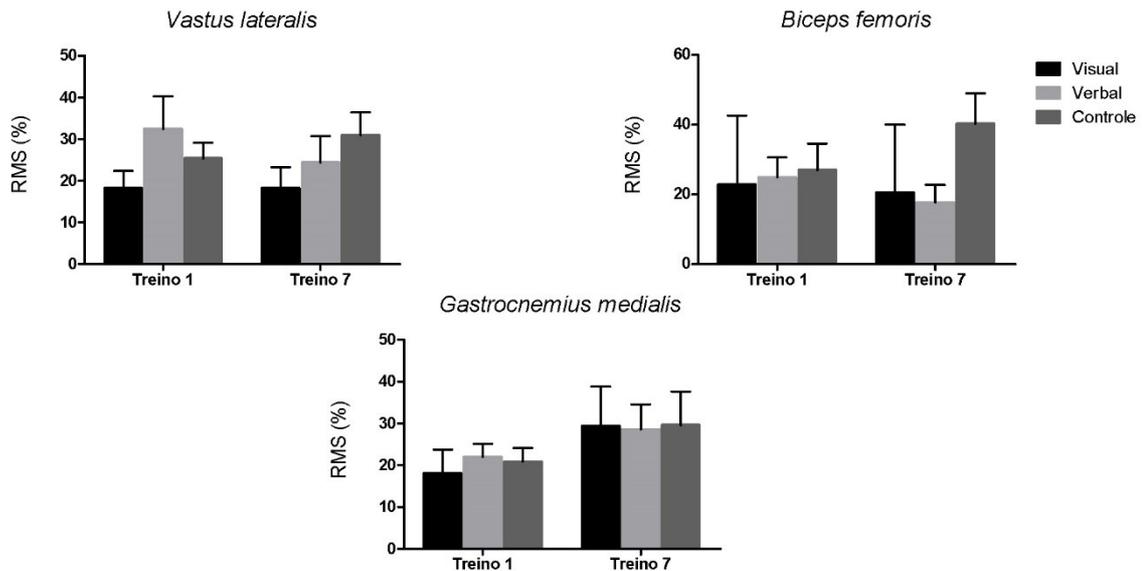
Legenda. \$: diferença significativa entre incremental pré e incremental pós ($p < 0,05$).

4.3 ELETROMIOGRAFIA

4.3.1 Treinamento

Os resultados de EMG durante o treinamento para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* não demonstraram interação entre os resultados de tempo (Treino 1 e Treino 7) e os grupos (FA, FV e GC) ($p>0,05$). Também não foi encontrada diferença quando comparamos os treinos 1 e 7, independentemente do grupo analisado ($p>0,05$). Além disso, quando comparados os grupos nos dois treinos também não foi encontrada diferença para estes resultados ($p>0,05$) (Figura 12).

Figura 12. Média do valor RMS para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* e as diferenças entre os grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC) e entre os treinos 1 e 7.



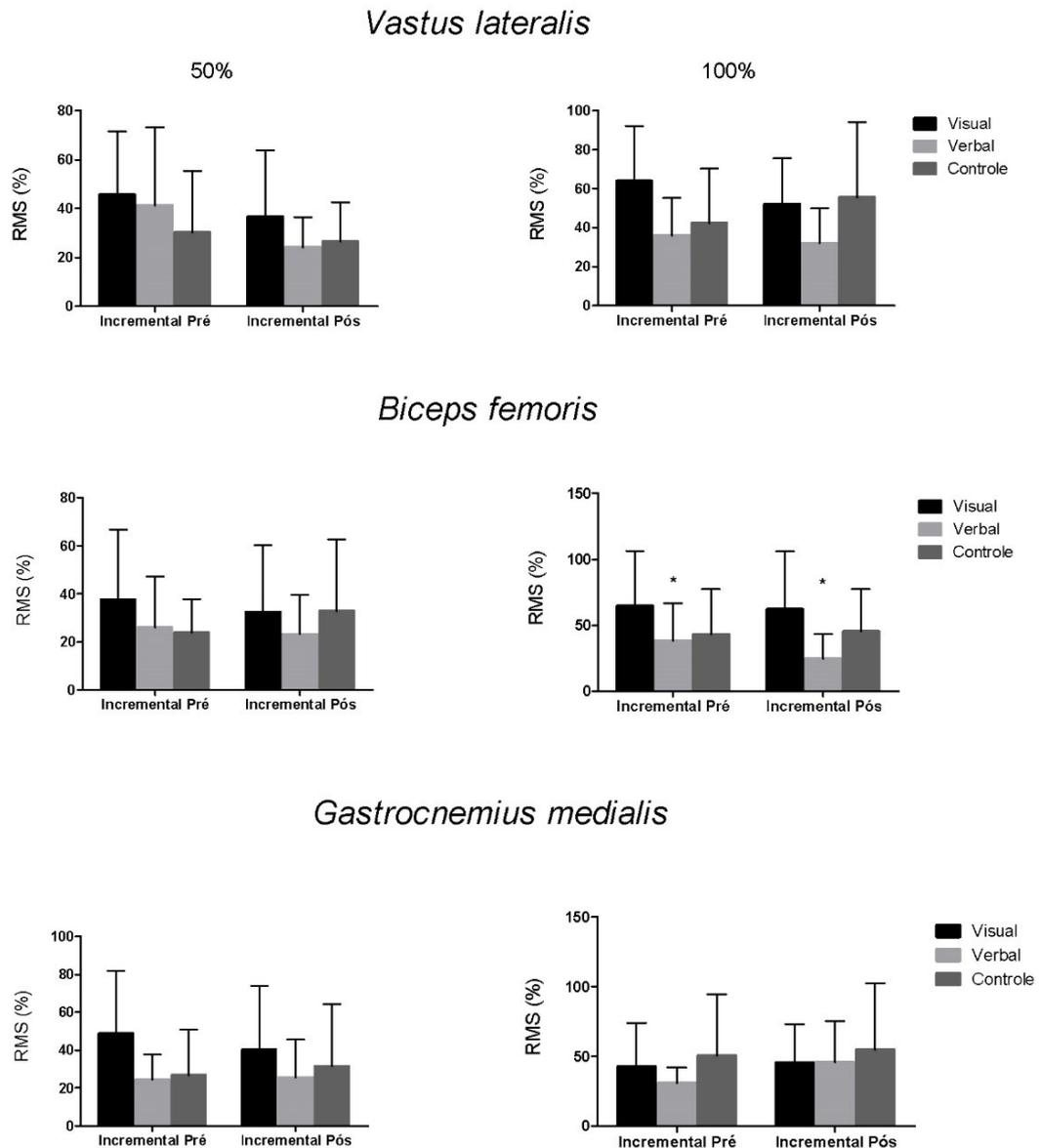
Legenda. %: percentual da ativação máxima voluntária.

4.3.2 Teste incremental

Não foi encontrada interação entre os resultados de tempo (incremental pré e incremental pós) e os grupos (FA, FV e GC) ($p>0,05$). Também não foram encontradas diferenças ao comparar-se os testes pré e pós-treinamento em nenhum dos grupos nas duas intensidades avaliadas (50 e 100% da potência máxima) ($p>0,05$). No entanto, ao se comparar os grupos foi encontrada diferença entre os grupos independentemente do teste incremental avaliado ($F=4,284$; $p=0,030$), com um valor de RMS menor para o grupo FV na intensidade

de 100% nos testes incrementais pré e pós-treinamento quando comparado ao grupo FA ($p=0,02$) para o *biceps femoris*. As demais comparações tanto entre os grupos, os testes incrementais independentemente da intensidade não apresentaram diferenças ($p>0,05$) (Figura 13).

Figura 13. Média do valor RMS para os músculos vastus lateralis, biceps femoris e gastrocnemius medialis e as diferenças entre os grupos feedback visual aumentado (FA), feedback verbal (FV) e controle (GC) e entre os momentos pré e pós-treinamento (incremental pré e incremental pós) nas intensidades correspondentes a 50 e 100% da potência máxima.



Legenda. %: percentual da ativação máxima voluntária; *: diferença significativa entre FA e FV ($p < 0,05$).

4.4 FREQUÊNCIA CARDÍACA MÁXIMA

Não houve interação entre tempo (incremental pré e incremental pós; e treino 1 e treino 7) e os grupos (FA, FV e GV) para os resultados de FC_{MAX} ($p>0,05$). Foi observada diferença entre os momentos ($F=5,563$; $p=0,032$), com redução da frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) entre os treinos 1 e 7 nos grupos FA ($p=0,017$) e FV ($p=0,042$), enquanto o GC não apresentou diferença entre os treinos ($p=0,119$). Nos treinos não houve diferença entre os grupos ($p>0,05$). Os testes incrementais não foram diferentes quando comparados os momentos pré e pós ($p=0,191$), mas houve diferença entre os grupos ($F = 12,634$; $p= 0,021$), onde o grupo FA apresentou valores de FC_{MAX} maiores que os grupos FV e GC ($p=0,045$; $p=0,040$; respectivamente), em ambos testes incrementais (pré ou pós). Não houve diferença entre os grupos FA e GC ($p=0,443$) em nenhum dos testes (Tabela 2).

