



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

VINÍCIUS BARRETO DA SILVA

**ESTIMULAÇÃO AUDIOVISUAL E RESPOSTAS
PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO**

Londrina
2016

VINÍCIUS BARRETO DA SILVA

**ESTIMULAÇÃO AUDIOVISUAL E RESPOSTAS
PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

Orientador: Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari

Londrina
2016

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

Silva, Vinícius Barreto.

ESTIMULAÇÃO AUDIOVISUAL E RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO / Vinícius Barreto Silva. - Londrina, 2016.
74 f. : il.

Orientador: Leandro Ricardo Altinari.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Educação Física e Esportes, Programa de Pós-Graduação em Educação Física, 2016.

Inclui bibliografia.

1. Atividade cerebral - Teses. 2. Exercício Físico - Teses. 3. Estímulo sensorial - Teses. I. Altinari, Leandro Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Educação Física e Esportes. Programa de Pós-Graduação em Educação Física. III. Título.

VINÍCIUS BARRETO DA SILVA

**ESTIMULAÇÃO AUDIOVISUAL E RESPOSTAS
PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação Associado em Educação Física UEM/UEL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação Física.

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Antônio Carlos Dourado
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Cosme Franklim Buzzachera
Universidade Norte do Paraná - UNOPAR

Londrina, 10 de maio de 2016.

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à memória de meus pais Ademir Pedrozo da Silva e Zenaide Barreto da Silva, que até o último dia de suas vidas se dedicaram a mim e a minha irmã, nos dando o melhor de si, carinho e amor incondicional. Dedico também à minha irmã que sempre me inspirou, aconselhou e incentivou a persistir nos meus objetivos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por me dar forças, sabedoria e saúde para concluir mais esta etapa da minha caminhada, por nunca me deixar desistir me confortando e iluminando nos momentos difíceis.

Agradeço ao Professor Dr. Leandro Ricardo Altimari pelas oportunidades me dadas, pela orientação e por me permitir explorar diversas áreas com toda liberdade. Obrigado pela confiança.

Agradeço aos Professores Dr. Cosme Franklim Buzzachera e Dr. Antônio Carlos Dourado, por aceitarem o convite para a avaliação deste trabalho, pelas contribuições e pela disposição em ajudar.

A todos meus amigos que me ajudaram, em especial prof. Ms. Marcelo Bigliassi, por participar ativamente de todas as etapas da minha trajetória acadêmica, me aconselhando, incentivando e instruindo. A profa. Priscila Chierotti, pela ajuda em todas as coletas e processamento dos dados.

A minha namorada, amiga e companheira, Amanda Pires Tiepo, pelo apoio, compreensão, incentivo, carinho e companheirismo.

A CAPES, pelo auxílio financeiro que me possibilitou aproveitamento pleno do curso.

“Provai e vede como o Senhor é bom, feliz o homem que se refugia junto dele”.
(Salmos 34:8)

BARRETO-SILVA, Vinícius. **Estimulação audiovisual e respostas psicofisiológicas durante exercício físico**. 2016. 74f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2016.

RESUMO

Estímulos auditivos e visuais têm sido amplamente utilizados em ambientes de desporto e exercício, como uma forma de melhorar o desempenho e manipular parâmetros psicofisiológicos. Estímulos audiovisuais, aparentemente, atuam no processo de atenção e evocam respostas emocionais, seguindo uma sequência hierárquica de eventos. Os mecanismos centrais e periféricos que sustentam os efeitos de estímulos auditivos e visuais em situações relacionadas ao exercício são até então pouco pesquisados, devido ao fato de que a tecnologia compatível só foi desenvolvida recentemente. O presente estudo irá aprofundar a compreensão dos mecanismos fisiológicos que sustentam os efeitos da estimulação sensorial durante a execução de tarefas motoras realizadas em diferentes intensidades de exercício. O primeiro experimento da presente dissertação identificou que vídeos motivacionais são capazes de melhorar o desempenho em exercício físico, e levar participantes a sentirem níveis mais elevados de motivação durante a execução de uma tarefa isométrica máxima de preensão manual. O estímulo motivacional utilizado no presente estudo modulou a amplitude de ondas teta (baixa frequência), no córtex frontal e ondas beta (alta frequência) nas áreas centrais do cérebro; aparentemente, o conteúdo motivacional do estímulo sensorial agiu sobre a atividade do comando motor central, regulando as ondas de baixa e alta frequência. Estas respostas combinadas, provocadas pelos estímulos audiovisuais, parecem ser a base dos efeitos dos estímulos motivacionais sobre as respostas psicofisiológicas que ocorrem durante a execução de exercício fatigante. O segundo estudo teve como objetivo manipular variáveis psicofisiológicas de indivíduos fisicamente ativos, usando um ambiente imersivo, com projeções perceptuais de modelos de exercício extremos durante exercício submáximo em clicossimulador. Os resultados do presente estudo demonstraram que projeções perceptuais são capazes de alterar as respostas perceptuais e cardíacas dos indivíduos em exercício submáximo, onde em condição de projeções perceptuais negativas os sujeitos tiveram uma maior percepção de cansaço, quando comparado com condições de projeções facilitadoras e neutras. Já a frequência cardíaca apresentou uma redução da atividade simpática nos minutos finais de teste na condição de projeções facilitadoras, quando comparada com as outras duas condições. A partir dos resultados deste estudo pode-se concluir que a estimulação audiovisual pode interferir diretamente nas respostas afetivas e de desempenho dos indivíduos em tarefas motoras envolvendo pequenos grupos musculares, como preensão manual, e também em tarefas mais complexas, como pedalar.

Palavras-chave: Atividade cerebral. Exercício físico. Vídeo motivacional. Estímulo sensorial.

BARRETO-SILVA, Vinícius. **Effects of audiovisual stimuli on psychophysiological responses during exercise.** Audiovisual stimulation and psychophysiological responses during physical exercise. 2016. 74p. Dissertation (Master's Degree in Physical Education) – Centre of Physical Education and Sport. Londrina State University, Londrina, 2016.

ABSTRACT

Auditory and visual stimuli have been widely used in sport and exercise settings as a means by which to enhance task performance and up/downregulate psychophysiological responses. Audiovisual stimuli are hypothesised to act upon attentional processes and evoke emotional responses by following a hierarchical sequence of events. The central and peripheral mechanisms that underpin the effects of auditory and visual stimuli during exercise-related situations are hitherto under-researched, due to the fact that compatible technology has been only recently developed. The present study will attempt to further understanding of the physiological mechanisms that underlie the effects of sensory stimulation during the execution of motor tasks performed at different exercise intensities. The first experiment of the present dissertation identified that a motivational piece of video enhanced exercise performance and led participants to experience higher levels of situational motivation while executing an exhaustive isometric handgrip-squeezing task. The motivational stimulus used in the present study down-modulated the amplitude of theta waves in the frontal cortex and up-modulate beta waves in the central areas of the brain. It has been theorised that the motivational content of the sensory stimulus acted upon the activity of the central motor command as a means by which to counteract the effects of afferent feedback on fatigue-related sensations. This combined response elicited by the auditory and visual sensory cues appears to underlie the effects of motivational stimuli on psychophysiological responses that occur during the execution of fatiguing exercises. The second study aimed to manipulate psychophysiological variables of physically active individuals using an immersive environment with perceptual projections of extreme exercise models during submaximal exercise in clicossimulador. The results of this study demonstrated that perceptual projections are able to change the perceptual and cardiac responses of individuals in submaximal exercise, which in a position of negative perceptual projections subjects had a greater sense of fatigue when compared with conditions facilitative and neutral projections. Already heart rate showed a reduction in sympathetic activity in the final minute test provided facilitative projections compared with the other two conditions. From the results of this study it can be concluded that visual stimulation can interfere directly in the affective responses and performance of individuals in motor tasks involving small muscle groups such as handgrip, and also more complex tasks such as pedalling.

Keywords: Brain activity. Physical exercise. Visual stimuli. Sensory stimulation.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

MS	Estímulo Motivacional
NS	Estímulo Neutro
CO	Controle
EMG	Eletromiografia
EEG	Eletroencefalograma
SAM	Self-Assessment Manikin
BRUMS	Brunel Mood Scale
HRrest	Frequência cardíaca de repouso
MHRrest	Média da frequência cardíaca de repouso
MMVC	Contração Muscular Voluntaria Máxima
RMS	Raiz quadrada da média dos quadrados
MF	Frequência mediana do espectro de potência
PRD	Percepção de Realidade Desfavorável
PRF	Percepção de Realidade Facilitadora
PRN	Percepção de Realidade Normal
LF	Baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz)
HF	Alta frequência (0,14 a 0,4 Hz)
PSE	Percepção Subjetiva de Esforço
FS	Escala de sentimentos
FAS	Escala de ativação percebida
SP	Senso de Presença
RV	Realidade Virtual
CPF	Córtex Pré-Frontal
DLDCPF	Dorso Lateral Direito do Córtex Pré-Frontal
IPAQ	Questionário Internacional de Atividade Física
RMSSD	Raiz quadrada da média dos sucessivos batimentos cardíacos
VT1	Primeiro Limiar ventilatório
FC	Frequência Cardíaca
FCrepouso	Frequência Cardíaca de Repouso
VFC	Variabilidade da Frequência Cardíaca
SNA	Sistema Nervoso Autônomo

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	13
1.1 INTRODUÇÃO	13
1.2 OBJETIVOS E MODELO DA DISSERTAÇÃO.....	14
CAPÍTULO 2 - OS MECANISMOS CEREBRAIS QUE SUSTENTAM OS EFEITOS DAS ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS DURANTE EXERCÍCIO	16
2.1 INTRODUÇÃO	16
2.1.1 Hipóteses	20
2.2 MÉTODOS	21
2.2.1 Análise do Estímulo	21
2.2.2 Participantes	22
2.2.3 Procedimentos	23
2.2.4 Protocolo Experimental.....	23
2.2.5 Aquisição dos dados.....	25
2.2.5.1 Eletromiografia (EMG).....	25
2.2.5.2 Eletroencefalografia (EEG).....	26
2.2.6 Análise Estatística	26
2.3 RESULTADOS.....	27
2.3.1 Estímulos sensoriais	27
2.3.2 Motivação situacional	28
2.3.3 Força produzida.....	28
2.3.4 Atividade muscular	29
2.3.5 Atividade elétrica do cérebro	30
2.4 DISCUSSÃO.....	31
2.4.1 Respostas psicofisiológicas.....	32
2.4.2 Mecanismos cerebrais	33
2.4.3 Limitações do presente estudo	34
CAPÍTULO 3 - EFEITOS DA PERCEPÇÃO DE REALIDADE SOBRE RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO	41

3.1	INTRODUÇÃO	41
3.1.1	Hipóteses	45
3.2	MÉTODOS	46
3.2.1	Sujeitos	46
3.2.2	Teste Pré –Experimental	47
3.2.3	Protocolo Experimental	48
3.2.4	Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)	49
3.2.5	Análises Psicológicas	50
3.2.6	Análise dos dados.....	51
3.3	RESULTADOS	51
3.3.1	Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)	51
3.3.2	Análises Psicológicas	53
3.3.2.1	Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)	53
3.3.2.2	<i>Feeling scale</i> (FS) e <i>Felt arousal scale</i> (FAS).....	53
3.4	DISCUSSÃO	54
3.4.1	Variabilidade da frequência cardíaca (VFC)	55
3.4.2	Respostas Psicológicas	56
3.4.3	Limitações do presente estudo	57
3.5	CONCLUSÃO	58
3.6.	APLICAÇÕES PRÁTICAS	58
 CAPITULO 4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....		64
 CAPITULO 5 - ANEXOS		65
ANEXO A		65
ANEXO B		66
ANEXO C		67
ANEXO D - Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (CR10 - Borg, 1982)		68
ANEXO E - Percepção Subjetiva de Esforço (OMNI).....		69
ANEXO F.....		70
ANEXO G		71
ANEXO H		72
ANEXO I.....		74

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Atualmente a manipulação de variáveis psicológicas vem sendo estudada como forma de maximizar o desempenho de atletas e praticantes de exercício, através da modulação de parâmetros psicológicos e fisiológicos, como o aumento da motivação situacional e diminuição da percepção de cansaço. Assim a utilização de estimulação audiovisual tem se mostrado efetiva, sendo capaz de modular respostas psicofisiológicas, como por exemplo, a percepção subjetiva de esforço, reativação parassimpática e a atividade cerebral (Bigliassi, León-Domínguez, Buzzachera, Barreto-Silva, & Altimari, 2014). A utilização de música e/ou vídeo durante o exercício é capaz de promover uma realocação do foco de atenção do usuário de estímulos internos, como dor muscular e fadiga à estímulos externos, como no caso o recurso audiovisual, diminuindo a percepção de cansaço do indivíduo e melhorando o desempenho no exercício.

Acredita-se que o mecanismo atuante por trás deste tipo de intervenção esteja associado à integração entre diversos sistemas fisiológicos como a ativação do córtex frontal e respostas corporais. Porém, ainda são muito obscuros os mecanismos fisiológicos que fundamentam a utilização de estratégias perceptuais, como a estimulação audiovisual, durante o exercício, todavia o córtex pré-frontal tem ganhado grande atenção no meio científico e vem sendo cada vez mais estudado, devido à sua relação com áreas centrais, como o hipocampo e amígdala, e com funções como controle de memória, cognição e emoção. Entretanto, a mais importante função associativa do lobo pré-frontal parece ser, efetivamente, realizar a integração entre informações sensitivas externas e internas, analisar as possíveis consequências de ações futuras, para então efetuar o planejamento motor (Siqueira-Batista & Antonio, 2008). Vários autores têm encontrado evidências de que o córtex motor (primário e secundário) podem ser ativados por vários estímulos, inclusive estimulação audiovisual, sem resultar em ações evidentes, devido a relação entre as regiões cerebrais do giro pré e pós central (Baumgartner, 2008; Munzert, Lorey, & Zentgraf, 2009). Mesmo sabendo do importante papel do cérebro na produção e controle de movimento, assim como na

interpretação de estímulos sensoriais, o mesmo tem sido raramente analisado em situações relacionadas ao exercício, devido ao fato de que a tecnologia compatível foi recentemente desenvolvida.