Tabela 3. Diferenças na frequência cardíaca máxima (FC_{MAX}) entre os dias 2 e 8 (treino 1 e treino 7, respectivamente) e entre os dias 1 e 9 (incremental pré e incremental pós, respectivamente) para os grupos *feedback* visual aumentado (FA) *feedback* verbal (FV) e controle (GC).

Grupo	Frequência cardíaca máxima (bpm)			
	Incremental Pré	Incremental Pós	Treino 1	Treino 7 (bpm)
FA	171 ± 15	172 ± 12	150 ± 18	141 ± 16 [§]
FV	183 ± 7 *#	184 ± 7 *#	160 ± 10	151 ± 15 [§]
GC	173 ± 9	173 ± 9	148 ± 16	142 ± 11

Legenda. [§]: Diferenças significativa entre os treinos 1 e 7; *: diferença significativa entre Grupo FV e Grupo FA; #: diferença significativa entre Grupo FA e Grupo C ($p<0,05$). FV: grupo *feedback* visual; FA: grupo *feedback* verbal; GC: grupo controle

4.5 PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO

4.5.1 Treinamento

Não houve interação entre grupo (FA, Fv e GC) e tempo (treino 1 e treino 7). No entanto, houve diferença entre os treinos para todos os grupos, no treino 7 os sujeitos relataram valores menores para as percepções subjetiva de esforço geral ($F=13,859$; $p=0,001$),

na região anterior da coxa ($F=16,447$; $p=0,018$), região posterior da coxa ($F=15,169$; $p=0,002$), região anterior da perna ($F=12,446$; $p=0,016$) e região posterior da perna ($F=40,800$; $p<0,001$) em relação os valores do treino 1. Não houve diferenças entre os grupos avaliados em ambos os treinos para todas as percepções subjetivas de esforço avaliadas ($p>0,05$) (Tabela 3).

Tabela 4. Média e desvio padrão da percepção subjetiva de esforço geral e específica (anterior e posterior da coxa e anterior e posterior da perna) no final de cada treino dos grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC) nos dias 2 e 7 (treino 1 e treino 7, respectivamente).

Variáveis	Tempo	Grupos		
		FA	FV	GC
PSE geral	Treino 1	6,50±1,5 *	5,6±3,3 *	5,4±2,11 *
	Treino 7	4,30±2,4	4,7±2,9	4,8±1,93
PSE anterior da coxa	Treino 1	6,1±1,8 *	5,25±3,1 *	4,9±2,3 *
	Treino 7	4,3±2,3	4,2±2,5	4,2±1,7
PSE posterior da coxa	Treino 1	5,6±2,6 *	4,6±3,8 *	3,8±2,1 *
	Treino 7	3,6±2,1	3,6±2,4	3,0±2,2
PSE anterior da perna	Treino 1	4,3±1,8 *	3,9±3,3 *	3,3±2,5 *
	Treino 7	2,5±2,0	3,0±2,6	2,6±1,8
PSE posterior da perna	Treino 1	4,8±2,4 *	4,7±3,1 *	3,7±2,5 *
	Treino 7	2,8±1,9	3,0±2,3	2,3±1,7

Legenda. PSE: percepção subjetiva de esforço; *: Diferenças entre os treinos 1 e 7 dentro do mesmo grupo ($p<0,05$). FV: grupo *feedback* visual; FA: grupo *feedback* verbal; GC: grupo controle.

4.5.2 Teste incremental

Não houve interação entre os resultados de tempo e os grupos ($p>0,05$). A percepção subjetiva de esforço geral no fim de cada teste incremental máximo não apresentou diferenças entre os grupos ($p=0,242$) em ambos os testes e entre os testes incrementais para nenhum dos grupos ($p=0,363$). As percepções subjetivas de esforço locais, anterior da coxa, posterior da coxa, anterior da perna e posterior da perna, também não apresentaram diferenças entre os grupos ($p=0,057$; $p=0,122$; $p=0,292$; $p=0,136$; respectivamente) em nenhum dos testes incrementais. Quando comparados os testes incrementais pré e pós, não foi observada

diferença na percepção subjetiva de esforço das regiões anterior ($p=0,134$), posterior da coxa ($p=0,999$), anterior da perna ($p=0,151$) e posterior da perna ($p=0,151$) independentemente do grupo avaliado (Tabela 4).

Tabela 5. Resultados de percepção subjetiva de esforço geral e específicas (anterior e posterior da coxa e anterior e posterior da perna) no final de cada teste incremental (incremental pré e incremental pós) para os grupos *feedback* visual aumentado (FA), *feedback* verbal (FV) e controle (GC).

Variáveis	Tempo	Grupos		
		FA	FV	GC
PSE geral	Treino 1	8,7±1,3	9,3±0,95	8,5±1,2
	Treino 7	8,9±1,2	9,5±1,1	8,6±1,3
PSE anterior da coxa	Treino 1	9,3±1,1	9,5±0,7	7,6±2,0
	Treino 7	9,6±0,5	9,3±1,1	9,3±1,9
PSE posterior da coxa	Treino 1	7,2±2,1	7,9±2,7	5,8±1,7
	Treino 7	7,9±2,8	7,3±2,3	5,7±2,9
PSE anterior da perna	Treino 1	6,4±2,0	7,4±3,1	5,2±2,2
	Treino 7	5,4±2,5	6,5±3,2	5,0±2,8
PSE posterior da perna	Treino 1	5,8±2,6	7,8±2,2	5,2±1,7
	Treino 7	5,7±2,5	6,5±3,2	5,0±2,6

Legenda. PSE: percepção subjetiva de esforço; FA: grupo *feedback* visual aumentado; FV: grupo *feedback* verbal; GC: grupo controle

5 DISCUSSÃO

Este trabalho teve como principal achado a melhora da aplicação de força efetiva nos quadrantes 1, 3 e 4 durante o ciclo de pedalada para todos os grupos avaliados no último dia de treinamento e a 50% da intensidade máxima no teste incremental pós-treinamento (Figuras 8 e 11). Esta melhora não foi observada na intensidade de 100% da potência máxima no teste incremental (Figura 11). O grupo FV apresentou valores de força efetiva durante a fase de propulsão (2º quadrante) menores que os apresentados pelo grupo GC no último dia de treinamento (Figura 9), o que pode ser explicado pelo aumento da concentração do sujeito na realização do movimento de puxada do pedal durante a fase de recuperação (4º quadrante) do ciclo de pedalada, gerando assim uma redução na aplicação de força durante a fase de propulsão (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). O grupo FA não apresentou melhora da aplicação de força efetiva em nenhum dos quadrantes quando comparado aos demais grupos.

Para os resultados de força efetiva foram feitas duas hipóteses: (H₁) haveria aumento da força efetiva aplicada ao pedivela no quadrante 2 para todos os grupos. No entanto, o grupo que receberia FA apresentaria valores de força efetiva média aplicada ao pedivela no quadrante 2 (fase propulsiva) maiores que os demais grupos. Esta hipótese recusada pelos resultados de nossa pesquisa, este quadrante apresentou diferença apenas com menores valores para FV no treinamento; (H₂) Os grupos que receberão FA e FV apresentarão diminuição na força efetiva negativa no quadrante 4 (fase de recuperação) no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades de 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima), sem diferenças entre os grupos FA e FV. Esta hipótese foi aceita, mas o GC também apresentou a mesma diminuição da força efetiva retrograda.

Os métodos de ensino da técnica de pedalada focam em sua maioria na utilização de resultados provenientes da efetividade da pedalada, resultados estes que são normalmente a força efetiva e o índice de efetividade (BROKER; GREGOR; SCHMIDT, 1993; HENKE, 1998). Korff et al. (2007) considera estas informações como um dos principais indicadores quando se estuda a técnica de pedalada. Na literatura a maioria dos trabalhos utiliza os resultados de força efetiva e índice de efetividade tanto para gerar o *feedback* aumentado quanto para avaliar a melhora da efetividade durante a pedalada (Quadro 1) uma vez que são informações sensíveis a estas mudanças (MORNIEUX et al., 2008; HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012).

Este estudo trouxe dois principais diferenciais na análise e avaliação do efeito da utilização de *feedback* visual aumentado para a melhora da técnica de pedalada: Primeiro, foi a utilização de uma divisão do ciclo de pedalada em 4 quadrantes não uniformes que formam um “X” (1º quadrante: 330° a 30°; 2º quadrante: 30° a 150°; 3º quadrante 150° a 210°; e 4º quadrante: 210° a 330° do ciclo de pedalada) no lugar das divisões clássicas por quadrantes de 90° e por fase propulsiva e de recuperação (180° cada fase) (Figura 1); Segundo, foi a utilização separada dos FA e FV, visando identificar o efeito isolado de cada um destes métodos. A divisão em X torna a análise mais minuciosa e trás maiores detalhes sobre o real comportamento das forças aplicadas durante o ciclo de pedalada, já a divisão dos *feedbacks* permite uma observação ampla da melhora individual de cada método.