Sendo assim, os capítulos subsequentes irão apresentar informações mais detalhadas sobre como o cérebro interpreta e reage a diferentes tipos de estímulos audiovisuais, durante diferentes tipos de exercício físico, no intuito de esclarecer as ligações entre este tipo de estímulo e respostas perceptuais e psicofisiológicas durante exercício físico.

1.2 OBJETIVOS E MODELO DA DISSERTAÇÃO

Para esta dissertação optou-se pelo modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema da origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados através da redação de dois ou mais artigos. Assim, esta dissertação será composta por uma introdução geral sobre o tema e dois artigos: um artigo abordando os mecanismos cerebrais que sustentam os efeitos das estratégias motivacionais durante exercício, e outro tratando das influências das projeções perceptuais, realizadas através de estimulação audiovisual, nas respostas psicofisiológicas durante o exercício.

Assim, os objetivos do presente estudo serão analisados a partir da redação dos artigos seguintes, que possuem métodos distintos, o primeiro, que foi publicado na edição de maio de 2016 da revista *Physiology & Behavior*, volume 158, pagina 128-136, e o segundo que será submetido a periódico indexado (*Journal of Sports Sciences*), de acordo com a normatização exigida especificamente:

Artigo 1: Os mecanismos cerebrais que sustentam os efeitos das estratégias Motivacional durante exercício.

Artigo 2: Efeitos da percepção de realidade sobre respostas psicofisiológicas durante exercício físico

REFERÊNCIAS

- Baumgartner, T. (2008). Feeling present in arousing virtual reality worlds: prefrontal brain regions differentially orchestrate presence experience in adults and children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 1–12. doi:10.3389/neuro.09.008.2008
- Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Buzzachera, C. F., Barreto-Silva, V., & Altimari, L. R. (2014). HOW DOES MUSIC AID 5 KM OF RUNNING? *Journal of Strength and Conditioning Research*, 29, 305–314 doi: 10.1519/JSC.0000000000. doi:10.1519/JSC.0000000000000627
- Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60, 306–326. doi:10.1016/j.brainresrev.2008.12.024
- Siqueira-Batista, R., & Antonio, V. E. (2008). Neurociência da mente e do comportamento. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, . doi:10.1590/S0004-282X2008000500042

CAPÍTULO 2

OS MECANISMOS CEREBRAIS QUE SUSTENTAM OS EFEITOS DAS ESTRATÉGIAS MOTIVACIONAIS DURANTE EXERCÍCIO

RESUMO

Objetivo: Investigar os mecanismos psicofisiológicos que explicam o uso de estratégias motivacionais durante o exercício físico. **Metodologia:** 15 homens e 15 mulheres aparentemente saudáveis, com idades variando entre 20 e 25 anos, foram submetidos a uma tarefa física de prensão manual por um período de 30s, sendo essa considerada uma atividade isométrica máxima. Durante o protocolo experimental, três condições foram testadas: estímulo motivacional (MS); estímulo neutro (NS); controle (CO). Variáveis psicofisiológicas foram avaliadas durante todo o teste. Análise cerebral foi obtida por meio da atividade elétrica do escalpo dos participantes, com o uso de um eletroencefalógrafo de 22 canais. Atividade muscular do músculo flexor ulnar do carpo foi avaliada por meio de um eletromiógrafo. Todas as condições experimentais foram aleatorizadas e aconteceram no mesmo dia, respeitando um tempo de descanso necessário para reestabelecer as funções fisiológicas e perceptuais, avaliadas por meio da frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço, respectivamente. **Resultados:** Os resultados indicaram que MS foi estatisticamente diferente do NS para ambos os índices de afetividade (MS $6,8 \pm 0,78$; NS $3,8 \pm 0,79$; $t = 11,61$; $p = 0,000$) e de excitação (MS $7,1 \pm 1,37$; NS $3,8 \pm 0,77$; $t = 8,33$; $p = 0,000$). O estímulo motivacional foi considerado altamente agradável e aumentou as respostas relacionadas à excitação (ativação percebida); inversamente, NS foi visivelmente neutro em termos de respostas afetivas e de excitação. Os resultados do presente estudo indicaram que MS aumentou a motivação situacional após a execução de uma tarefa motora isométrica exaustiva, inversamente NS e CO diminuíram a mesma variável. Além disso, o MS aumentou a produção de força dos participantes durante os últimos dez segundos de teste, e diferenças estatisticamente significativas foram identificadas na região frontal direita do córtex; o estímulo motivacional atenuou a amplitude de ondas teta na região F8 em comparação com NS e CO. **Conclusão:** Estas respostas combinadas desencadeadas pelos estímulos sensoriais auditivos e visuais parecem ser a base dos efeitos dos estímulos motivacionais sobre as respostas psicofisiológicas, que ocorrem durante a execução de tarefas motoras exaustivas.

Palavras chave: Atividade cerebral; EMG; EEG; exercício físico; estímulo motivacional

2.1 INTRODUÇÃO

Atualmente a manipulação de variáveis psicológicas vem sendo estudada como forma de maximizar o desempenho de atletas e praticantes de exercício, através da

modulação de parâmetros psicológicos e fisiológicos, como o aumento da motivação situacional e diminuição da percepção de cansaço. Dentre as estratégias utilizadas com este intuito encontram-se, principalmente, a música e vídeo. Esses dois tipos de estimulação sensorial vêm sendo utilizadas no intuito de realocar o foco de atenção de respostas fisiológicas, como fadiga muscular por exemplo, a estímulos externos, tornando a tarefa mais prazerosa.

Evidências de vários estudos nos permitem crer que os mecanismos atuantes por trás desse tipo de intervenção, durante o exercício, estão associados a integração de diversos sistemas fisiológicos como a ativação do córtex frontal, e as respostas corporais ao exercício. Entretanto, os mecanismos fisiológicos que fundamentam as intervenções psicológicas durante o exercício ainda são pouco pesquisados, de modo que se faz necessário a realização de estudos básicos, onde medidas cerebrais e psicofisiológicas sejam coletadas em conjunto durante o exercício, para melhor compreendermos os mecanismos da intervenção motivacional durante o mesmo, nos dando assim um suporte para a realização de pesquisas mais aplicadas.

A estimulação sensorial tem sido comumente utilizada como um meio para aumentar a motivação situacional durante o exercício (Hutchinson, Karageorghis, & Jones, 2015). Os estímulos auditivos e visuais podem realocar o foco de atenção às influências externas e tornar o exercício mais agradável, menos em altas intensidades (Jones, Karageorghis, & Ekkekakis, 2014), portanto, o praticante percebe a tarefa como mais fácil do que em circunstâncias normais. Apesar do fato de que as estratégias motivacionais têm sido amplamente utilizadas no campo do esporte e do exercício (para revisão ver Karageorghis & Priest, 2012; McCormick, Meijen, & Marcora, 2015), os mecanismos fisiológicos que fundamentam as intervenções psicológicas durante estas

Evidências atuais sugerem que a razão por trás do uso de estratégias de motivação durante o exercício pode estar associada com a integração de vários sistemas fisiológicos (para detalhes, ver Bigliassi et al., 2015). Neste caso, a ativação do córtex pré-frontal está relacionada com a maior ativação percebida, com consequente influência sobre o sistema autonômico. Estímulos de alta excitação induzem altos níveis de ativação percebida e diminuem o tono vagal, inversamente, estímulos de baixa excitação despertam sentimentos de relaxamento, com consequente aumento da atividade parassimpática. Devido à tendência linear entre as respostas perceptuais, cerebrais, e viscerais, esta pesquisa identificou as possíveis reações em cascata que fundamentam a utilização de estratégias de motivação.

Apesar de estímulos sensoriais influenciarem as respostas cerebrais e psicofisiológicas, as intervenções relacionadas ao exercício aumentam a taxa de esforço percebido, que age de acordo com o foco de atenção e diminui a motivação situacional (por exemplo, Hutchinson & Karageorghis, 2013; Karageorghis et al, 2013). Com base nesse pressuposto, medidas cerebrais e psicofisiológicas devem ser tomadas em conjunto durante o exercício como um meio para descobrir os mecanismos subjacentes da intervenção motivacional durante o mesmo.

Padrões simples de movimento, como caminhadas, são consideravelmente fáceis para o cérebro humano controlar, de modo que, durante os exercícios de baixa intensidade os seres humanos são capazes de alocar atenção a estímulos sensoriais externos, como estímulos auditivos e visuais. Neste caso, o praticante experimenta níveis positivos de valência afetiva (Ekkekakis, 2003), no entanto, a intensidade do exercício crescente força o foco de atenção a estímulos sensoriais internos, tais como dor muscular e taxa de respiração (Rejeski, 1985). Assim, exercícios realizados acima do limiar ventilatório diminuem as respostas afetivas (Kilpatrick, Kraemer, Bartolomeu, Acevedo, & Jarreau, 2007). Exercícios de alta intensidade aumentam a emissão de sinais corolários (mensagens paralelas) para regiões do cérebro associadas ao esforço físico (De Morree, Klein, & Marcora, 2012), aumentando a taxa de esforço percebido, que conseqüentemente diminui a motivação situacional com influências negativas sobre o controle voluntário dos movimentos e ativação neural dos músculos de trabalho (Marcora, 2008). Curiosamente, Jones et al. (2014) identificaram que os estímulos sensoriais podem tornar o exercício mais agradável, mesmo em alta intensidade, o que significa que as estratégias motivacionais podem superar os efeitos psicofisiológicos negativos impostos pela crescente intensidade do exercício. Neste caso, o foco de atenção foi realocado às influências externas com conseqüente influência sobre a motivação situacional e respostas afetivas.

Existem discursos sobre o uso de estímulos motivacionais durante o exercício (Bigliassi, León-Domínguez, Buzzachera, Barreto-Silva, & Altimari, 2015; Karageorghis & Priest, 2012a), onde para considerar determinado estímulo como motivacional, certas características devem ser levadas em conta, como o perfil demográfico e o fundo sociocultural, que podem influenciar consideravelmente o teor de motivação dos estímulos sensoriais (Karageorghis, Padre, Terry, Chatzisarantis, & Lane, 2006). Além disso, o tipo de exercício influencia a forma como as estratégias motivacionais impactam nas respostas psicofisiológicas (Karageorghis & Terry, 2011).

O uso de estímulos auditivos durante o exercício tem recebido um interesse considerável durante as duas últimas décadas (Karageorghis & Terry, 1997; Karageorghis, Terry, Pista, Bispo, e Priest, 2012), e um quadro conceitual psicologicamente fundamentado foi também proposto como um meio para identificar as qualidades motivacionais da música (Karageorghis, Terry, & Lane, 1999). Assim, os pesquisadores e profissionais de exercício podem fazer com segurança o uso de estimulação auditiva em situações relacionadas ao exercício. No entanto, os maiores efeitos das estratégias motivacionais são aparentemente relacionados com a utilização de ambos os estímulos visuais e auditivos em conjunto (Hutchinson et al, 2015; Jones et al, 2014; Loizou & Karageorghis, 2015). Infelizmente, o uso de vídeos durante o exercício começou a ser recentemente investigado, o que significa que esta área de pesquisa ainda é inexplorada.

O cérebro humano tem sido raramente analisado em situações relacionadas ao exercício, devido ao fato de que a tecnologia compatível foi recentemente desenvolvida. Padrões de movimento e contração muscular causam ruídos elétricos que geralmente comprometem a qualidade do sinal elétrico do cérebro, no entanto, os ruídos elétricos podem ser identificados e excluídos através da utilização de procedimentos computacionais (cf. Thompson, Steffert, Ros, Leach, & Gruzelier, 2008). Ao analisar o cérebro durante o exercício, os pesquisadores são capazes de identificar as regiões associadas a um determinado padrão de movimento, bem como os efeitos do exercício físico sobre a atividade elétrica cerebral (Schneider, Askew, Abel, Mierau, & Struder, 2010). Aspinall, Mavros, Coyne e Roe (2015) investigaram os efeitos da atividade física ao ar livre no sinal elétrico do cérebro, em um estudo onde doze participantes caminharam por cerca de 25 minutos, através de três zonas distintas na área central de Edimburgo. O sinal elétrico do cérebro foi medido através da utilização de um eletroencefalograma (EEG) de sistema móvel, que classifica automaticamente a atividade cerebral em diferentes estados emocionais. Ao comparar as zonas urbanas e verdes, os autores identificaram que as zonas verdes despertam sentimento de relaxamento, como a meditação e diminuição da ativação percebida. Este estudo foi um dos primeiros a usar análise cerebral durante atividades ao ar livre como um meio para descobrir o estado emocional dos participantes durante o exercício.

Assim, o presente estudo teve como objetivo esclarecer os mecanismos subjacentes às estratégias de motivação durante o exercício, examinando a integração de vários sistemas fisiológicos. Uma tarefa de prensão manual foi usada por causa da

simplicidade e fiabilidade considerável associada com este modelo de exercício. Os estímulos auditivos e visuais foram usados em conjunto como um meio de aumentar a ativação percebida e motivação situacional (Hutchinson et al, 2015; Razon, Basevitch, Terra, Thompson, & Tenenbaum, 2009). A atividade elétrica do cérebro e dos músculos foram registrados por utilização de EEG e electromiografia (EMG), respectivamente.

2.1.1 Hipóteses

Motivação Situacional. É esperado que o estímulo motivacional aumente o envolvimento ao exercício e ativação percebida com consequentes efeitos sobre a motivação situacional (Karageorghis et al., 2013). Por outro lado, é esperado que a estimulação neutra cause efeitos menores sobre o foco de atenção e, possivelmente, não alivie os efeitos dos sintomas relacionados à fadiga, por causa dos altos níveis de percepção de esforço associado ao exercício proposto. Neste caso, apenas estratégias sensoriais consideradas como altamente inspiradoras são hipoteticamente capazes de influenciar o exercício de alta intensidade (Jones et al., 2014).

Atividade muscular. Espera-se que estratégias motivacionais sejam capazes de realocar o foco de atenção a estímulos sensoriais externos (Karageorghis & Terry, 2008). Portanto, não se espera que os sinais relacionados à fadiga atuem sobre o controle voluntário e ativação neural (De Morree, Klein, & Marcora, 2014). Neste caso, espera-se que as estratégias motivacionais aumentem a produção de energia, mantenham a taxa de disparo de sinais elétricos para os músculos utilizados e diminua o recrutamento de unidades motoras com o tempo. Com o estímulo neutro, por outro lado, espera-se que diminua a potência, a taxa de disparos, e aumente o recrutamento de unidades motoras ao longo do tempo.

A atividade cerebral. A hipótese é a de que o estímulo motivacional aumente a predominância de ondas cerebrais de alta frequência nas áreas pré-motoras e motoras do cérebro (Marcora, 2009). Os autores do presente trabalho também esperam mudanças nas ondas cerebrais das regiões frontal, temporal e occipital do cérebro, pois os estímulos visuais e auditivos serão utilizados a fim de induzir a mudança de atenção de sinais sensoriais internos a influências externas. A maior predominância de ondas beta (12-25 Hz) através da sessão de exercícios também é esperada devido à maior ativação percebida provocada pelo estímulo motivacional.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Análise do Estímulo

Durante a primeira fase do presente estudo, 10 participantes (5 homens e 5 mulheres = 20.71 ± 0.82 anos; 171.62 ± 8.54 m; 68.59 ± 12.51 Kg) foram convidados a classificar as respostas afetivas e de excitação aos estímulos visuais e auditivos, através da utilização do *Self-Assessment Manikin* (SAM; Bradley & Lang, 1994), abordagens similares também têm sido realizadas sobre o uso de estímulos visuais e respostas emocionais (Hutchinson et al., 2015; Jones et al., 2014; León-Carrión et al., 2006). Os participantes que completaram a primeira fase desta experiência não foram envolvidos nos exames físicos, mas compartilharam perfis demográficos semelhantes com os participantes da segunda etapa deste estudo. A ordem dos dois vídeos foi randomizada por uso de algoritmo determinista.

O vídeo Motivacional (<https://www.youtube.com/watch?v=9d1QYV0er5o>) utilizado no presente estudo ilustra uma famosa batalha de luta de braço, extraído do filme “*Over the Top*” (Golan, 1987). Este vídeo foi selecionado por causa das semelhanças entre o esforço físico apresentado na cena e a tarefa física proposta no presente estudo. Além disso, o estímulo auditivo produzido pela multidão carrega conteúdo altamente motivacional (Hagger & Chatzisarantis, 2005). Essas características permitem que o participante se imagine na história contada pelo diretor (Bishop, Karageorghis, & Loizou, 2007). Durante a batalha de luta de braço, Lincoln Falcão (Sylvester Stallone) luta por 25 s e, finalmente, ganha a batalha durante os últimos 5 s. Era esperado também que a cena enfatizasse o nível contínuo e máximo de contração produzida pelo participante durante todo o exercício.

O estímulo neutro (<https://www.youtube.com/watch?v=-tJZYTT4qKs>) foi induzido pelo uso de um vídeo mostrando pessoas andando na área central de Nova York. Não se esperava que o vídeo neutro alterasse as respostas afetivas ou de excitação por causa das imagens comuns associadas com o estímulo visual (Bradley & Lang, 1994). O estímulo auditivo foi relacionado aos ruídos produzidos por carros e fala indistinta, e da mesma forma não era esperado que alterasse as respostas psicológicas durante a exposição ao estímulo. Os participantes do estudo também foram questionados sobre o nível de familiaridade com as filmagens de vídeo. Os autores esperavam maior familiaridade associada com o estímulo motivacional, devido ao fato

de que “*Over the Top*” foi um filme famoso durante a década de 1990, um período de tempo relacionado com a infância da maioria dos participantes que tomaram parte no estudo.

2.2.2 Participantes

O presente estudo foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa envolvendo seres humanos da Universidade Estadual de Londrina, e a amostra foi composta por estudantes universitários da mesma universidade. O tamanho da amostra foi calculado por utilização de um programa de computador capaz de identificar o número necessário de participantes; G * Power 3.1®, que se baseia nas variáveis independentes, procedimentos estatísticos, e prevê o tamanho do efeito. O estudo desenvolvido por Razon foi usado para selecionar o tamanho do efeito esperado de modulação sensorial no desempenho do exercício, por causa das semelhanças em termos de abordagem experimental e tarefa física. Os níveis de alfa e beta foram fixados em 0,5 e 0,8, respectivamente. Um grande tamanho do efeito ($f = 0,7$) foi selecionado com base nos efeitos de estratégias sensoriais no desempenho de exercícios; e o tamanho da amostra foi calculado para ANOVA one-way (três condições experimentais). Portanto, 16 participantes seriam necessários para desenvolver todas as fases do presente estudo. Quatro participantes foram subsequentemente adicionados como um meio para compensar a mortalidade experimental (10 homens e 10 mulheres; 23.57 ± 2.61 anos; 171 ± 8.52 cm; e 72.63 ± 13.38 kg).

Os participantes que demonstraram interesse em participar do presente estudo foram inicialmente selecionados através do uso de uma entrevista estruturada, a fim de caracterizar o perfil demográfico dos mesmos. Devido à influência da dominância manual (Legon, Dionne, Meehan, e Staines, 2010) sobre a atividade elétrica do cérebro, apenas os participantes destros foram incluídos no presente estudo. Além disso, apenas os participantes com visão e audição corrigida ou normal foram autorizados a participar do presente estudo.

2.2.3 Procedimentos

Os participantes foram inicialmente convidados a responder o *Brunel Mood Scale* (BRUMS; Terry, Lane, e Fogarty, 2003), a fim de caracterizar o estado de humor dos mesmos antes de iniciar os testes físicos (raiva = $0,40 \pm 0,79$; tensão = $2,36 \pm 1,67$; fadiga = $2,54 \pm 2,20$; 0,63 \pm depressão = 0,95; confusão = $0,86 \pm 1,45$; 8,95 \pm vigor = 2,60). Esta estratégia foi assumida para evitar a influência da variabilidade do humor sobre as variáveis psicofisiológicas e desempenho do exercício (Parry, Chinnasamy, Papadopoulou, Noakes, & Micklewright, 2011). Um monitor de frequência cardíaca (Polar® RS800CX) foi posteriormente anexado ao peito do participante como um meio para recolher o sinal elétrico cardíaco em repouso (HRrest). Os participantes foram convidados a sentar-se confortavelmente na cadeira por 10 minutos e aos 10 minutos obtivemos a HRrest (MHRrest = $74,27 \pm 11,21$ bpm). Os participantes foram posteriormente convidados a executar uma tarefa de prensão manual máxima (MMVC = $36,09 \pm 9,71$ kg) pelo uso de um dinamômetro de prensão manual (Jamar®). Este exame físico foi realizado para identificar a capacidade máxima do participante. Finalmente, 20 eletrodos Ag / AgCl (NeuroVirtual®) foram anexados ao couro cabeludo do participante de acordo com o sistema internacional 10-20, e 2 eletrodos EMG foram colocados no flexor ulnar do carpo (Duque, Masset, & Malchaire, 1995). Devido à associação não invasiva de todas as técnicas fisiológicas, esperava-se que a atenção dos participantes não mudasse de influências externas a estímulos sensoriais internos não relacionados com a contração muscular (Hutchinson e Tenenbaum, 2007; Lohse & Sherwood, 2011, 2012).

2.2.4 Protocolo Experimental

Os participantes foram posicionados sentados em uma cadeira a uma distância de 1,5 metros de uma parede de fundo branco onde foram projetados os vídeos através da utilização de um retroprojetor (ViewSonic PJD5255 XGA DLP Projector, 3200 Lumens®), posicionado a 30 cm a cima da cabeça dos sujeitos. Dois alto-falantes (Logitech Z120® Stereo Speakers) foram posicionados a 45 centímetros das orelhas do

participante e o volume do som foi fixado em 75 dBA (± 5) medidos diretamente nas orelhas do participante pelo uso de um decibelímetro (Mercury[®] Digital Sound Level Meter). Os cabos do equipamento foram propositalmente dispostos de uma forma que o participante não se sentisse perturbado com os dispositivos eletrônicos. O dinamômetro de prensão manual foi posicionado a 90 graus de flexão do cotovelo e uma câmera digital (iPhone 6, Apple[®]) foi posicionada a frente do dinamômetro para capturar a variação na produção de força, como demonstrado na figura 1. A partir desse momento foi iniciada a colocação dos eletrodos referentes aos equipamentos que estão descritos abaixo.

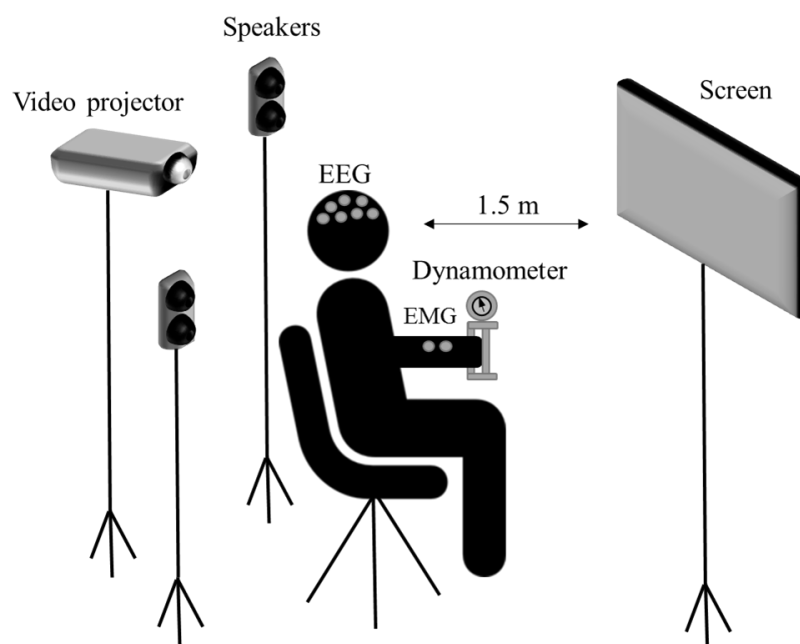


Figura 1. Estrutura experimental do presente estudo

Todos os sujeitos foram submetidos a 3 condições experimentais de forma aleatória, sendo elas: Estímulo motivacional (MS), onde os sujeitos realizaram 30 segundos de contração máxima assistindo ao vídeo motivacional proposto; Estímulo Neutro (NS), onde os sujeitos realizaram a mesma tarefa motora assistindo a um vídeo classificado como neutro; e Controle (CO) onde os sujeitos também realizaram a mesma tarefa sem nenhum estímulo visual, sendo instruídos a olharem para um fundo branco que foi projetado no mesmo local onde foram projetados os vídeos. O intervalo entre cada condição experimental foi ditado pela recuperação dos parâmetros psicofisiológicos, respeitando um período mínimo de 6 min. As condições experimentais posteriores só poderiam se iniciar após a recuperação cardíaca completa

(valores HR_{rest}). Além disso, o desconforto do membro (fadiga antebraço) deveria atingir zero unidades arbitrárias, como uma forma de evitar a influência de sintomas relacionados com a fadiga associados com a condição experimental anterior. Uma escala de motivação (Tenenbaum, Kamata, & Hayashi, 2007) foi utilizado depois de cada sessão de exercícios para identificar as variações na motivação situacional. A força produzida pelos participantes foi normalizada com base nos valores do MMVC e comparada entre as condições experimentais para examinar os efeitos de diferentes estímulos sensoriais do desempenho da tarefa.

2.2.5 Aquisição dos dados

2.2.5.1 Eletromiografia (EMG)

Os dados brutos do EMG foram recolhidos por meio da avaliação da atividade elétrica muscular produzida pelo flexor ulnar do carpo durante a contração isométrica (Duque et al, 1995; Reaz, Hussain, & Mohd-Yasin, 2006). O dispositivo EMG de 2 canais (TeleMyo 2400 TG2, Noraxon®) foi ligado a eletrodos de superfície bipolares. A taxa de amostragem foi estabelecida em 2000 Hz com um índice de rejeição de modo comum de 95 dB. Os procedimentos para a aquisição de dados EMG seguiu as orientações propostas pelo Takala & Toivonen (2013). O sinal EMG foi processado no domínio de tempo e frequência. O domínio do tempo (*root mean square*; RMS) foi utilizado para investigar os efeitos da modulação sensorial sobre o recrutamento de unidades motoras, e análise no domínio da frequência foi usada para elucidar os efeitos da modulação sensorial sobre os componentes de fadiga com base no espectro de potência. Os dados brutos do EMG foram filtrados, retificados e suavizados. A Transformada de Fourier foi utilizada com um algoritmo de janela de processamento retangular. A frequência mediana do espectro de potência (MF) foi calculada a cada 30s para identificar a tendência pela qual a saída neural diminui como uma resposta aos crescentes sintomas de fadiga (Buckthorpe, Dor, & Folland, 2014; Gandevia, 2001).