Desta forma, as alterações encontradas neste trabalho, como a redução da força efetiva negativa na fase de recuperação (4º quadrante), corroboram com os achados de Mornieux et al. (2008; 2010) que demonstraram que ciclistas experientes e iniciantes apresentavam redução da força efetiva negativa na fase de recuperação da pedalada (180° - 360° do ciclo de pedalada) após um dia de treinamento com utilização de *feedback* visual e verbal. De forma semelhante, na fase propulsiva (2º quadrante), os resultados encontrados para o grupo FA (redução da força efetiva positiva, Figura 9) são similares aos resultados encontrados por Korff et al. (2007) e Mornieux et al. (2008; 2010). No entanto, ao observarmos os resultados do grupo FV encontramos divergências em relação a estes estudos anteriores, já que na fase propulsiva este grupo manteve os resultados iguais estatisticamente ao grupo controle e sem redução em relação ao treino 1. Podemos observar que a utilização apenas de FV aumentado não causou alteração ou prejuízos nesta fase da pedalada, o que pode demonstrar que o FV, que normalmente é implementado juntamente com o FA, nestes estudos pode ser um dos fatores responsáveis pela redução da força efetiva positiva.

A divisão da pedalada em “X” demonstrou que o fato de pedalar sistematicamente, independentemente da utilização ou não de um programa de *feedback*, irá promover melhoras na aplicação de força efetiva e total nos quadrantes 1 e 3 que são considerados de acordo com a literatura como ponto morto superior e ponto morto inferior, respectivamente (DOREL et al., 2009). Essa nomenclatura adotada é atribuída em função da mínima força efetiva produzida nessas fases do ciclo de pedalada. No entanto, os resultados do presente estudo indicam que as maiores alterações em iniciantes na prática de ciclismo ocorreram, principalmente, nos quadrantes 1 e 3 (Figura 9). Mornieux et al. (2008) aplicou apenas um dia de treinamento com utilização de FV e FA em conjunto e encontrou alterações semelhantes,

ele utilizou a divisão clássica e encontrou aumento de força efetiva na fase de recuperação da pedalada em ciclistas profissionais e não ciclistas.

A utilização de forma independente dos FA e FV foi escolhida a partir da observação inicialmente do estudo de Korff et al. (2007). Nesse estudo os autores utilizaram quatro indicações principais: (1) pedalar da forma preferida, (2) realizar o movimento o mais circular possível, (3) concentrar em empurrar o pedal e (4) concentrar em puxar o pedal. As indicações de pedalar de forma circular e puxando o pedal geraram uma menor força efetiva negativa na fase de recuperação da pedalada (180° - 360° do ciclo de pedalada). O que corrobora com nosso estudo, já que a instrução verbal (FV) para a realização do movimento era um conjunto utilizando a indicação de puxar o pedal e realizar o movimento de forma circular. No entanto, também foi utilizada a indicação de aplicar a força pra baixo na fase propulsiva, o que nos permite observar que os avaliados mantiveram maior concentração no movimento de puxar o pedal e não no de empurrar o pedal (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

Agora quando estes resultados foram testados em um teste diferente do treinamento realizado e sem indicações, *feedbacks* ou informações a respeito da pedalada podemos observar que na mesma intensidade do treinamento (50% da potência máxima) os ganhos são mantidos com aumento da força efetiva nos quadrante 1 e 3 e com a redução da força efetiva negativa no 4° quadrante, mas sem diferenças entre os grupos nos quadrantes 2 e 4 como apresentado no treinamento. Estudos anteriores demonstram que os ganhos provenientes do treinamento técnico da pedalada são mais facilmente mantidos em intensidades menores (HOLDERBAUM; PETERSEN; GUIMARÃES, 2012). O que é ainda mais evidenciado quando observamos os resultados na intensidade de 100% da intensidade máxima que apresentaram valores menos efetivos para todos os quadrantes com exceção do 2° quadrante, demonstrando que os ganhos técnicos gerados pelo treinamento não são mantidos em intensidades máximas. Uma vez que a retenção da aprendizagem de um movimento é dependente da intensidade do exercício realizada (HOLDERBAUM, 2006), ou seja, um maior período de treinamento e treinos em intensidades variadas seria necessário para se manter tais resultados em intensidades máximas de atividade (SCHMIDT; WRISBERG, 2001).

Já em relação à atividade muscular, não foram apresentadas diferenças ao longo do tempo, treino 1 vs treino 7 e incremental pré vs incremental pós, para nenhum dos músculos avaliados em nenhum dos grupos. A única diferença apresentada entre os grupos foi um menor valor RMS para o grupo FV no teste incremental pós-treinamento quando comparado ao grupo FA. Os demais músculos e momentos não apresentaram diferença significativa entre

os grupos. Diferentemente de nossos resultados, Mornieux et al. (2008) demonstraram que pedalar realizando o movimento de puxar o pedal com o auxílio FA aumentou a atividade muscular, principalmente, nos músculos *biceps femoris* e *tibialis anterior* em ciclistas treinados e não treinados. De Marchis et al. (2012) por sua vez apresentou um aumento da atividade elétrica dos músculos *gluteus maximus*, *vastus lateralis*, *biceps femoralis*, *vastus medialis*, *gastrocnemius medialis*, *rectus femoris* e *tibialis anterior*.

Duas hipóteses foram propostas para os resultados de EMG: (H₃) O valor médio de RMS para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* serão maiores para o grupo que receberá FA em relação aos outros grupos no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades de 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima). Está hipótese foi rejeitada pelos nossos resultados, já que o grupo que apresentou maiores valores de RMS na verdade foi o grupo FV, no *biceps femoris*, em comparação ao grupo FA na intensidade de 100% da potência máxima nos testes incrementais pré e pós; (H₄) O valor médio de RMS para os músculos *vastus lateralis*, *biceps femoris* e *gastrocnemius medialis* serão maiores no teste incremental pós-treinamento (nas intensidades de 50% e 100% da potência máxima) e no treino 7 (50% da potência máxima) em comparação aos teste incremental pré-treinamento e treino 1, respectivamente para os grupos FA e FV. Novamente esta hipótese foi rejeitada pelos resultados do estudo, uma vez que não houve diferença entre os treinos 1 e 7, assim como, entre os testes incrementais pré e pós treinamento.

No entanto, a ativação muscular voluntária varia drasticamente entre indivíduos (DOREL; COUTURIER; HUG, 2008). Esse fato pode ajudar a entender a falta de diferença entre os grupos e os momentos, tendo em vista que o desvio padrão dos resultados de EMG é muito elevado mostrando a grande variabilidade entre os avaliados nesta pesquisa (Figuras 11 e 12). Além disso, o aumento da atividade muscular não necessariamente está relacionado com a melhoria da eficiência ao longo da pedalada, ou seja, uma maior ativação muscular pode não estar diretamente indicando maior eficiência da pedalada (BLAKE; WAKELING, 2012). Isto pode estar relacionado ao tipo de treinamento adotado que indicou a direção de aplicação de força e não a intensidade com que esta força deveria ser aplicada em cada uma das direções.

A intensidade utilizada para o treinamento neste estudo foi correspondente a 50% da potência máxima, uma intensidade muito diminuta quando comparada a estudos anteriores que utilizaram programas de treinamento com intensidades acima de 70% da potência

máxima (FERMINO; OLIVEIRA, 2008; PATRÍCIO; CANCIGLIERI, 2009) e treinamento com *feedbacks* 60% da potência máxima (HOLDERBAUM et al., 2009). E sabe-se que a intensidade tem um efeito grande sobre o nível de atividade muscular, assim um treinamento com baixa intensidade, apesar de propor alterações no padrão de movimento, pode não ser suficiente para alterar a atividade muscular ao longo do ciclo de pedalada (BINI et al., 2008).

Uma forma de avaliar a ativação muscular de forma mais precisa é através do período de ativação, este consiste em identificar ao longo de todo o ciclo de pedalada o nível de ativação dos músculos podendo indicar os momentos e posições de maior ativação (*vastus lateralis*, *vastus medialis*, *gastrocnemius medialis* e *tibialis anterior*) (HASSON; CALDWELL; VAN EMMERIK, 2008). Uma forma de avaliação apresentada por Mornieux et al. (2010) é a avaliação do período de ativação separando o ciclo de pedalada em quadrantes o que pode auxiliar na observação dos locais específicos onde ocorrem as alterações, como demonstrado em seu artigo no qual o *biceps femoris* tem um aumento da ativação muscular no terceiro quadrante e o *tibialis anterioris* um aumento no primeiro, terceiro e quarto quadrantes da pedalada quando utilizando FA.

A potência máxima não apresentou diferenças ao longo do tempo em nenhum dos grupos e também não apresentou diferenças entre os grupos. Este resultado pode ser explicado principalmente pela baixa intensidade utilizada no período de treinamento realizado. Estudos prévios indicaram melhoras na potência máxima (STEPTO et al., 1999; MCPHEE et al., 2009; WILLIAMS et al., 2009), sugerindo que os treinamentos para melhorar esta potência devem ter intensidades mais elevadas (acima de 70%) e possuírem treinos com volumes mais elevados e séries curtas com intensidades acima de 90%. Como o objetivo principal deste estudo era a melhora da técnica de pedalada, o treinamento realizado focou na melhora desta componente. A hipótese que indicava que haveria aumento da potência máxima ao término do período de treinamento baseou-se no nível de experiência dos avaliados, os quais não eram ciclistas e nem tinham experiência prévia com treinamento da modalidade (PRIEGO QUESADA et al., 2017). Por esta baixa experiência esperava-se uma melhora mínima na potência máxima dos avaliados.