2.2.5.2 Eletroencefalografia (EEG)

A atividade elétrica do cérebro foi examinada por meio da utilização de um dispositivo de EEG de 20 canais (Neurovirtual BWii EEG®). Os eletrodos 16 Ag / AgCl foram ligados ao couro cabeludo de acordo com o sistema internacional 10-20. A impedância foi mantida abaixo de 10 kW, e artefatos elétricos produzidos por movimentos oculares foram posteriormente excluídos por meio de análise de componentes independentes. Um eletrodo (terra) foi colocado sobre a testa, a fim de reduzir os artefatos elétricos (Light et al, 2010), e um eletrodo de referência foi anexado ao lóbulo da orelha do participante. O sinal EEG foi digitalizado a 250 Hz e filtrados através do uso de um filtro de passagem de banda de 100 Hz em linha. O sinal elétrico do cérebro foi dividido em janelas de 1 segundo, filtrada (0,5 a 30 Hz) e calculada a média para cada condição experimental. A Transformada rápida de Fourier foi utilizado para decompor o sinal elétrico em diferentes frequências de onda. Oito canais (F3, F4, F7, F8, C3, C4, P3, P4 e) e três frequências cerebrais (theta (4-8 Hz) alfa (8,5-12 Hz), beta (12,5-30 Hz) foram analisadas no presente estudo (Bailey, Hall, Folger, & Miller, 2008). Esta estratégia foi assumida para elucidar a resposta EEG aos efeitos da modulação sensorial durante diferentes níveis de esforço.

2.2.6 Análise Estatística

A normalidade dos dados foi testada por meio da aplicação de testes de assimetria e de curtose, seguido por inspeção visual, coeficiente de variação de cálculo, e o teste de Shapiro-Wilk. Em caso de suposição negativa, os *outliers* foram excluídos. Transformações logarítmicas não foram necessárias devido à correção de dados anterior. A imputação múltipla foi aplicada no caso de falta de valores. Em tal aplicação, foram comparados cinco diferentes métodos de regressão linear (He, 2010). Foi utilizado o teste t de Student pareado para comparar as diferenças de afetividade e excitação de ambos os estímulos sensoriais. Two-way ANOVA foi utilizada para comparar as variáveis dependentes em três condições experimentais. Quando os princípios da esfericidade foram violados, correção de Greenhouse-Geisser foi conduzida. Ajustes de Bonferroni foram utilizados para localizar diferenças

estatisticamente significativas. Todos os procedimentos de EEG aplicados no experimento foram realizadas com Brainstorm (Tadel et al., 2011), que está documentado e disponível gratuitamente para download on-line sob a licença GNU público em geral (<http://neuroimage.usc.edu/brainstorm>). Os sinais de EEG foram comparadas pelo teste t de Student em Brainstorm e os limiares do valor p foram corrigidos dinamicamente para comparações múltiplas pelo uso do método de Bonferroni.

2.3 RESULTADOS

2.3.1 Estímulos sensoriais

Os estímulos sensoriais utilizados no presente experimento foram inicialmente avaliados por 10 participantes como um meio para garantir as diferenças afetivas e de excitação entre MS e NS. Os resultados indicaram que MS foi estatisticamente diferente do NS para ambos, afeto (MS $6,8 \pm 0,78$; NS $3,8 \pm 0,79$; $t = 11,61$; $p = 0,000$) e os índices de excitação (MS $7,1 \pm 1,37$; NS $3,8 \pm 0,77$; $t = 8,33$; $p = 0,000$; ver Figura 2). O estímulo motivacional foi considerado altamente agradável e aumentou as respostas relacionadas à excitação (ativação percebida); inversamente, NS estava visivelmente neutro em termos de excitação e respostas afetivas.

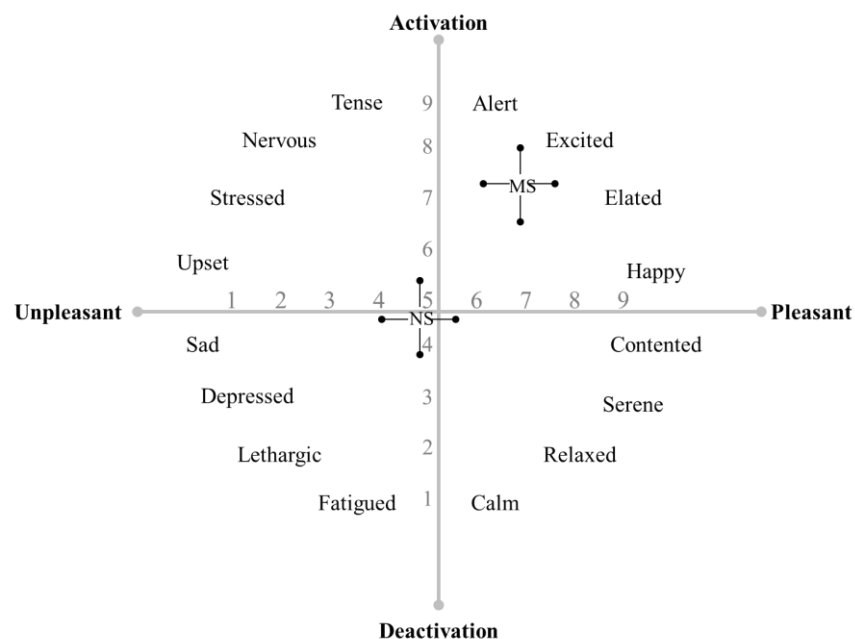


Figura 2. Espaço afetivo bidimensional definido por Sam, classificações de prazer e excitação. As barras de erro indicam desvios padrão.

2.3.2 Motivação situacional

A motivação situacional foi comparada antes e depois de cada sessão de exercício, como um meio de identificar os efeitos combinados de diferentes estímulos sensoriais e tempo (efeitos do exercício) sobre a motivação percebida. Uma interação estatisticamente significativa foi identificada entre o tempo (pré - pós) e as condições experimentais ($F = 6,098$; $p = 0,013$; $\eta^2 = 0,404$; potência = $0,787$). O método de Bonferroni foi subsequentemente aplicado para localizar as diferenças estatísticas. Os resultados do presente estudo indicam que MS gerou maior motivação situacional após a execução de uma tarefa isométrica de prensão manual exaustiva; por outro lado, NS e CO diminuíram a mesma variável. O estímulo neutro utilizado no presente estudo teve um ligeiro efeito negativo sobre a motivação situacional dos participantes, e não foram identificadas diferenças estatísticas entre MS e NS. No entanto, a completa ausência de sinais sensoriais externos foi claramente desfavorável para a execução do modelo de alta intensidade de exercício. As comparações múltiplas indicaram que as principais diferenças na motivação situacional existem entre MS e CO ($p = 0,038$; veja a Figura 3).

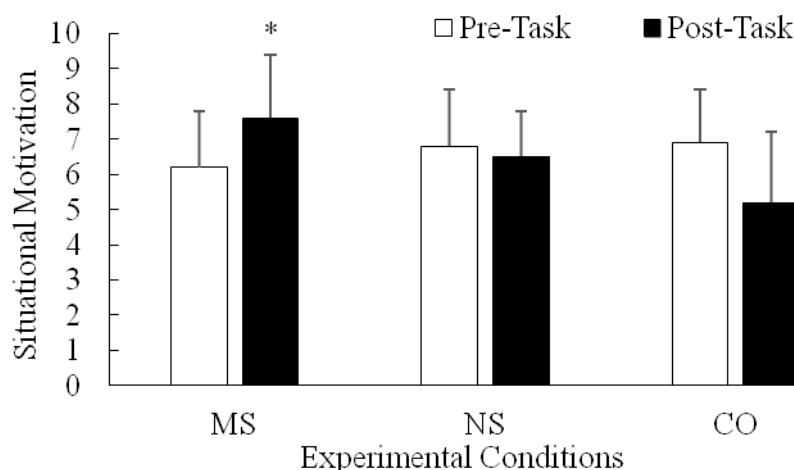


Figura 3. Condição Experimental \times Tempo (pré-pós tarefa) efeito de interação para a motivação situacional. * $p < 0,05$. As barras de erro representam os desvios padrão.

2.3.3 Força produzida

A força produzida pelos participantes durante as sessões de exercício diminuiu ao longo do tempo para todas as condições experimentais ($p < 0,05$). No entanto, a taxa

de variação foi diferente entre o MS, NS e CO ($F = 14,915$; $p = 0,000$). Apesar dos resultados semelhantes durante os primeiros 20s de contração ($p > 0,05$), o estímulo motivacional utilizado no presente experimento aumentou a força produzida durante os últimos 10s (Figura 4). As comparações múltiplas indicam que a MS foi estatisticamente diferente do NS ($p = 0,000$) e CO ($p = 0,000$).

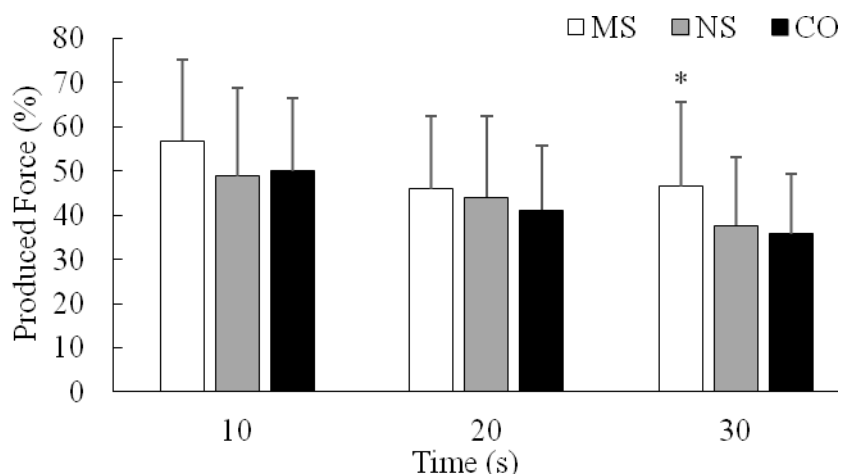


Figura 4. Condição Experimental \times Tempo (pré-pós tarefa) efeito de interação para a produção de força. * $p < 0,05$. As barras de erro representam os desvios padrão.

2.3.4 Atividade muscular

A frequência mediana do espectro de potência e o recrutamento de unidades motoras foram avaliados no presente experimento como uma forma de elucidar os efeitos de diferentes estímulos sensoriais em fadiga periférica e ativação neural dos músculos utilizados durante uma tarefa de prensão manual isométrico máxima. Apesar das diferenças significativas na força produzida, a taxa de variação (*slope*) da frequência mediana e os valores de RMS foram estatisticamente semelhantes entre MS, NS e CO (no domínio da frequência: $F = 0,168$; $p = 0,845$; análise no domínio do tempo: $F = 0,029$; $p = 0,970$; ver Figura 5).

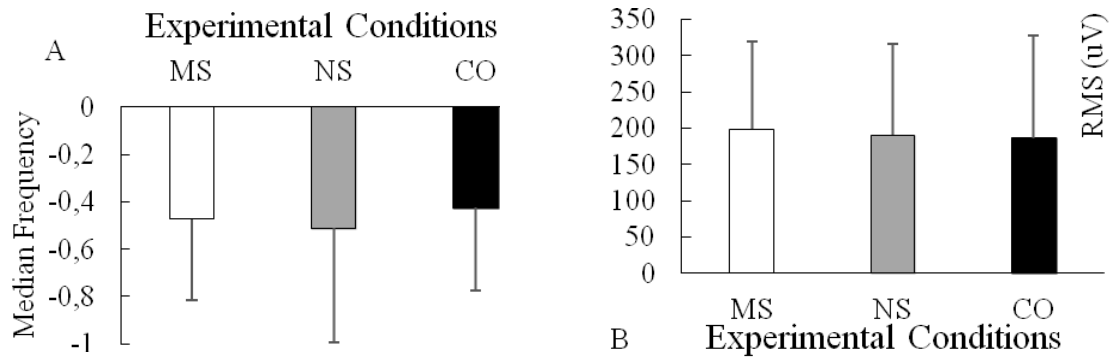


Figura 5. Efeito da condição experimental para a taxa de variação (*slope*) da frequência mediana (A) e do recrutamento de unidades motoras (B). As barras de erro representam os desvios padrão.

2.3.5 Atividade elétrica do cérebro

Ondas teta, alfa e beta foram analisadas para todos os eletrodos e comparadas entre o MS, NS e CO (Figura 6). Diferenças estatisticamente significativas foram identificadas na região frontal direita do córtex; o estímulo motivacional atenuou a amplitude de ondas teta na região F8 em comparação com NS e CO ($p < 0,05$). A amplitude das ondas beta também foi influenciada pelos estímulos sensoriais utilizados no presente estudo. O estímulo motivacional causou uma modulação significativa da amplitude das ondas beta nas regiões centrais do cérebro; essa resposta foi estatisticamente diferente do NS e CO.

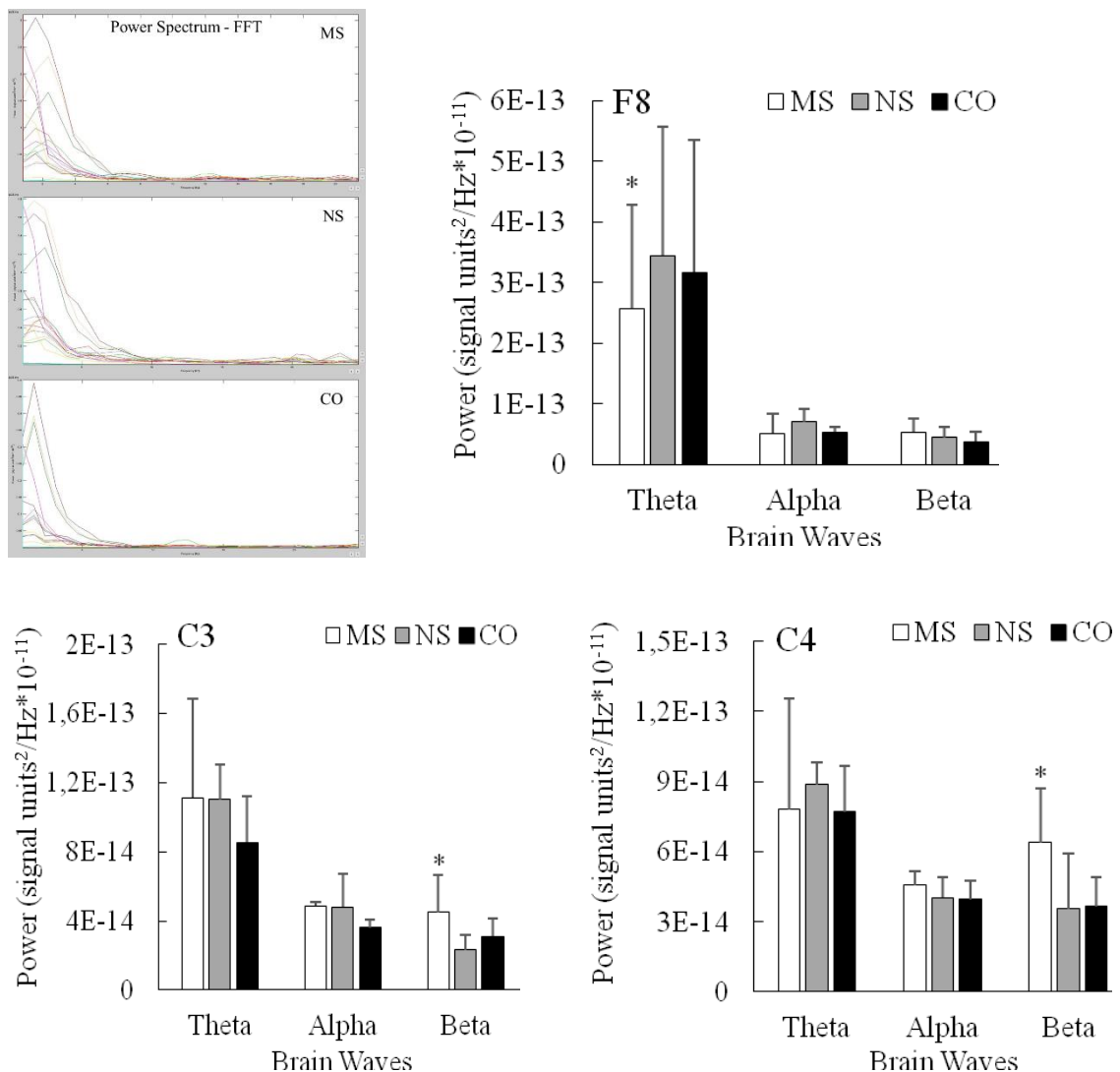


Figura 6. Efeito das condições experimentais para as ondas cerebrais. * $p < 0,05$. As barras de erro representam os desvios padrão.

2.4 DISCUSSÃO

O presente trabalho teve como objetivo aprofundar a compreensão dos mecanismos psicofisiológicos que fundamentam os efeitos dos estímulos motivacionais durante o exercício, assim, uma tarefa isométrica de preensão manual máxima foi utilizada como um meio de investigar os efeitos de diferentes estímulos motivacionais, sobre a força produzida e respostas relacionadas com a tarefa. Era esperado que o uso de estímulos motivacionais aumentasse o envolvimento ao exercício e a ativação percebida

com os consequentes efeitos sobre a motivação situacional (Bigliassi, 2015). Também se acreditava que o uso de estímulos altamente motivacionais aumentaria a predominância de ondas cerebrais de alta frequência no comando motor central (Marcora, 2009) como um meio de resistir à negativa (de proteção) influência do esforço percebido na ativação neural dos músculos de trabalho e controle voluntário de movimentos (ver o modelo psicobiológico da performance de endurance (Pageaux, 2014).

2.4.1 Respostas psicofisiológicas

Os resultados do presente estudo indicaram que o estímulo motivacional aumentou a motivação situacional após a execução de uma tarefa isométrico de preensão manual máxima; inversamente, NS e CO induziram efeitos negativos sobre a motivação situacional. A diminuição das respostas psicológicas positivas, como motivação e afeto são normalmente esperadas após modelos exaustivos de exercício. A Teoria *Dual-Mode* (Ekkekakis, 2003) sugere que as respostas afetivas para o exercício são influenciadas por processos cognitivos (por exemplo, a auto eficácia) e estímulos sensoriais internos (por exemplo, feedback aferente). Portanto, a intensidade crescente do exercício regula positivamente a saída aferentes de órgãos periféricos e regula negativamente os processos cognitivos de proteção. Estes efeitos combinados geram respostas psicológicas negativas em exercícios de alta intensidade. A Teoria *Dual-Mode* proposto por Ekkekakis (2009), aparentemente, explica os mecanismos de proteção de sintomas relacionados à fadiga que ocorrem durante exercícios realizados em altas intensidades. Esta resposta psicofisiológica foi possivelmente desenvolvida através dos séculos como um meio de evitar situações difíceis, tais como lesões e falhas viscerais (Noakes, St Clair Gibson, e Lambert, 2005). No entanto, os seres humanos são capazes de resistir a influências negativas de sintomas relacionados à fadiga através do uso de modulação interna (por exemplo, auto fala positiva) e estímulos sensoriais externos (por exemplo, estímulos auditivos e visuais). Em tais casos, a motivação situacional poderia representar o cubo responsável por permitir os efeitos de estímulos sensoriais internos (descargas corolárias e feedback periférico) no desempenho do exercício e respostas afetivas (Marcora, 2008; Pageaux, 2014). Os resultados do presente experimento indicam que os estímulos sensoriais, aparentemente, "brincam" com o cérebro humano durante a execução de tarefas motoras exaustivas.

Os efeitos dos estímulos visuais e auditivos inicialmente realocaram o foco de atenção dos participantes para as influências externas. O conteúdo motivacional de MS "lutou" contra os sinais de fadiga durante todo o exercício. Jones et al. (2014) demonstraram que mesmo exercícios de alta intensidade podem ser percebidos como mais agradáveis sob a influência de sinais sensoriais externos, o que significa que as influências ambientais podem ser processadas em conjunto durante a execução de tarefas cognitivas altamente exigentes (cf. Boutcher & Trenske, 1990). Dados neuromusculares obtidos através do uso de análise EMG indicaram que tanto o recrutamento de unidades motoras e frequência mediana do espectro de potência foram conspicuamente semelhantes entre MS, NS e CO. Curiosamente, os participantes produziram níveis mais altos de força durante os últimos 10s de contração, o que deveria ter aumentado o recrutamento de unidades motoras e mudado a frequência mediana do espectro de potência para a esquerda. Acreditamos na hipótese de que as atividades elétricas identificadas na musculatura representam reações centrais a diversos estímulos sensoriais. Neste caso, o estímulo motivacional bloqueou parcialmente os efeitos da fadiga sobre o comando motor central, portanto, os participantes foram capazes de manter ou mesmo aumentar a ativação neural dos músculos em funcionamento e o controle voluntário durante os momentos finais de uma tarefa motora isométrica exaustiva.

2.4.2 Mecanismos cerebrais

O estímulo motivacional utilizado no presente estudo modulou a amplitude de ondas teta no córtex frontal e ondas beta nas zonas centrais do cérebro. Craig, Tran, Wijesuriya, e Nguyen (2012) demonstraram que os sintomas relacionados com a fadiga causados pelas tarefas cognitivas aumentam a amplitude das ondas de baixa frequência (teta e alfa 1) ao longo de todo o córtex, e ao contrário, um estado de alerta geralmente aumenta a proeminência de ondas de alta frequência tais como beta nas regiões frontais do córtex. A frequência das diferentes ondas cerebrais tem sido comumente associada com o nível de excitação psicofisiológica que se experimenta (Barker & Burgwin, 1948). As principais diferenças identificadas no presente experimento foram localizadas nas regiões frontal e central do córtex; aparentemente, o conteúdo motivacional do estímulo sensorial atuou na atividade do comando motor central, diminuindo as ondas

de baixa frequência e aumentando a atividade beta. Esta resposta combinada provocada pelos estímulos sensoriais auditivos e visuais parece ser a base dos efeitos dos estímulos motivacionais sobre as respostas psicofisiológicas que ocorrem durante a execução de tarefas motoras exaustivas.

Os efeitos dos estímulos motivacionais nas regiões centrais do córtex estão possivelmente associados ao mecanismo protetor de motivação e engajamento ao exercício (Pageaux, Marcora, Rozand, & Leprosos, 2015). Descargas corolárias emitidas pelo comando motor central, teoricamente, diminuem a amplitude das ondas de alta frequência no giro pré-motor e aumentam as ondas de baixa frequência nas regiões frontais do córtex. Felizmente, o cérebro humano é capaz de processar sinais sensoriais internos e externos em conjunto (Karageorghis & Jones, 2014; Rejeski, 1985). Nesse caso, os estímulos auditivos e visuais podem competir pelo processamento central e, conseqüentemente, realocar o foco de atenção de um indivíduo aos estímulos sensoriais externos (Hutchinson et al., 2015). Sinais sensoriais altamente motivacionais bloqueiam parcialmente os efeitos negativos da fadiga sobre as respostas psicofisiológicas e de desempenho do exercício (Hutchinson et al., 2011.); essa "barreira" é naturalmente superada pelos efeitos dos sintomas relacionados à fadiga, dada a força e relevância associada às sensações de desconforto periférica (Bigliassi et al., 2015a).

2.4.3 Limitações do presente estudo

Os estímulos sensoriais utilizados no presente estudo foram selecionados pelos autores com base nas respostas psicológicas prováveis que tais estímulos poderiam suscitar durante o exercício; no entanto, estímulos visuais e auditivos são altamente pessoais (North, Hargreaves, & Hargreaves, 2004) e até mesmo diferentes pedaços de música ou vídeo são teorizados para induzir reações fisiológicas similares (veja Bigliassi, 2015b para mais detalhes). Neste caso, as análises cerebrais poderiam ter sido utilizadas antes da fase pré-experimental como um meio para identificar estímulos motivacionais pessoais e, conseqüentemente, padronizar as reações fisiológicas causadas por cada estímulo. Em segundo lugar, a tarefa motora utilizada no presente experimento pode não ter sido suficientemente sensível para induzir um grande número de descargas corolárias dado o seu carácter periférico (desconforto nos membros). Um modelo de exercício de corpo inteiro poderia ter descarregado um número muito maior

de sinais corolários. No entanto, é importante ressaltar que o presente experimento representa possivelmente um dos primeiros esforços científicos para uma maior compreensão dos mecanismos cerebrais que sustentam os efeitos dos estímulos motivacionais durante o exercício.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada em parte por doações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- Aspinall, P., Mavros, P., Coyne, R., & Roe, J. (2015). The urban brain: analysing outdoor physical activity with mobile EEG. *British Journal of Sports Medicine*, *49*, 272–276. doi:10.1136/bjsports-2012-091877
- Bailey, S. P., Hall, E. E., Folger, S. E., & Miller, P. C. (2008). Changes in EEG during graded exercise on a recumbent cycle ergometer. *Journal of Sports Science and Medicine*, *7*, 505–511. doi:10.1016/j.neuroscience.2012.10.037.
- Barker, W., & Burgwin, S. (1948). Brain wave patterns accompanying changes in sleep and wakefulness during hypnosis. *Psychosomatic Medicine*, *10*, 317–326. doi:10.1097/00006842-194811000-00002
- Bigliassi, M. (2015a). Corollary discharges and fatigue-related symptoms: the role of attentional focus. *Frontiers in Psychology*, *6*, 1002. doi:10.3389/fpsyg.2015.01002
- Bigliassi, M. (2015b). Use the brain: complementary methods to analyse the effects of motivational music. *Frontiers in Human Neuroscience*, *9*, 9–11. doi:10.3389/fnhum.2015.00508
- Bigliassi, M., Barreto-Silva, V., Altimari, L. R., Vandoni, M., Codrons, E., & Buzzachera, C. F. (2015b). How motivational and calm music may affect the prefrontal cortex area and emotional responses: A functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Perceptual & Motor Skills*, *120*, 202–218. doi:10.2466/27.24.PMS.120v12x5
- Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Buzzachera, C. F., Barreto-Silva, V., & Altimari, L. R. (2015a). How does music aid 5 Km of running? *Journal of Strength and Conditioning Research*, *29*, 305–314. doi:10.1519/JSC.0000000000000627
- Bishop, D. T., Karageorghis, C. I., & Loizou, G. (2007). A grounded theory of young tennis players use of music to manipulate emotional state. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *29*, 584–607.