Uma hipótese foi elaborada para os resultados de frequência cardíaca: (H₅) Todos os grupos apresentarão uma redução da frequência cardíaca no teste incremental pós-treinamento e no treino 7 em comparação ao teste incremental pré-treinamento e o treino 1. Esta hipótese foi parcialmente aceita pelos nossos resultados, já que apenas o treino 7 apresentou diminuição da FC_{MAX.}; (H₆). Todos os grupos apresentarão diminuição da percepção subjetiva

de esforço geral e específica (regiões anterior da coxa, posterior da coxa, anterior da perna e posterior da perna) no teste incremental pós-treinamento e no treino 7 em comparação ao teste incremental pré-treinamento e o treino 1. Esta hipótese foi parcialmente aceita, uma vez que houve diminuição da percepção subjetiva de esforço e no treino 7 em comparação ao treino 1, mas no teste incremental não houve nem diminuição destas variáveis. A diminuição tanto da percepção subjetiva de esforço no treinamento é natural pela adaptação do avaliados à intensidade (50% da potência máxima) e tempo de treinamento (30 min). Já no teste incremental a intensidade foi máxima, ou seja, a FC_{MAX} e a percepção subjetiva de esforço não puderam reduzir pela característica do teste.

Estes dois resultados estão relacionados com a intensidade percebida e realizada pelo avaliado. Ambos os grupos com *feedback* apresentam redução da FC quando comparados os treinos 1 e 7, diferentemente do grupo controle, que não apresentou mudanças. Já em relação à percepção de esforço podemos observar uma redução significativa em todos os grupos quando comparamos os treinos 1 e 7 para todas as regiões avaliadas (geral e específica). Esta redução pode estar relacionada, principalmente, à experiência prévia em diversas modalidades o que promove um programa motor bem generalizado o que gera uma diminuição no esforço percebido após um período curto de tempo de treinamento (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). O tipo de exercício realizado também pode gerar essa influência já que treinos contínuos apresentaram FC e percepção de esforço elevadas inicialmente, mas pela baixa intensidade são reduzidas com o tempo (GOMES et al., 2008). No teste incremental não foram observadas diferenças tanto para a FC_{MAX} quanto para a percepção subjetiva de esforço, apenas valores maiores em ambos os testes incrementais para o grupo FA em relação aos demais grupos na FC_{MAX} , o que pode estar relacionado à diferença existente na idade entre este grupo e os demais (TANAKA; MONAHAN; SEALS, 2001; KIDO; TANAKA; STEIN, 2004).

O ciclismo é caracterizado por possuir um movimento contínuo, caracterizado por não ter início nem fim característicos. O final desse movimento se dá pelo término da atividade dentro de um período de tempo ou uma distância a ser percorrida (SCHMIDT; WRISBERG, 2001). Este tipo de habilidade motora permite um aprendizado no qual o movimento será realizado da forma mais econômica possível, visando sua repetição de forma organizada e sistematizada no futuro (RAAB; MASTERS; MAXWELL, 2005). É necessário o inteiro conhecimento dos movimentos de uma modalidade esportiva para a melhor realização do mesmo, no entanto, o ciclismo possui um conjunto simples de movimentos a serem aplicados

o que diminui o tempo necessário para se aprender e executar o movimento (WULF et al., 2002).

De acordo com a informações supracitadas podemos identificar que o ciclismo, apesar de apresentar um movimento de simples execução, apresenta a necessidade de um período de treinamento elevado para a melhor retenção e aprendizagem do movimento. Os estudos que trabalharam com o *feedback* apresentaram melhoras na aplicação de força efetiva (BROKER; GREGOR; SCHMIDT, 1993; HENKE, 1998; KORFF et al., 2007; MORNIEUX et al., 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010) e/ou atividade muscular (HASSON; CALDWELL; VAN EMMERIK, 2008; MORNIEUX; GOLLHOFER; STAPELFELDT, 2010; DE MARCHIS et al., 2012, 2013b) durante o programa de treinamento, no entanto em sua maioria utilizaram apenas um dia de treinamento e o próprio grupo era o seu controle (Quadro 2).

Em consonância com os estudos de Holderbaum et al. (2009; 2012), que embasaram a metodologia utilizada neste estudo (mais de 7 dias de treinamento e grupo controle), houve melhoras da aplicação de força em ambos os grupos de *feedback*, sendo mais acentuado no grupo com FA no estudo de Holderbaum et al. (2009; 2012) e mais acentuado no grupo FV em nosso estudo, principalmente pela diminuição da força efetiva negativa no 4º quadrante apresentar diferenças em relação ao grupo controle. Assim, acreditamos que a melhora nos grupos FA do estudo de Holderbaum (2009; 2012) e a FV em nosso estudo demonstram que a utilização de FV com ou sem a utilização de FA é eficaz para a melhora da técnica de pedalada no ciclismo.

Assim, ao isolarmos o FV pudemos observar que este é tão efetivo quanto o FA para a melhora da técnica de pedalada, o que pode baratear os custos para avaliações e acompanhamentos de treinamento da técnica de pedalada pela dissociação da utilização de equipamentos para monitorar a força aplicada nos pedais. Além disso, este estudo demonstrou que é possível utilizar um treinamento técnico no início de um treinamento de ciclismo para que os aprendizes tenham uma melhor técnica de pedalada desde estágios iniciais da modalidade.

5.1.1 LIMITAÇÕES DO ESTUDO E DIREÇÕES FUTURAS

As limitações do estudo foram a não utilização de um pedal plataforma de força para a determinação das demais forças aplicadas ao pedal, principalmente a força resultante, e a impossibilidade de calcular o índice de efetividade sem este equipamento, resultado que poderia acrescentar na discussão da melhora da técnica de pedalada com a utilização de *feedbacks*. Os resultados de EMG não foram separados em quadrantes como os resultados de força efetiva por limitações computacionais, este resultado dividido por quadrantes seria uma forma melhor de identificar se existem diferenças em locais específicos da pedalada e não apenas no valor médio de ativação. Além disso, pelo tipo de movimento contínuo do ciclismo uma grande quantidade de ruído foi gerada no sinal EMG, o que pode ter mascarado diferenças e atrapalhado as avaliações deste estudo.

O intuito deste estudo foi indicar uma forma barata e muito simples de realizar o treinamento técnico com iniciantes da modalidade, assim, com os resultados positivos deste estudo espera-se que grupos de ciclismo utilizem deste método de treinamento. Além disso, espera-se que diversos ciclistas utilizem o FV como forma de treinamento técnico no dia a dia. Não foi abordado neste estudo, mas espera-se ganhos semelhantes nestes grupos.

No futuro espera-se que as pesquisas com utilização de *feedback* ou de melhora da técnica de pedalada utilizem outros métodos de treinamento deste aspecto, como pedivelas independentes, pedalada unilateral e pedaladas em baixíssimas cadências e altas intensidades. Isto poderá responder como é o comportamento da aprendizagem em todos estes métodos. A modulação do treinamento é necessária para que o teste possa ser o mais próximo de um treinamento de ciclismo comum, com variações de intensidade e volume. Isso poderá auxiliar a entender se o treino técnico causará prejuízos ou auxiliará no treino de ciclistas experientes e iniciantes. Utilizar ciclistas de diversas modalidades de ciclismo para identificar o comportamento de cada grupo submetido a um treinamento técnico da pedalada.

6 CONCLUSÃO

A utilização de FA e FV são estratégias efetivas para a melhora da aplicação de força efetiva ao longo do ciclo de pedalada sem causar alterações na ativação muscular, o que demonstra uma maior eficiência do movimento e causa redução da percepção de esforço e FC_{MAX} . No entanto, o FV se mostrou mais efetivo na melhora da técnica de pedalada por apresentar menores valores de força efetiva retrograda. Além, de ser um método de treinamento mais barato, o que pode facilitar sua utilização em treinamentos. Podendo

baratear os custos para avaliações e acompanhamentos de treinamento da técnica de pedalada pela dissociação da utilização de equipamentos para monitorar a força aplicada nos pedais.