- Boutcher, S., & Trenske, M. (1990). The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 12*, 167–176.
- Bradley, M., & Lang, P. (1994). Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry, 25*, 49–59.
- Buckthorpe, M., Pain, M. T. G., & Folland, J. P. (2014). Central fatigue contributes to the greater reductions in explosive than maximal strength with high-intensity fatigue. *Experimental Physiology, 99*, 964–973.
doi:10.1113/expphysiol.2013.075614
- Chester, N. C., & Durfee, W. K. (1997). Surface EMG as a fatigue indicator during FES-induced isometric muscle contractions. *Journal of Electromyography and Kinesiology, 7*, 27–37. doi:10.1016/S1050-6411(96)00016-8
- Craig, A., Tran, Y., Wijesuriya, N., & Nguyen, H. (2012). Regional brain wave activity changes associated with fatigue. *Psychophysiology, 49*, 574–582.
doi:10.1111/j.1469-8986.2011.01329.x
- De Morree, H. M., Klein, C., & Marcora, S. M. (2012). Perception of effort reflects central motor command during movement execution. *Psychophysiology, 49*, 1242–1253. doi:10.1111/j.1469-8986.2012.01399.x
- De Morree, H. M., Klein, C., & Marcora, S. M. (2014). Cortical substrates of the effects of caffeine and time-on-task on perception of effort. *Journal of Applied Physiology, 117*, 1514–1523. doi:10.1152/jappphysiol.00898.2013
- Derbali, L., & Frasson, C. (2010). Players' motivation and EEG waves patterns in a serious game environment. In V. Aleven, J. Kay, & J. Mostow (Eds.), *Intelligent Tutoring Systems* (Vol. 6095, pp. 297–299). Springer Berlin Heidelberg.
doi:10.1007/978-3-642-13437-1_50
- Duque, J., Masset, D., & Malchaire, J. (1995). Evaluation of handgrip force from EMG measurements. *Applied Ergonomics, 26*, 61–66. doi:10.1016/0003-6870(94)00003H
- Ekkekakis, P. (2003). Pleasure and displeasure from the body: Perspectives from exercise. *Cognition & Emotion, 17*, 213–239. doi:10.1080/02699930302292
- Ekkekakis, P. (2009). The Dual-Mode Theory of affective responses to exercise in metatheoretical context: II. Bodiless heads, ethereal cognitive schemata, and other improbable dualistic creatures, exercising. *International Review of Sport and Exercise Psychology, 2*, 139–160. doi:10.1080/17509840902829323

- Gandevia, S. C. (2001). Spinal and supraspinal factors in human muscle fatigue. *Physiological Reviews*, *81*, 1725–1789.
- Golan, M. (1987). *Over the Top*. United States of America: Warner Bros Pictures.
- Hagger, M. P. of E. and S., & Chatzisarantis, N. (2005). *Social Psychology of Exercise and Sport*. (S. Sutton, Ed.). Maidenhead: McGraw-Hill Education.
- He, Y. (2010). Missing data analysis using multiple imputation: Getting to the heart of the matter. *Circulation: Cardiovascular Quality and Outcomes*, *3*, 98–105.
doi:10.1161/CIRCOUTCOMES.109.875658
- Hutchinson, J. C., & Karageorghis, C. I. (2013). Moderating influence of dominant attentional style and exercise intensity on responses to asynchronous music. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *35*, 625–643.
- Hutchinson, J. C., Karageorghis, C. I., & Jones, L. (2015). See hear: Psychological effects of music and music-video during treadmill running. *Annals of Behavioral Medicine*, *49*, 199–211. doi:10.1007/s12160-014-9647-2
- Hutchinson, J. C., Sherman, T., Davis, L., Cawthon, D., Reeder, N. B., & Tenenbaum, G. (2011). The influence of asynchronous motivational music on a supramaximal exercise bout. *International Journal of Sport Psychology*, *42*, 135–148.
- Hutchinson, J. C., & Tenenbaum, G. (2007). Attention focus during physical effort: The mediating role of task intensity. *Psychology of Sport and Exercise*, *8*, 233–245. doi:10.1016/j.psychsport.2006.03.006
- Jones, L., Karageorghis, C. I., & Ekkekakis, P. (2014). Can high-intensity exercise be more pleasant? attentional dissociation using music and video. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, *36*, 528–541. doi:10.1123/jsep.2014-0251
- Karageorghis, C. I., Hutchinson, J. C., Jones, L., Farmer, H. L., Ayhan, M. S., Wilson, R. C., Bailey, S. G. (2013). Psychological, psychophysical, and ergogenic effects of music in swimming. *Psychology of Sport and Exercise*, *14*, 560–568.
doi:10.1016/j.psychsport.2013.01.009
- Karageorghis, C. I., & Priest, D.-L. (2012a). Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I). *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *5*, 44–66. doi:10.1080/1750984X.2011.631026
- Karageorghis, C. I., & Priest, D.-L. (2012b). Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II). *International Review of Sport and Exercise Psychology*, *5*, 67–84. doi:10.1080/1750984X.2011.631027
- Karageorghis, C. I., Priest, D.-L., Terry, P., Chatzisarantis, N., & Lane, A. (2006).

- Redesign and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise: the Brunel Music Rating Inventory-2. *Journal of Sports Sciences*, 24, 899–909. doi:10.1080/02640410500298107
- Karageorghis, C. I., & Terry, P. (1997). The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *Journal of Sport Behavior*, 20, 54–68.
- Karageorghis, C. I., & Terry, P. (2008). The psychological, psychophysical and ergogenic effects of music in sport: a review and synthesis. In A. Bateman & J. Bale (Eds.), *Sporting sounds: Relationship between sport and music* (pp. 13–36). London: Routledge. doi:10.4324/9780203887974_chapter_1
- Karageorghis, C. I., & Terry, P. (2011). *Inside sport psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Karageorghis, C. I., Terry, P. C., & Lane, A. M. (1999). Development and initial validation of an instrument to assess the motivational qualities of music in exercise and sport: the Brunel Music Rating Inventory. *Journal of Sports Sciences*, 17, 713–724. doi:10.1080/026404199365579
- Karageorghis, C. I., Terry, P. C., Lane, A. M., Bishop, D. T., & Priest, D. (2012). The BASES Expert Statement on use of music in exercise. *Journal of Sports Sciences*, 30, 953–956. doi:10.1080/02640414.2012.676665
- Karageorghis, C., & Jones, L. (2014). On the stability and relevance of the exercise heart rate–music–tempo preference relationship. *Psychology of Sport and Exercise*, 15, 299–310. doi:10.1016/j.psychsport.2013.08.004
- Kilpatrick, M., Kraemer, R., Bartholomew, J., Acevedo, E., & Jarreau, D. (2007). Affective responses to exercise are dependent on intensity rather than total work. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 39, 1417–1422. doi:10.1249/mss.0b013e31806ad73c
- Legon, W., Dionne, J. K., Meehan, S. K., & Staines, W. R. (2010). Non-dominant hand movement facilitates the frontal N30 somatosensory evoked potential. *BMC Neuroscience*, 11, 112. doi:10.1186/1471-2202-11-112
- León-Carrión, J., Damas, J., Izzetoglu, K., Pourrezai, K., Martín-Rodríguez, J., Barroso y Martin, J., & Dominguez-Morales, M. (2006). Differential time course and intensity of PFC activation for men and women in response to emotional stimuli: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neuroscience Letters*, 403, 90–95. doi:10.1016/j.neulet.2006.04.050
- Lohse, K. R., & Sherwood, D. E. (2011). Defining the focus of attention: Effects of

- attention on perceived exertion and fatigue. *Frontiers in Psychology*, 2, 1–10.
doi:10.3389/fpsyg.2011.00332
- Lohse, K. R., & Sherwood, D. E. (2012). Thinking about muscles: The neuromuscular effects of attentional focus on accuracy and fatigue. *Acta Psychologica*, 140, 236–245. doi:10.1016/j.actpsy.2012.05.009
- Loizou, G., & Karageorghis, C. I. (2015). Effects of psychological priming, video, and music on anaerobic exercise performance. *Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports*, 1, 1–12. doi:10.1111/sms.12391
- Marcora, S. (2009). Perception of effort during exercise is independent of afferent feedback from skeletal muscles, heart, and lungs. *Journal of Applied Physiology*, 106, 2060–2062. doi:10.1152/jappphysiol.90378.2008.VIEWPOINT
- Marcora, S. M. (2008). Do we really need a central governor to explain brain regulation of exercise performance? *European Journal of Applied Physiology*, 104, 929–931; author reply 933–935. doi:10.1007/s00421-008-0818-3
- McCormick, A., Meijen, C., & Marcora, S. (2015). Psychological Determinants of Whole-Body Endurance Performance. *Sports Medicine*, 45, 997–1015.
doi:10.1007/s40279-015-0319-6
- Noakes, T. D., St Clair Gibson, a, & Lambert, E. V. (2005). From catastrophe to complexity: a novel model of integrative central neural regulation of effort and fatigue during exercise in humans: summary and conclusions. *British Journal of Sports Medicine*, 39, 120–124. doi:10.1136/bjism.2003.010330
- North, A. C., Hargreaves, D. J., & Hargreaves, J. J. (2004). Uses of music in everyday life. *Music Perception*, 22, 41–77. doi:10.1525/mp.2004.22.1.41
- Pageaux, B. (2014). The Psychobiological Model of Endurance Performance: An Effort-Based Decision-Making Theory to Explain Self-Paced Endurance Performance. *Sports Medicine*, 44, 1319–1320. doi:10.1007/s40279-014-0198-2
- Pageaux, B., Marcora, S. M., Rozand, V., & Lepers, R. (2015). Mental fatigue induced by prolonged self-regulation does not exacerbate central fatigue during subsequent whole-body endurance exercise. *Frontiers in Human Neuroscience*, 9, 67.
doi:10.3389/fnhum.2015.00067
- Parry, D., Chinnasamy, C., Papadopoulou, E., Noakes, T., & Micklewright, D. (2011). Cognition and performance: anxiety, mood and perceived exertion among Ironman triathletes. *British Journal of Sports Medicine*, 45, 1088–1094.
doi:10.1136/bjism.2010.072637

- Razon, S., Basevitch, I., Land, W., Thompson, B., & Tenenbaum, G. (2009). Perception of exertion and attention allocation as a function of visual and auditory conditions. *Psychology of Sport and Exercise, 10*, 636–643.
doi:10.1016/j.psychsport.2009.03.007
- Reaz, M. B. I., Hussain, M. S., & Mohd-Yasin, F. (2006). Techniques of EMG signal analysis: detection, processing, classification and applications. *Biological Procedures Online, 8*, 163. doi:10.1251/bpo115
- Rejeski, W. (1985). Perceived exertion: An active or passive process? *Journal of Sport Psychology, 7*, 371–378.
- Reuter, S. E., Massy-Westropp, N., & Evans, A. M. (2011). Reliability and validity of indices of hand-grip strength and endurance. *Australian Occupational Therapy Journal, 58*, 82–87. doi:10.1111/j.1440-1630.2010.00888.x
- Schneider, S., Askew, C. D., Abel, T., Mierau, A., & Strüder, H. K. (2010). Brain and exercise: a first approach using electrotopography. *Medicine & Science in Sports & Exercise, 42*, 600–607. doi:10.1249/MSS.0b013e3181b76ac8
- Tadel, F., Baillet, S., Mosher, J. C., Pantazis, D., & Leahy, R. M. (2011). Brainstorm: A user-friendly application for MEG/EEG analysis. *Computational Intelligence and Neuroscience, 2011*, 13. doi:10.1155/2011/879716
- Takala, E.-P., & Toivonen, R. (2013). Placement of forearm surface EMG electrodes in the assessment of hand loading in manual tasks. *Ergonomics, 56*, 1159–1166.
doi:10.1080/00140139.2013.799235
- Tenenbaum, G., Kamata, A., & Hayashi, K. (2007). Measurement in sport and exercise psychology: A new outlook on selected issues of reliability and validity. In G. Tenenbaum & R. C. Eklund (Eds.), *Handbook of sport psychology* (3rd ed., pp. 757–773). New Jersey: Wiley.
- Terry, P. C., Lane, A. M., & Fogarty, G. J. (2003). Construct validity of the Profile of Mood States - Adolescents for use with adults. *Psychology of Sport and Exercise, 4*, 125–139. doi:10.1016/S1469-0292(01)00035-8
- Thompson, T., Steffert, T., Ros, T., Leach, J., & Gruzelier, J. (2008). EEG applications for sport and performance. *Methods, 45*, 279–288.
doi:10.1016/j.ymeth.2008.07.006
- Van Duinen, H., Renken, R., Maurits, N., & Zijdwind, I. (2007). Effects of motor fatigue on human brain activity, an fMRI study. *NeuroImage, 35*, 1438–1449.
doi:10.1016/j.neuroimage.2007.02.008

CAPÍTULO 3

EFEITOS DA PERCEPÇÃO DE REALIDADE SOBRE RESPOSTAS PSICOFISIOLÓGICAS DURANTE EXERCÍCIO FÍSICO

RESUMO

Introdução: Localização corporal é um termo subjetivo e perceptual; o corpo humano reage de acordo com o ambiente externo em que se encontra, porém, estar presente não é nada mais do que se perceber presente. Objetivo: manipular variáveis psicofisiológicas de indivíduos fisicamente ativos usando um ambiente imersivo, com projeções perceptuais de modelos de exercício extremos durante exercício submáximo em clicossimulador. Métodos: 20 jovens adultos (18 a 30 anos) foram submetidos a 3 condições experimentais de forma aleatória; alta temperatura em rampa inclinada (PRD; percepção de realidade desfavorável); temperatura amena em rampa declinada (PRF; percepção de realidade facilitadora); e rampa reta em temperatura normal (PRN; percepção de realidade normal). Hipóteses: Acreditava-se que as projeções perceptuais fossem capazes de modular as respostas perceptuais e afetivas dos indivíduos, onde na condição de projeção perceptual negativa os sujeitos teriam uma maior percepção subjetiva de esforço e resultados negativos em relação a excitação e afetividade. Em relação a variabilidade da frequência cardíaca esperava-se que durante a condição PRD fosse observada uma maior atividade do sistema simpático (LF) e uma consequente diminuição da atividade parassimpática (HF), indicando que o exercício foi fisiologicamente mais intenso nesta condição quando comparada as outras condições. Resultados: Foi observada uma diminuição na atividade parassimpática, expressa por LF, nos 10 minutos finais, quando comparada a condição PRF e PRD ($p = 0,048$), PRF e PRN ($p = 0,011$). Além de um aumento significativo nos valores de PSE quando comparadas as condições PRD e PRF no minuto 5.5 ($p = 0,000$), e no minuto 8 ($p = 0,000$). As demais variáveis como FS e FAS não apresentaram diferença significativa.

Palavras Chave: Exercício Físico, Psicofisiologia, Percepção, Cérebro.

3.1 INTRODUÇÃO

Localização corporal é um termo subjetivo e perceptual; o corpo humano reage de acordo com o ambiente externo em que se encontra, porém, estar presente não é nada mais do que se perceber presente. O conceito de percepção de realidade foi usado por vários filósofos como Immanuel Kant (Northoff, 2012), no qual afirmava que a realidade é uma simples percepção subjetiva dos nossos sentidos, ou seja, sinais

sensoriais recriam no cérebro humano o ambiente que nos cerca. Naturalmente, nosso corpo reage ao ambiente externo de forma a ser capaz de lidar com os desafios e necessidades da situação; em outras palavras, o corpo humano modula seus sinais fisiológicos no intuito de reagir às situações impostas pelo ambiente (percepção de realidade). Atualmente tem-se usado o termo senso de “presença” (SP) para determinar a percepção de realidade dos sujeitos, ou seja, avaliar o quão forte está sendo a experiência de presença do mesmo, em um ambiente surreal criado através de estímulos sensoriais, como no caso da realidade virtual (RV) que simula eventos do mundo real.

A presença é entendida como o sentimento subjetivo de estar em um ambiente virtual, estando inconsciente de sua localização real, arredores e da tecnologia que proporciona o fluxo de entrada virtual para os sentidos (Vorderer et al., 2004; Wirth et al., 2007). As tecnologias digitais que criam ambientes virtuais têm se proliferado, e elas vão desde representações vocais e visuais através de smartphones, videogames a tecnologias de simulação digitais tridimensionais sofisticadas. Há uma grande variedade nos níveis de SP que estas técnicas promovem nos seus usuários, porém, todas têm sido utilizadas como uma forma de “transportar” os indivíduos para um local diferente de onde estão fisicamente. Por outro lado, algumas experiências virtuais ocorrem sem que haja a interferência de nenhum tipo de tecnologia (por exemplo, através da mente e do cérebro), onde os ambientes são experienciados, temporariamente, de forma muito impactante, tais como nos sonhos, devaneios e alucinações (Blascovich & Bailenson, 2011). Assim, pode se definir ambientes virtuais não apenas como sendo aqueles criados através de qualquer dispositivo em particular, mas sim criado pela *psyque*, como informações sintéticas que levam à percepção de ambientes e seu conteúdo como se eles fossem reais (Blascovich et al., 2002). Com base nessas informações, as percepções de realidade são um produto de nossas mentes e podem ser formadas por qualquer um dos estímulos sensoriais gerados, sejam eles externos (auditivos, visuais, olfativos, táteis) ou internos (frequência cardíaca, atividade cerebral, pressão arterial) ou, como é frequentemente o caso, por ambos (Blascovich & Bailenson, 2011). Sendo assim, o que se percebe na verdade são as expressões fisiológicas do corpo, respostas internas, causadas por estímulos externos, que foram processados e analisados por diferentes regiões do cérebro, reproduzindo assim, o ambiente que se percebe.

Recentemente o córtex pré-frontal (CPF) foi identificado como sendo o ponto chave na formação de uma rede de percepção de realidade (Jäncke, Cheetham, & Baumgartner, 2009), onde alterações nas oscilações alfa (8-12 Hz), especificamente nas

regiões frontais do cérebro, têm sido associadas a um maior SP, analisado através de questionários (Kober, Kurzmann, & Neuper, 2012). O CPF corresponde a parte anterior não motora do lobo frontal, ele mantém importantes conexões com o sistema límbico e com o núcleo dorso medial do tálamo, sendo esta região a responsável pela escolha das opções e estratégias comportamentais, pela manutenção da atenção e pelo controle do comportamento emocional (Siqueira-Batista & Antonio, 2008). A mais importante função associativa do lobo pré-frontal parece ser, efetivamente, realizar a integração entre informações sensitivas externas e internas, analisar as possíveis consequências de ações futuras, para então efetuar o planejamento motor (Siqueira-Batista & Antonio, 2008). Considerando que o dorso lateral direito do córtex pré-frontal (DLDCPF) regula negativamente a ativação na corrente de processamento visual dorsal, que está envolvida com o processamento da localização espacial de objetos em relação ao espectador, e em áreas sensório-motoras, pode-se propor que, aumentando a ativação na corrente visual dorsal durante uma experiência forte de presença (com ativação diminuída no DLDCPF), causada através da exposição a um vídeo, por exemplo, o cérebro atentamente prepara ações no ambiente virtual da mesma forma que responde efetivamente em situações da vida real, ou seja, a partir do estímulo visual gerado pelo vídeo o corpo se prepara para agir como se a situação fosse real. Sabe-se que a corrente visual dorsal e as áreas parieto-frontais são fortemente envolvidas na ação e controle de movimento (Jäncke, 2009), assim, uma representação mental de uma ação pode ser acionada automaticamente pelos estímulos recebidos de uma realidade virtual (RV), mesmo que o indivíduo não vá de fato realizá-la, o seu cérebro se prepara para executá-la a qualquer momento. Vários estudos de neuroimagem têm demonstrado que o córtex motor (primário e secundário) podem ser ativados por vários estímulos (incluindo estímulos de RV), sem resultar em ações evidentes, devido a relação entre as regiões cerebrais do giro pré-central (lobo frontal – córtex motor – área de Brodmann 4) e pós central (lobo parietal – córtex somatossensorial- área de Brodmann 1,2 e 3) (Baumgartner, 2008; Munzert et al., 2009), pois, possivelmente, no momento em que o córtex somatossensorial recebe os estímulos enviados pela projeção perceptual, desencadeia uma ativação subsequente do córtex motor que se prepara para agir se preciso.

A RV tem sido utilizada em diversos contextos como recreação, entretenimento, educação, psicoterapia e medicina como uma ferramenta para simular aspectos do mundo real (Klinger et al., 2005; Evelyne Klinger, Chemin, Lebreton, & Marié, 2006;

Parsons, Bowerly, Buckwalter, & Rizzo, 2007; Parsons & Rizzo, 2008; Slater, Pertaub, Barker, & Clark, 2006). Assim, através da criação de um ambiente imersivo é possível, por exemplo, ajudar indivíduos a se tornarem mais ativos fisicamente, encorajando-os a se exercitarem regularmente, prevenindo o sedentarismo, e até mesmo tratar problemas psiconeurais (Batson et al., 2011; Rizzo, Wiederhold, & Buckwalter, 1998). Em um estudo realizado por Fox, Bailenson e Ricciardi (2012), por exemplo, os indivíduos foram imersos em um ambiente virtual onde tinham a visualização de uma versão digitalizada deles mesmos se exercitando, e isso foi o suficiente para causar uma excitação fisiológica (aumento na condutância da pele). Em outro trabalho realizado por Finkelstein & Suma (2011), os sujeitos demonstraram um aumento significativo na pressão arterial, enquanto imersos no “*Astrojumper*”, um jogo de realidade virtual onde é fornecido ao usuário um ambiente em que eles podem experimentar planetas, asteroides, nave espacial, e estrelas se movendo em alta velocidade.

Alguns fatores como tempo de duração e dimensão do estímulo podem alterar a resposta psicofisiológica causada pelo uso de RV (Depledge, Stone, & Bird, 2011; Kim & Lee, 2008; Slater, Yu, Mortensen, Khanna, & Spanlang, 2009). Porém a influência da adição de um exercício real (por exemplo, andar de bicicleta em um ergômetro), simultaneamente à imersão do indivíduo ao ambiente virtual não é conhecida. Talvez isso seja suficiente para alterar a percepção de realidade, os padrões de ativação neural, estado mental e respostas fisiológicas do mesmo de forma mais expressiva. Já é clara na literatura a relação entre intensidade do exercício (inclinação da rampa, cadência de pedalada), temperatura ambiente e estado de fadiga, onde, quanto mais extenuante o exercício, maior a concentração de lactato, frequência cardíaca e percepção subjetiva de esforço (Laplaud, Guinot, Favre-Juvin, & Flore, 2006). Entretanto, o efeito de projeções perceptuais em um ambiente imersivo em condições de exercício ainda é inexplorado. Imerso em uma RV criada com a utilização de um vídeo, que reproduz através de imagens, situações que naturalmente levariam à um estado de maior cansaço, espera-se que o corpo reaja da mesma forma, devido à possível conexão entre sistemas sensoriais, perceptuais e motores (Baumgartner, 2008; Lutz Jäncke, 2009; Munzert et al., 2009). Sabe-se que a utilização de recursos audiovisuais positivos, como música e vídeo, são capazes de modular as respostas fisiológicas ao exercício, promovendo a diminuição da percepção de cansaço realocando o foco de atenção dos sujeitos de estímulos internos a estímulos externos, promovendo melhor desempenho em exercício e\ou tornando-o mais prazeroso (Bigliassi, Peruzollo, Kanthack, Correia, & Atimari, 2014; Bigliassi,

León-Domínguez, Buzzachera, Barreto-Silva, & Altimari, 2014). Com base nisso, fica claro que o modo o qual um indivíduo percebe um ambiente\situação como sendo mais agradável\facil, desagradável\difícil depende diretamente dos estímulos que lhe são dados através de suas vias aferentes. Assim, o objetivo do presente estudo será manipular variáveis psicofisiológicas de indivíduos fisicamente ativos, usando um ambiente imersivo, com projeções perceptuais de modelos de exercício extremos durante exercício submáximo em clicossimulador.

3.1.1 Hipóteses

Tendo em vista que todas as condições experimentais serão realizadas em condições iguais (temperatura ambiente, carga de trabalho, tempo de exercício), espera-se que as projeções perceptuais sejam capazes de manipular as respostas psicológicas e fisiológicas dos indivíduos ao exercício, considerando que o corpo humano modula seus sinais fisiológicos em respostas aos estímulos dados pelo ambiente em que se encontra, no caso a RV. Em relação a variabilidade da Frequência cardíaca, esperamos observar uma menor atividade do sistema simpático representado por ondas de baixa frequência (LF) e uma maior atividade do sistema parassimpático, ondas de alta frequência (HF), na condição de percepção de realidade facilitadora (PRF) quando comparada com as outras duas condições, indicando que a condição foi fisiologicamente mais fácil e agradável gerando maior relaxamento, ao contrário das outras duas condições. Por outro lado, é esperado que na condição de percepção de realidade desfavorável (PRD) ocorra o inverso, um aumento da atividade de ondas LF e uma diminuição na atividade de ondas HF, indicando que o exercício se encontra em um nível maior de dificuldade quando comparado com as outras duas condições.