REFERÊNCIAS

- BIBBO, D.; CONFORTO, S.; BERNABUCCI, I.; CARLI, M.; SCHMID, M.; D'ALESSIO, T. Analysis of different image-based biofeedback models for improving cycling performances. **Image Processing: Algorithms and Systems X; and Parallel Processing for Imaging Applications II**, v. 1, n. February, p. 829503, 2012. Disponível em: <<http://proceedings.spiedigitallibrary.org/proceeding.aspx?doi=10.1117/12.910605>>.
- BINI, R.; DIEFENTHALER, F.; CARPES, F.; MOTA, C. B.; ALEGRE, P. External work bilateral symmetry during incremental cycling exercise. **Symposium A Quarterly Journal In Modern Foreign Literatures**, p. 168–171, 2007.
- BINI, R.; HUME, P.; CROFT, J. L.; KILDING, A. Pedal force effectiveness in cycling: A review of constraints and training effects. **Journal of Science and Cycling**, v. 2, n. 1, p. 11–24, 2013. Disponível em: <<http://ro.ecu.edu.au/ecuworks2013/891>>.
- BINI, R. R.; CARPES, F. P. **Biomechanics of cycling**. [s.l: s.n.]v. 9783319055
- BINI, R. R.; CARPES, F. P.; DIEFENTHAELER, F. Influência da pedalada com os joelhos tangenciando o quadro da bicicleta sobre a ativação dos músculos do membro inferior. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 25, n. 1, p. 27–37, 2011. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/rbefe/article/view/16793>>.
- BINI, R. R.; CARPES, F. P.; DIEFENTHAELER, F.; MOTA, C. B.; GUIMARÃES, A. C. S. Physiological and electromyographic responses during 40-km cycling time trial: Relationship to muscle coordination and performance. **Journal of Science and Medicine in Sport**, v. 11, n. 4, p. 363–370, 2008.
- BINI, R. R.; DIEFENTHAELER, F. Mechanical work and coordinative pattern of cycling: a literature review. **Kinesiology**, v. 41, n. 1, p. 25–39, 2013.
- BINI, R. R.; DIEFENTHAELER, F.; CARPES, F. Determining force and power in cycling: A review of methods and instruments for pedal force and crank torque. **International Federation of Sports Medicine**, v. 15, n. 1, p. 112, 2014.
- BINI, R. R.; HUME, P. Pedaling Technique Changes with Force Feedback Training in Competitive Cyclists : Preliminary Study. In: XXIV Congress of the international society of biomechanics, January, **Anais...**2013.
- BINI, R. R.; HUME, P. A.; LANFERDINI, F. J.; VAZ, M. A. Effects of body positions on the saddle on pedalling technique for cyclists and triathletes. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. SUPPL.1, p. 37–41, 2014.
- BINI, R. R.; JACQUES, T. C.; CARPES, F. P.; VAZ, M. A. Effectiveness of pedalling retraining in reducing bilateral pedal force asymmetries. **Journal of Sports Sciences**, v. 35, n. 14, p. 1336–1341, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1080/02640414.2016.1215505>>.
- BLAKE, O. M.; CHAMPOUX, Y.; WAKELING, J. M. Muscle coordination patterns for efficient cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 5, p. 926–938, 2012.
- BLAKE, O. M.; WAKELING, J. M. Muscle coordination during an outdoor cycling time trial. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 44, n. 5, p. 939–948, 2012.
- BÔSCOLO, E. F. M.; SANTOS, L. M.; OLIVEIRA, S. L. de. Natação para adultos: a adaptação ao meio aquático fundamentada no aprendizado das habilidades motoras aquáticas básicas. **Revista Educação**, v. 6, n. 1, p. 21–29, 2011.
- BROKER, J. P.; GREGOR, R.); SCHMIDT, R. A. Extrinsic Feedback and the Learning of Kinetic Patterns in Cycling. **JOURNAL OF APPLIED BIOMECHANICS**, v. 9, p. 111–123, 1993.
- BURKE, E.; PRUITT, A. High-tech cycling. In: **In: Burke E (ed). High-tech Cycling.**

Canada: Human Kinetics. [s.l: s.n.]

CANDOTTI, C. T. **Características biomecânicas e fisiológicas da técnica de pedalada de ciclistas e triatletas.** 2003. 2003.

CANDOTTI, C. T.; LOSS, J. F.; BAGATINI, D.; SOARES, D. P.; ROCHA, E. K. da; OLIVEIRA, Á. R. de; GUIMARÃES, A. C. S. Cocontraction and economy of triathletes and cyclists at different cadences during cycling motion. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, p. 915–921, 2009.

CANDOTTI, C. T.; RIBEIRO, J.; SOARES, D. P.; DE OLIVEIRA, Á. R.; LOSS, J. F.; GUIMARÃES, A. C. S. Effective force and economy of triathletes and cyclists. **Sports Biomechanics**, v. 6, n. 1, p. 31–43, 2007.

CARPES, F. P.; DIFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; STEFANYSHYN, D. J.; FARIA, I. E.; MOTA, C. B. Influence of leg preference on bilateral muscle activation during cycling. **Journal of Sports Sciences**, v. 29, n. 2, p. 151–159, 2011.

CASTRO, A.; LAROCHE, D. P.; FRAGA, C. H. W.; GONÇALVES, M. Relationship between running intensity, muscle activation, and stride kinematics during an incremental protocol. **Science and Sports**, v. 28, n. 4, 2013.

CAVALCANTI, V.; ROSSATO, M.; TAVARES SAMPAIO, L.; SOUZA DE BRITO, M. D.; DIFENTHAELER, F. Caracterização do posicionamento de ciclistas recreacionais de bicicletas aerodinâmicas: Dados preliminares do Projeto Bike Fit. **Revista Portuguesa de Ciências do Desporto**, v. 2014, n. S1A, p. 460–470, 2014. Disponível em: <http://www.fade.up.pt/rpcd/_arquivo/artigos_soltos/2014-3_1/RPCD_2014-3_1-0460.pdf>.

CHAVARREN, J.; CALBET, J. A. L. Cycling efficiency and pedalling frequency in road cyclists. **European Journal of Applied Physiology and Occupational Physiology**, v. 80, n. 6, p. 555–563, 1999.

CHRISTIAANS, H. H. C. M.; BREMNER, A. Comfort on bicycles and the validity of a commercial bicycle fitting system. **Applied Ergonomics**, 29(3):201 - 211. **Applied Ergonomics**, v. 29, n. 3, p. 201–211, 1998.

COYLE, E. F.; FELTNER, M. E.; KAUTZ, S. A.; HAMILTON, M. T.; MONTAIN, S. J.; BAYLOR, A. M.; PETREK, G. W. Physiological and biomechanical factors associated with elite endurance cycling performance. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 23, n. 1, p. 93–107, 1991.

DE MARCHIS, C.; CASTRONOVO, A. M.; BIBBO, D.; SCHMID, M.; CONFORTO, S. Muscle synergies are consistent when pedaling under different biomechanical demands. **Proceedings of the Annual International Conference of the IEEE Engineering in Medicine and Biology Society, EMBS**, p. 3308–3311, 2012.

DE MARCHIS, C.; SCHMID, M.; BIBBO, D.; BERNABUCCI, I.; CONFORTO, S. Inter-individual variability of forces and modular muscle coordination in cycling: A study on untrained subjects. **Human Movement Science**, v. 32, n. 6, p. 1480–1494, 2013a. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.humov.2013.07.018>>.

DE MARCHIS, C.; SCHMID, M.; BIBBO, D.; CASTRONOVO, A. M.; D’ALESSIO, T.; CONFORTO, S. Feedback of mechanical effectiveness induces adaptations in motor modules during cycling. **Frontiers in Computational Neuroscience**, v. 7, n. April, p. 1–12, 2013b. Disponível em: <<http://journal.frontiersin.org/article/10.3389/fncom.2013.00035/abstract>>.

DIFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; LAITANO, O.; GUIMARÃES, A. C.; NABINGER, E.; CARPES, F. P. Assessment of the effects of saddle position on cyclists pedaling technique. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 38, n. 5, p. 181, 2006. Disponível em: <<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200605001-00821>>.

DIFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; NABINGER, E.; LAITANO, O.; CARPES, F. P.; MOTA, C. B.; GUIMARÃES, A. C. S. Proposta Metodológica para a Avaliação da Técnica

- da Pedalada de Ciclistas: Estudo de Caso. **Rev Bras Med Esporte**, v. 14, n. 2, 2008.
- DIEFENTHAELER, F.; BINI, R. R.; VAZ, M. A. Análise da técnica de pedalada durante o ciclismo até a exaustão. **Motriz. Revista de Educacao Fisica**, v. 18, n. 3, p. 476–486, 2012.
- DIEFENTHAELER, F.; VAZ, M. A. Aspects related with fatigue during cycling: A biomechanical approach | Aspectos relacionados ? fadiga durante o ciclismo: Uma abordagem biomec?nica. **Revista Brasileira de Medicina do Esporte**, v. 14, n. 5, p. 472–477, 2008.
- DOREL, S.; COUTURIER, A.; HUG, F. Intra-session repeatability of lower limb muscles activation pattern during pedaling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 18, n. 5, p. 857–865, 2008.
- DOREL, S.; COUTURIER, A.; HUG, F. Influence of different racing positions on mechanical and electromyographic patterns during pedalling. **Scandinavian Journal of Medicine and Science in Sports**, v. 19, n. 1, p. 44–54, 2009.
- DOREL, S.; DROUET, J. M.; COUTURIER, A.; CHAMPOUX, Y.; HUG, F. Changes of pedaling technique and muscle coordination during an exhaustive exercise. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 41, n. 6, p. 1277–1286, 2009.
- ERICSON, M. O.; NISELL, R. Efficiency of pedal forces during ergometer cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 9, n. 2, p. 118–122, 1988.
- FERMINO, F. R.; OLIVEIRA, P. R. de. CICLISMO DE VELOCIDADE: MEIOS DE TREINAMENTO DE FORÇA. **Revista da Faculdade de Educação Física da UNICAMP**, v. 6, p. 22–34, 2008.
- FITZGERALD, M. Triathlete Magazine's Complete Triathlon Book: The Training, Diet, Health, Equipment, and Safety Tips You Need to Do Your Best. **Grand Central Publishing**, 2003.
- FLORINDO, A. A.; ROMERO, A.; PERES, S. V.; SILVA, M. V. da; SLATER, B. Desenvolvimento e validação de um questionário de avaliação da atividade física para adolescentes. **Revista de Saúde Pública**, v. 40, n. 5, p. 802–809, 2006. Disponível em: <http://www.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102006000600009&lng=pt&nrm=iso&tlng=pt>.
- FRAGA, C. H. W.; BLOEDOW, L. S.; GUIMARÃES, A. C. S.; VAZ, M. A. Análise de variáveis cinemáticas na corrida do triathlon obtidas em prova simulada. 2000.
- GOMES, R.; VALE, D. S.; CRISTINA, A.; GLORIA, L. Y.; BOTTARO, M. Os efeitos agudos de diferentes protocolos de ciclismo indoor nas respostas fisiológicas e na percepção subjetiva de esforço. p. 261–267, 2008.
- HASSON, C. J.; CALDWELL, G. E.; VAN EMMERIK, R. E. A. Changes in muscle and joint coordination in learning to direct forces. **Human Movement Science**, 2008.
- HENKE, T. Real-time feedback of pedal forces for the optimization of pedaling technique in competitive cycling. **ISBS Proceedings**, p. 174–177, 1998.
- HERMENS, H. J.; FRERIKS, B.; MERLETTI, R.; STEGEMAN, D.; BLOK, J.; RAU, G.; DISSELHORST-KLUG, C.; HÄGG, G. European Recommendations for Surface ElectroMyoGraphy. **Roessingh Research and Development bv**, v. 8, p. 8–11, 1999.
- HERZOG, W.; GUIMARAES, A.; ANTON, M.; CARTER-ERDMAN, K. Moment-length relations of rectus femoris muscles of speed skaters cyclists and runners.pdf. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 23, n. 11, p. 1289–1296, 1991.
- HOLDERBAUM, G. G. O Uso Do “Feedback” Visual Aumentado Na Aprendizagem Da Técnica Da Pedalada Do Ciclismo. p. 1–221, 2006.
- HOLDERBAUM, G. G.; CARLOS, A.; GUIMARÃES, S.; DEMÉTRIO, R.; PETERSEN, D. S. The use of augmented visual feedback on the learning of the recovering phase of pedaling. **Brazilian Journal of Motor Behavior**, v. 4, n. 1, p. 1–7, 2009.
- HOLDERBAUM, G. G.; PETERSEN, R. D. de S.; GUIMARÃES, A. C. S. Interação de variáveis biomecânicas na composição de “feedback” visual aumentado para o ensino do

- ciclismo. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, v. 26, n. 4, p. 553–569, 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1807-55092012000400003&lng=pt&nrm=iso&tlng=en>.
- HOLMES, J. C.; PRUITT, A. L.; WHALEN, N. J. Lower Extremity overuse in bicycling. **Clinics in sports medicine**, v. 13, n. 1, p. 187–205, 1994.
- HUG, F.; DROUET, J. M.; CHAMPOUX, Y.; COUTERIER, A.; DOREL, S. Interindividual variability of electromyographic patterns and pedal force profiles in trained cyclists. **Eur J Appl Physiol**, v. 104, p. 667–678, 2008.
- IRIBERRI, J.; MURIEL, X.; LARRAZABAL, I. The bike fit of the road professional cyclist related to anthropometric measurements and the torque of de crank. **7th ISEA CONFERENCE**, n. June, 2008. Disponível em: <<http://link.springer.com/10.1007/978-2-287-09413-2>>.
- KAUTZ, S. A.; FELTNER, M. E.; COYLE, E. F.; BAYLOR, A. M. The Pedaling Technique of Elite Endurance Cyclists: Changes with Increasing Workload at Constant Cadence. **International Journal of Sport Biomechanics**, v. 7, n. 1, p. 29–53, 1991. Disponível em: <<http://journals.humankinetics.com/doi/10.1123/ijsb.7.1.29>>.
- KIDO, A.; TANAKA, N.; STEIN, R. B. Spinal excitation and inhibition decrease as humans age. **Canadian Journal of Physiology and Pharmacology**, v. 82, n. 4, p. 238–248, 2004. Disponível em: <<http://www.nrcresearchpress.com/doi/abs/10.1139/y04-017>>.
- KORFF, T.; ROMER, L. M.; MAYHEW, I.; MARTIN, J. C. Effect of pedaling technique on mechanical effectiveness and efficiency in cyclists. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 39, n. 6, p. 991–995, 2007.
- LANFERDINI, F. J. **CARACTERÍSTICAS MUSCULARES E NEURAIS DE CICLISTAS E TRIATLETAS DURANTE O CICLO DE PEDALADA**. 2011. 2011. Disponível em: <<http://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01402390.2011.569130%5Cnhttp://proxy.library.upenn.edu:2195/doi/abs/10.1080/01402390.2011.569130>>.
- LAUBER, B.; KELLER, M. Improving motor performance: Selected aspects of augmented feedback in exercise and health. **European Journal of Sport Science**, v. 14, n. 1, p. 36–43, 2014.
- LI, L.; CALDWELL, G. E. Muscle coordination in cycling: effect of surface incline and posture. **Journal of Applied Physiology**, v. 85, n. 3, p. 927–934, 1998. Disponível em: <<http://www.physiology.org/doi/10.1152/jappl.1998.85.3.927>>.
- LUCÍA, A.; HOYOS, J.; CHICHARRO, J. L. Preferred pedalling cadence in professional cycling. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 33, n. 8, p. 1361–1366, 2001. Disponível em: <<http://content.wkhealth.com/linkback/openurl?sid=WKPTLP:landingpage&an=00005768-200108000-00018>>.
- MACINTOSH, B. R.; NEPTUNE, R. R.; HORTON, J. F. Cadence, power, and muscle activation in cycle ergometry. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 32, n. 7, p. 1281–1287, 2000.
- MAGILL, R. A. **Aprendizagem Motora Conceitos e Aplicações**. São Paulo. **Edgard Blucher**, 2000.
- MARCHIGIANO, C. R. TRAINING WITH INDEPENDENT CRANKS ALTERS. n. 3, p. 1764–1772, 2009.
- MCCULLAGH, P.; MEYER, K. N. **Learning versus correct models: Influence of model type on the learning of a free-weight squat lift** *Research Quarterly for Exercise and Sport*, 1997. .
- MCPHEE, J. S.; WILLIAMS, A. G.; STEWART, C.; BAAR, K.; SCHINDLER, J. P.; ALDRED, S.; MAFFULLI, N.; SARGEANT, A. J.; JONES, D. A. The training stimulus

- experienced by the leg muscles during cycling in humans. **Experimental Physiology**, v. 94, n. 6, p. 684–694, 2009.
- MESTDAGH, K. de V. Personal perspective: in search of an optimum cycling posture. **Applied Ergonomics**, v. 29, n. 5, p. 325–334, 1998.
- MORNIEUX, C.; STAPELFELDT, B.; COLLHOFER, A.; BELLI, A. Effects of pedal type and pull-up action during cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 10, p. 817–822, 2008.
- MORNIEUX, G.; GOLLHOFER, A.; STAPELFELDT, B. Muscle coordination while pulling up during cycling. **International Journal of Sports Medicine**, v. 31, n. 12, p. 843–846, 2010.
- NEPTUNE, R. R.; HERZOG, W. The association between negative muscle work and pedaling rate. **Journal of Biomechanics**, v. 32, n. 10, p. 1021–1026, 1999.
- NETO, C. D.; SCHIMIDT, G.; CANDOTTI, C. T.; LOSS, J. F.; ZARO, M. A.; CERVIERI, A.; GUIMARÃES, A. C. S. Desenvolvimento de uma plataforma de força em pedal de ciclismo. **Revista Brasileira de Biomecânica**, v. 2, n. 3, p. 39–44, 2001.
- PATRÍCIO, E. M. dos S.; CANCEGLIERI, P. H. PERIODIZAÇÃO DE TREINAMENTO NO PROVAS DE CONTRA- CONTRA - RELÓGIO INDIVIDUAL CICLISMO. v. 8, p. 45–47, 2009.
- PATTERSON, R. .; MORENO, M. . Bicycle pedalling forces as a function of pedalling rate and power output. **Medicine and science in sports and exercise**, v. 22, n. 4, p. 512–516, 1990.
- PRIEGO QUESADA, J. I.; SAMPAIO, L. T.; BINI, R. R.; ROSSATO, M.; CAVALCANTI, V. Multifactorial cycling performance of Cyclists and Non-Cyclists and their effect on skin temperature. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 127, n. 2, p. 1479–1489, 2017.
- RAAB, M.; MASTERS, R. S. W.; MAXWELL, J. P. Improving the “how” and “what” decisions of elite table tennis players. **Human Movement Science**, v. 24, n. 3, p. 326–344, 2005.
- REISER, M.; MEYER, T.; KINDERMANN, W.; DAUGS, R. Transferability of workload measurements between three different types of ergometer. **European Journal of Applied Physiology**, v. 82, n. 3, p. 0245, 2002.
- RICARD, M. D.; HILLS-MEYER, P.; MILLER, M. G.; MICHAEL, T. J. The effects of bicycle frame geometry on muscle activation and power during a Wingate anaerobic test. **Journal of Sports Science and Medicine**, v. 5, n. 1, p. 25–32, 2006.
- ROSE, D. J.; CHRISTINA, R. W. A Multilevel Approach to the Study of Motor Control and Learning. **Motor Control**, p. 257–266, 2006.
- ROSSATO, M.; BINI, R. R.; CARPES, F. P.; DIEFENTHAELER, F. Cadence and Workload Effects on Pedaling Technique of Well-Trained Cyclists Cadence and Workload Effects on Pedaling Technique of Well-Trained Cyclists. n. March, 2008a.
- ROSSATO, M.; BINI, R. R.; CARPES, F. P.; DIEFENTHAELER, F.; MORO, A. R. P. Cadence and workload effects on pedaling technique of well-trained cyclists. **International Journal of Sports Medicine**, v. 29, n. 9, p. 746–752, 2008b.
- SANDERSON, D.; CAVANAGH, P. **An investigation of the in-shoe pressure distribution during cycling in conventional cycling shoes or running shoes** **Biomechanics X-B**, 1987. . Disponível em: <<http://educ.ubc.ca/faculty/sanderson/lab/CLFbiom/Downloads/In-shoe Pressure ISB Sweden.pdf>>.
- SANDERSON, D. J.; AMOROSO, A. T. The influence of seat height on the mechanical function of the triceps surae muscles during steady-rate cycling. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, v. 19, n. 6, p. e465–e471, 2009. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jelekin.2008.09.011>>.

- SANDERSON, D. J.; BLACK, A. The effect of prolonged cycling on pedal forces. **Journal of Sports Sciences**, v. 21, n. 3, p. 191–199, 2003.
- SANDERSON, D. J.; CAVANAGH, P. R. Use of augmented feedback for the modification of the pedaling mechanics of cyclists. **Canadian Journal of Sport Sciences**, 1990.
- SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema**. [s.l: s.n.]
- SHENNUM, P.; DEVRIES, H. The effect of saddle height on oxygen consumption during bicycle ergometer work. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, v. 8, n. 2, p. 119–121, 1976.
- SINGER, R. N. **Motor learning and human performance: An application to physical education skills**. Macmillan, 1975. .
- STEPTO, N. K.; HAWLEY, J. A.; DENNIS, S. C.; HOPKINS, W. G. Effects of different interval-training programs on cycling time-trial performance. **Medicine & Science in Sports & Exercise**, v. 31, n. May 1999, p. 736–741, 1999.
- TAMBORINDEGUY, A. C.; BINI, R. R. Does saddle height affect patellofemoral and tibiofemoral forces during bicycling for rehabilitation? **Journal of Bodywork and Movement Therapies**, v. 15, n. 2, p. 186–191, 2011. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.jbmt.2009.07.009>>.
- TANAKA, H.; MONAHAN, K. D.; SEALS, D. R. Age-Predicted Maximal Heart Rate Revisited. **Journal of the American College of Cardiology**, v. 37, n. 1, p. 153–156, 2001. Disponível em: <[http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097\(00\)01054-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0735-1097(00)01054-8)>.
- UMBERGER, B. R.; MARTIN, P. E. Testing the planar assumption during ergometer cycling. **Human Kinetics**, v. 17, p. 55–62, 2001.
- WILLIAMS, A. D.; RAJ, I. S.; STUCAS, K. L.; FELL, J. W.; DICKENSON, D.; GREGORY, J. R. Cycling efficiency and performance following short-term training using uncoupled cranks. **International journal of sports physiology and performance**, v. 4, n. 1, p. 18–28, 2009.
- WINTER, D. **Biomechanics and motor control of human movement**. 4. ed. New Jersey: Wiley, 2005.
- WULF, G.; MCCONNEL, N.; GARTNER, M.; SCWARZ, A. Enhancing the learning of sports skills through external-focus feedback. **Journal of Motor Behavior**, v. 34, n. 2, p. 171–182, 2002. Disponível em: <http://apps.webofknowledge.com.libproxy.usc.edu/full_record.do?product=WOS&search_mode=GeneralSearch&qid=1&SID=2CfeUA5qVda4zLTF34R&page=1&doc=1>.
- ZAMEZIATI, K.; MORNIEUX, G.; ROUFFET, D.; BELLI, A. Relationship between the increase of effectiveness indexes and the increase of muscular efficiency with cycling power. **European Journal of Applied Physiology**, v. 96, n. 3, p. 274–281, 2006.

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos
Programa de Pós-Graduação em Educação Física

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Título do projeto: *FEEDBACK* AUMENTADO DA FORÇA EFETIVA COMO METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM DA TÉCNICA DE PEDALADA.

Este documento que você está lendo é chamado de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Ele contém explicações sobre o estudo que você está sendo convidado a participar. Antes de decidir se deseja participar (de livre e espontânea vontade), você deverá ler e compreender todo o conteúdo. Antes de assinar, sinta-se à vontade para esclarecer suas dúvidas. A equipe deste estudo responderá às suas perguntas a qualquer momento do estudo (antes, durante e após o estudo).

Convidamos você a participar como voluntário da pesquisa: “*FEEDBACK* AUMENTADO DA FORÇA EFETIVA COMO METODOLOGIA DE APRENDIZAGEM DA TÉCNICA DE PEDALADA” de responsabilidade do pesquisador e professor Fernando Diefenthaeler e dos alunos de doutorado e mestrado Raphael Luiz Sakugawa e Lucas Tavares Sampaio, respectivamente. A pesquisa será realizada junto ao Laboratório de Biomecânica (BIOMEC) do Centro de Desportos (CDS) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Se decidir fazer parte do estudo, ficará disponível para a pesquisa em um total de 9 dias (a serem combinados posteriormente) para as avaliações e o treinamento de ciclismo.

A necessidade destes 9 dias de disponibilidade se dá pelo objetivo principal do estudo ser o de testar duas metodologias de ensino da técnica de pedalada. Assim, é necessária uma avaliação inicial de sua técnica de pedalada, um período de treinamento (48 horas após o primeiro dia) que será composto de 7 dias de treinamento e uma avaliação final ao término do período de treinamento. As visitas serão organizadas da seguinte maneira:

- a) **Visita 1** – No primeiro dia, quando chegar às dependências do laboratório será entregue este documento para que saiba os detalhes da pesquisa que estará fazendo parte. Caso aceite realizar os testes propostos e explicados neste TCLE será solicitado

que você preencha um questionário para que possamos identificar seu nível de experiência no ciclismo e sua experiência prévia em programas de ensino com utilização de *feedbacks*.

Após o preenchimento do questionário você realizara as avaliações antropométricas de massa corporal, altura, dobras cutâneas e composição corporal por meio da pletismógrafia por deslocamento de ar. Após você será encaminhado à bicicleta ergométrica para a determinação do posicionamento mais adequado desta para você. Na sequência desta determinação será solicitado que pedale por 20 min em intensidade leve para que se acostume ao seu posicionamento, ao término dos 20 min você realizará um teste incremental máximo para identificar sua potência máxima. O teste iniciará em uma intensidade de 50 W e terá incrementos de 25 W a cada minuto até que não seja mais possível manter a cadência de 60 RPM ou até que você não possa mais continuar o teste.

Durante este teste incremental será avaliado o torque aplicado nos pedivelas da bicicleta a cada 2º do ciclo de pedalada. Também será avaliada a atividade elétrica neuromuscular dos músculos vasto lateral, bíceps femoral, *gastrocnemius medialis* e tibial anterior através da eletromiografia de superfície. Esta técnica é não invasiva, no entanto será necessária a raspagem dos pelos na região onde serão colocados os eletrodos e a abrasão com álcool do local.

- b) **Visita 2 à Visita 8** – Estas 6 visitas serão o período de treinamento de ciclismo, de acordo com o grupo que estarão fazendo parte. Os grupos serão: grupo 1 que receberá um *feedback* visual aumentado da força efetiva que estará sendo aplicada aos pedivelas da bicicleta; grupo 2 que receberá apenas informações da direção que deve realizar a aplicação de força ao longo do ciclo de pedalada; e o grupo 3 que não receberá nenhum tipo de informação ou *feedback* do movimento.

Os dias de treinamento serão organizados em um período de tempo de 35 min. Sendo 5 min de aquecimento e 30 de treinamento, esta organização será utilizada para todos os três grupos. No entanto, para o grupo 1 o *feedback* será apresentado de forma intermitente, ou seja, 1 minuto com apresentação de *feedback* e 1 minuto sem apresentação de *feedback*, até o término dos 30 minutos de treinamento. O grupo 2 receberá as indicações verbais da direção de aplicação de força durante todo o período de treinamento.

- c) **Visita 9** – 48 horas após o último dia de treinamento você realizará o teste pós-treinamento, este teste terá a mesma organização do primeiro dia de treinamento. Você será novamente avaliado a respeito de massa corporal, estatura, dobras cutâneas e composição corporal. E realizará um teste de rampa com a mesma organização do teste realizado no primeiro dia de testes, a única diferença é que será realizado apenas 5 min de aquecimento em intensidade leve, após o teste terá a mesma organização iniciando em 50 W e terá incrementos de 25 W a cada minuto até que não seja mais possível manter a cadência de 60 RPM ou até que você não possa mais continuar o teste.

Justifica-se a realização deste estudo por este melhorar o conhecimento sobre propostas de treinamento no ciclismo para o aprendizado da técnica correta de pedalada. E demonstrar de que forma diferentes metodologias de treinamento podem influenciar na aprendizagem desta técnica correta de pedalada. Informamos que para participar deste estudo você deve estar apto para realizar esforços físicos extenuantes e de alta intensidade, não ter lesões físicas nos últimos 6 meses e nem algum tipo de cirurgia no último ano.

Nos testes físicos e no período de treinamento você poderá experimentar alguns tipos de desconfortos como, por exemplo:

- Durante o teste de potência máximo pode ser gerado desconforto muscular devido à produção de força máxima além de vertigens pelo excesso de esforço realizado;
- Quando a tricotomia (raspagem de pelos) e limpeza da pele com algodão e álcool forem realizadas, você poderá sofrer ardência local;
- Durante a realização do treinamento você pode ter desconfortos musculares e cardiorrespiratórios pelo tempo elevado em que deverá realizar o exercício;

No caso de durante os dias de avaliação ou do período de treinamento você sentir algum dos problemas informados acima, deverá informar imediatamente à comissão avaliadora. E então você será acompanhado da maneira necessária até o pronto atendimento do Hospital Universitário da Universidade Federal de Santa Catarina, todos os possíveis custos médicos serão custeados pelos responsáveis da pesquisa. No entanto, afirmamos que os pesquisadores responsáveis por este estudo estarão preparados para qualquer emergência.

Dentro dos resultados deste estudo sua identidade será preservada, apenas os resultados obtidos como um todo será apresentado, sem revelar seu nome, instituição ou

informações relacionadas à sua privacidade. No entanto, poderão ocorrer quebras de sigilo da pesquisa de forma involuntária e não intencional. Os pesquisadores envolvidos na pesquisa fazem parte de uma equipe treinada e coordenada pelo professor Dr. Fernando Diefenthaler, para que se possam diminuir possíveis riscos de tais problemas ocorrerem. Você não terá custos e nem receberá recursos financeiros para participar da pesquisa.

Caso você esteja de acordo em participar deste estudo, reforçamos que as informações fornecidas por você serão confidenciais e só serão utilizadas neste trabalho. Você tem total liberdade para deixar de participar da pesquisa a qualquer momento que achar necessário, sem a necessidade de apresentar qualquer justificativa aos pesquisadores. Ao decidir deixar de participar da pesquisa você não terá qualquer prejuízo no restante das atividades e nem deixará de receber os resultados obtidos até aquele momento, caso queira recebê-los. Além disso, nos responsabilizamos pelo ressarcimento diante de eventuais despesas e de indenização diante de eventuais danos de acordo com a resolução 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde. De maneira semelhante se tiver dúvidas a respeito da pesquisa, sejam estas relacionadas aos objetivos e procedimentos da pesquisa, ou mesmo, queira desistir da mesma, poderá a qualquer momento entrar em contato com os pesquisadores, responsável e executor pelo telefone (48) 3721-8530 ou pessoalmente no Laboratório de Biomecânica, localizado na rua Dep. Antônio Edu Vieira - Pantanal, bloco 5 do CDS/UFSC. Você também poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFSC pelo telefone (48) 3721-6094 ou pessoalmente na Rua Desembargador Vitor Lima, nº 222, Prédio da Reitoria II, 4º andar, sala 401, Trindade, Florianópolis.

Serão geradas duas vias deste documento, ambas estarão rubricadas e assinadas por você e pelos pesquisadores responsáveis (Fernando Diefenthaler e Lucas Tavares Sampaio). Este documento trás informações muito importantes de contato e garante seus direitos, portando guarde cuidadosamente sua via. O pesquisador responsável, que também assinou esse documento, compromete-se a conduzir a pesquisa de acordo com o que preconiza a Resolução 466/12 de 12/06/2012, que trata dos preceitos éticos e da proteção aos participantes da pesquisa.

Agradecemos desde já a sua colaboração e participação.

TERMO DE CONSENTIMENTO

Eu, _____

Declaro que fui informado e entendi sobre todos os procedimentos da pesquisa e, que recebi de forma clara e objetiva todas as explicações pertinentes ao projeto e, que todos os dados a meu respeito serão sigilosos. Eu compreendo que neste estudo, as medições dos experimentos/procedimentos de tratamento serão informadas por mim e realizadas em mim.

Declaro que fui informado que posso me retirar do estudo a qualquer momento.

Nome: _____

Assinatura _____

Florianópolis, ____/____/____.

Lucas Tavares Sampaio

(Executor do projeto)

Fernando Diefenthaler

(Pesquisador responsável)

APÊNDICE B – ANAMINESE**1. Nome**

2. Data de nascimento

3. Idade

4. Sexo Homem Mulher**5. O seu médico já lhe disse alguma vez que você tem um problema cardíaco?** Sim Não**6. Você tem dores no peito com frequência?** Sim Não**7. Você desmaia com frequência ou tem episódios importantes de vertigem?** Sim Não**8. Algum médico já lhe disse que a sua pressão arterial estava muito alta?** Sim Não**9. Algum médico já lhe disse que você tem um problema ósseo ou articular, como, por exemplo, artrite, que se tenha agravado com o exercício ou que possa piorar com ele?** Sim Não

10. Um médico já disse que você tinha alguns dos problemas que se seguem?

- Doença cardíaca coronariana
- Doença cardíaca reumática
- Doença cardíaca congênita
- Diabetes Tipo II
- Problemas nas válvulas cardíacas
- Ataque cardíaco
- Derrame cerebral
- Diabetes Tipo I
- Hipertensão
- Batimentos cardíacos irregulares
- Câncer
- epilepsia
- Outros:

11. Caso tenha assinalado outros, indique quais**12. Você tem algum dos sintomas abaixo?**

- Dor nas costas
- Dor nas articulações, tendões ou músculo
- Doença pulmonar (asma, enfisema, outra)
- Outro: _____

13. Faz uso de medicamentos?

- Sim
- Não

14. Caso tenha assinalado sim, indique quais:**15. Algum médico disse que você tinha alguma restrição à prática de atividade física (inclusive cirurgia)?**

- Sim
- Não

16. Você fuma?

- Sim
- Não

Quantos cigarros por dia?

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO DE ATIVIDADE FÍSICA HABITUAL

Universidade Federal de Santa Catarina
Centro de Desportos
Programa de Pós-Graduação em Educação Física



Questionário de atividade física habitual

Nome:

Identificação:

1. Você praticou esporte ou exercício físico em clubes, academias, escolas de esportes, parques, ruas ou em casa nos últimos 12 meses?

Sim Não

2. Qual esporte ou exercício físico você praticou mais frequentemente?

3. Quantas horas por dia você praticou?

4. Quantas vezes por semana você praticou?

5. Quantos meses por ano você praticou?

6. Você praticou um segundo esporte ou exercício físico?

Sim Não

7. Qual esporte ou exercício físico você praticou?

8. Quantas horas por dia você praticou?

9. Quantas vezes por semana você praticou?

10. Quantos meses por ano você praticou?

11. Você praticou um terceiro esporte ou exercício físico?

Sim Não

12. Qual esporte ou exercício físico você praticou?

13. Quantas horas por dia você praticou?

14. Quantas vezes por semana você praticou?

15. Quantos meses por ano você praticou?

16. Você costuma ir de bicicleta ou a pé para a escola?

Sim Não

17. Quantas horas por dia você gasta nessas atividades?

APÊNDICE D – QUESTIONÁRIO PARA A DETERMINAÇÃO DA DOMINANCIA LATERAL

QUESTIONÁRIO DE PREFERÊNCIA DE MEMBRO INFERIOR

Esse questionário serve para identificar qual a sua preferência de membro inferior para realizar atividades.

Por favor, responda a cada questão do inventário de Waterloo a seguir da melhor forma para você. Se você sempre usa um pé para a atividade descrita, selecione Direito Sempre ou Esquerdo Sempre.

Se você frequentemente (mas não sempre) usa o pé direito ou esquerdo, selecione Direito Frequentemente ou Esquerdo Frequentemente, respectivamente de acordo com a resposta.

Se você usa ambos os pés com a mesma frequência para a atividade descrita, selecione Ambas.

6.1.1 Qual pé você usa para chutar uma bola que está parada a sua frente e alinhada com um alvo também a sua frente?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.2 Se você tivesse que ficar em um pé só, em qual ficaria?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.3 Com qual pé você costuma mexer na areia da praia (desenhar ou aplanar a areia)?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.4 Se você tem que subir numa cadeira, qual pé você coloca primeiro em cima dela?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
-

- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.5 Com qual pé você tenta matar um inseto rápido no chão, como uma barata ou grilo?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.6 Se você tiver que ficar em pé sobre um trilho no trem, em um pé só, qual seria?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.7 Se você tiver que pegar uma bola de gude com os pés, qual pé escolheria?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.8 Se você tem que saltar em um pé só, qual pé seria?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.9 Com qual pé você ajudaria a enterrar uma pá no solo?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.10 Quando estamos em pé, parados, geralmente largamos nosso peso mais sobre uma das pernas. No seu caso, em qual das pernas você apoia mais o peso?

- Direito sempre
- Esquerdo Sempre
- Direito Frequentemente
- Esquerdo Frequentemente
- Ambas

6.1.11 Alguma vez houve alguma razão (uma lesão, por exemplo) que fez você mudar sua preferência para alguma das atividades descritas acima?

- Sim
- Não

6.1.12 Alguma vez você treinou umas das pernas em especial para alguma dessas atividades descritas?

- 6.1.13** Sim
- 6.1.14** Não

APÊNDICE E – ESCALA VISUAL DE ESFORÇO



Universidade Federal de Santa Catarina
 Centro de Desportos
 Programa de Pós-Graduação em Educação Física



Escala visual de esforço

0	Muito Fácil
1	
2	Fácil
3	Relativamente Fácil
4	
5	Relativamente Cansativo
6	Cansativo
7	
8	Muito Cansativo
9	
10	Exaustivo