Acreditamos que as projeções perceptuais sejam capazes também de modular as respostas psicológicas de forma semelhante as fisiológicas, onde na condição de projeção perceptual negativa os sujeitos tenham uma maior percepção subjetiva de esforço, atingindo maiores valores na escala de Omni durante o teste, expressando uma maior percepção de cansaço quando comparado com as condições de projeções neutras e facilitadoras. Em relação ao *feeling scale*, que nada mais é do que um método para avaliar as respostas afetivas dos sujeitos ao exercício, esperamos valores negativos na condição de projeção perceptual negativa, demonstrando afeto negativo dos indivíduos e o oposto na condição facilitadora. Juntamente com o *feeling scale* o *Felt arousal scale*

nos permitirá determinar o nível de ativação percebida dos sujeitos, onde espera-se que em ambas as condições ocorra uma alta excitação dos sujeitos, porém representadas de formas diferentes. Quando o exercício causa um efeito positivo, alta excitação e sentimento agradável, denominamos "alta excitação positiva", resultado esperado na condição de projeção facilitadora, a baixa excitação e sentimentos desagradáveis é denominada "baixa excitação negativa", e é o tipo de resposta esperado na condição de projeção neutra. Já o efeito negativo que varia de alta excitação e sentimentos desagradáveis (denominada "alta excitação negativa"), a baixa excitação e sentimentos agradáveis (denominada "baixa estimulação positiva"), são os possíveis resultados esperados na condição de projeções perceptuais negativas.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Sujeitos

A amostra foi composta por 20 jovens adultos, 10 homens ($77,8 \pm 12,0$ kg; $175,9 \pm 8,69$ cm; $25,8 \pm 3,8$ anos) e 10 mulheres ($62,8 \pm 5,94$ kg; $165 \pm 4,71$ cm; $26,2 \pm 4,05$ anos). O tamanho da amostra foi calculado através da utilização de um programa de computador capaz de identificar o número necessário de participantes (G * Power 3.1[®]) que se baseia nas variáveis independentes, procedimentos estatísticos, e prevê o tamanho do efeito. Assim, 20 sujeitos seriam necessários para realização do estudo (10 homens e 10 mulheres). O estudo desenvolvido por Lin & Lu (2013) foi usado para selecionar o tamanho do efeito esperado de modulação sensorial, por causa das semelhanças em termos de abordagem experimental e tarefa física. Os níveis de alfa e beta foram fixados em 0,5 e 0,8, respectivamente. Um grande tamanho do efeito ($f = 0,6$) foi selecionado com base nos efeitos de estratégias sensoriais na percepção subjetiva de esforço (PSE); e o tamanho da amostra foi calculado para ANOVA one-way (três condições experimentais). Todos os participantes foram classificados como fisicamente ativos pelo questionário IPAQ versão curta. Cada sujeito foi entrevistado separadamente antes do experimento onde todos informaram medidas antropométricas (massa corporal e estatura) e idade; os mesmos também indicaram a utilização ou não de algum tipo de medicamento, problemas psicológicos e nível de acuidade visual/auditiva. Em relação ao último item, caso o indivíduo possuísse alguma limitação quanto à capacidade de visão/audição que não fosse corrigida com a utilização de

técnicas corretivas, ou caso o sujeito não fizesse uso do mesmo, ele seria excluído da amostra, tendo em vista que o projeto utilizou estímulo visual e auditivo como forma de intervenção.

Todos os procedimentos experimentais foram subsequentemente explicados, e todos os sujeitos que concordaram com os mesmos assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido. Todos os participantes foram instruídos a não realizarem exercício físico vigoroso por pelo menos 24 horas antes do teste, e não ingerirem substâncias ilícitas, alcoólicas, cafeínadas ou aquelas classificadas como ergogênicos nutricionais. Além disso, os indivíduos foram orientados a manterem seus hábitos alimentares normais. Após esta etapa, e previamente a realização dos testes, todos os sujeitos foram submetidos a um teste incremental submáximo no intuito de obtermos os parâmetros de desempenho (potência e frequência cardíaca) e limiares fisiológicos dos indivíduos. Neste momento foi realizado o ajuste do banco do ciclossimulador para cada sujeito, posicionamento este que foi mantido em todas as condições experimentais no intuito de minimizar a influência de alterações biomecânicas.

3.2.2 Teste Pré-Experimental

O teste foi realizado em um ciclossimulador (Velotron™, Dynafit Model, Racer Mate®, USA) com capacidade de carga de até 1500 watts. Os participantes começaram a pedalar a 25 W e a intensidade do exercício aumentou 25 W a cada 3 min (Karapetian, Engels, & Gretebeck, 2008) até 75% da taxa máxima do coração (~ 145 bpm) estimada pelo uso da equação de predição pela idade (isto é, $208 - 0,7 \times \text{idade}$; Tanaka, Monahan, & Seals, 2001). VT1 era esperado para ocorrer em aproximadamente 135 bpm em participantes jovens saudáveis como identificado por Lim et al. (2014). O limiar da FC foi obtido através da curva de RMSSD plotado vs. a carga de trabalho, onde o (VT1) corresponde a primeira quebra da queda da curva seguida por um período de estabilidade. A carga correspondente a este período foi utilizada para determinar as cargas do protocolo experimental: aquecimento e volta a calma 5% abaixo da carga correspondente ao VT1 e o exercício realizado a 5% acima do mesmo valor.

3.2.3 Protocolo Experimental

O Exercício proposto teve 10 minutos de duração (2 de aquecimento + 6 min de exercício + 2 min de volta a calma), e a carga utilizada foi o valor correspondente ao limiar ventilatório (VT1), obtida no teste pré-experimental através do limiar da FC. Durante o aquecimento e volta a calma os indivíduos pedalarão a 5% abaixo da carga definida através VT1, já no teste em si pedalarão com carga 5% acima (ex: VT1 = 100 W; aquecimento e volta a calma = 95 W; teste 105 W). A cadência de pedalada (65 a 75 RPM) foi constantes durante todo o teste. O teste foi realizado no mesmo ciclo simulador utilizado durante o protocolo pré-experimental. Todos os sujeitos foram submetidos a 3 condições experimentais de forma aleatória; alta temperatura em rampa inclinada (PRD; percepção de realidade desfavorável); temperatura amena em rampa declinada (PRF; percepção de realidade facilitadora); e rampa reta em temperatura normal (PRN; percepção de realidade normal). Na condição PRD, os sujeitos realizaram o teste assistindo a um vídeo em primeira pessoa, onde um ciclista pedala em uma pista íngreme em condições climáticas extremas (alta temperatura), e o mesmo expressa muito sofrimento através de pedaladas pesadas e respiração ofegante (<https://www.youtube.com/watch?v=9VuRxF-a7Y8>). Na condição PRF, o vídeo exposto também foi em primeira pessoa, assim como o primeiro, porém em condições totalmente inversas; o ciclista realiza uma descida prazerosa com temperatura agradável, onde evidentemente a brisa batendo no rosto suaviza o calor da pedalada e gera uma sensação de prazer, nesta condição o indivíduo do vídeo expressa sentimentos positivos como alegria e felicidade (<https://www.youtube.com/watch?v=Sj78vigkV1w>). Já na condição PRN o vídeo mostra um ciclista pedalando em pista plana com temperaturas normais e estáveis e com expressões corporais neutras (<https://www.youtube.com/watch?v=miagPOWNYoI>). O intervalo entre os testes foi de 10 minutos, onde foi utilizado a percepção subjetiva de esforço (PSE) e frequência cardíaca como indicadores de recuperação para dar início a sessão subsequente. A temperatura ambiente foi controlada com a utilização de um ar condicionado, sendo mantida entre 21° e 23° em todas as condições e testes. Durante todas as condições, os indivíduos tiveram sua frequência cardíaca monitorada através de um monitor de frequência cardíaca (Polar RS800; Polar Electro®; Finland).

Assim que chegarem ao laboratório para a realização das condições experimentais, os indivíduos tiveram sua frequência cardíaca de repouso (FC_{repouso})

aferida, para isso, os mesmos permaneceram inicialmente em repouso, na posição sentado, por um período de 10 minutos onde a FC_{repouso} foi definida como a média do minuto final deste período. Após isso, o sujeito era posicionado no ciclossimulador para o início do teste, onde o mesmo recebia instruções acerca do posicionamento que deveria manter durante o exercício. O equipamento foi calibrado antes da realização de cada teste como orienta o fabricante. Os vídeos foram projetados em um monitor de 52 polegadas, posicionado a 1 metro de distância a frente dos sujeitos. O som do vídeo foi transmitido através de um *Headset* (Razer® Kraken Pro 7.1 Surround) e o volume do som foi fixado em 75 dBA (± 5) medidos diretamente nas orelhas do participante pelo uso de um decibelímetro (Mercury® Digital Sound Level Meter). Durante a realização do teste, o laboratório foi isolado ao máximo de luzes e sons externos no intuito de recriar um ambiente imersivo (figura 2).

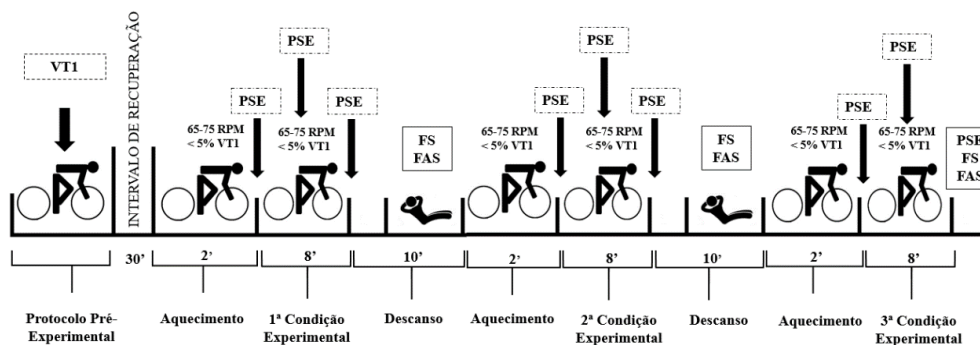


Figura 1. Ilustração do protocolo experimental, incluindo todos os testes físicos do estudo. VT1 = limiar ventilatório; PSE = Percepção subjetiva de esforço; FS = *feeling scale*; FAS = *Felt arousal scale*.

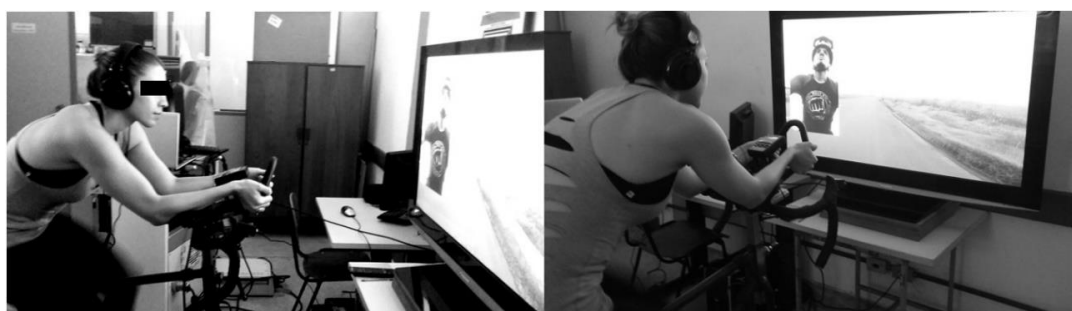


Figura 2. Representação do ambiente criado e o sistema de visualização utilizado no protocolo experimental

3.2.4 Análise da Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

De forma geral, a VFC descreve as oscilações dos intervalos entre batimentos cardíacos consecutivos (intervalos R-R), e é um método não invasivo que pode ser utilizado para identificar fenômenos relacionados ao sistema nervoso autônomo (SNA).

Neste trabalho a frequência cardíaca foi monitorada durante todas as condições experimentais no intuito de obtermos valores da frequência cardíaca no domínio da frequência, que decompõe a VFC em componentes oscilatórios fundamentais, como por exemplo: Componente de alta frequência (*High Frequency* – HF), que pode variar em ondas de 0,15 a 0,4Hz, e corresponde à modulação respiratória sendo assim um indicador da atuação do nervo vago sobre o coração; e Componente de baixa frequência (*Low Frequency* – LF), que varia em ondas de 0,04 a 0,15Hz, que são resultado da ação conjunta dos componentes vagal e simpático sobre o coração, porém com predominância do simpático (Billman, 2011).

3.2.5 Análises Psicológicas

A percepção subjetiva de esforço (PSE) foi utilizada como ferramenta para quantificar a carga percebida imposta pela sessão de exercício em ambas às condições, utilizando-se da escala de Omni (Robertson et al., 2004). Durante o teste os sujeitos responderam a escala durante 3 momentos, no minuto 2, 5.5 e 8, no intuito de quantificarmos a percepção de esforço dos mesmos durante o teste. A escala era apresentada aos indivíduos, que deveriam indicar o valor da sua PSE sem interromper o exercício. Os valores para percepção variam em uma escala de 10 (dez) pontos, onde 1 (um) representa o índice geral de percepção de esforço extremamente fácil e dez extremamente difícil. Estes valores serviram de âncora para instrução dos voluntários, que poderiam responder a cada meio ponto, ou seja, foram aceitos valores decimais (ex: 6,5). Estes valores obtidos foram definidos como o valor de carga interna em cada um dos três momentos da sessão, expressos em unidades arbitrárias.

O *Feeling Scale* (FS; Hardy & Rejeski, 1989) e o *Felt Arousal Scale* (FAS; Svebak & Murgatroyd, 1985) foram utilizados para analisar o afeto do indivíduos e foram aplicadas imediatamente após cada sessão de exercício. O FS é uma escala de medida de 11 pontos de prazer e desprazer, que é comumente usada para a avaliação de respostas afetivas durante o exercício (e.g., Ekkekakis & Petruzzello, 1999). A escala varia de 5 a -5, com âncoras previstas em zero (Neutro) e em todos os inteiros ímpares, variando de "Muito Bom" (5) para "Muito Ruim" (-5). A FAS foi utilizada para medir a ativação percebida após o exercício, a FAS é uma escala de 6 pontos onde 1 (um) corresponde a baixa excitação (ativação percebida) e 6 (seis) alta excitação.

3.2.6 Análise dos dados

O método de identificação de *outliers* por *boxplot* foi inicialmente aplicado para redução da dispersão de valores que se localizavam além de dois desvios padrões. As células omissas (~20) foram subsequentemente corrigidas através do método de imputação múltipla. A normalidade e esfericidade dos dados foram testadas pelo teste de Shapiro-Wilk e teste de Mauchly, respectivamente. Quando a homogeneidade foi violada, a correção de Greenhouse-Geisser foi aplicada. As variáveis de percepção de esforço e VFC foram apresentadas de forma escalar e comparadas entre as condições nos diferentes intervalos de tempo (i.e., medidas repetidas). Variáveis de afeto e ativação foram comparadas somente em um momento entre as condições experimentais. Quando a normalidade dos dados não foi violada, a análise de variância (ANOVA) foi realizada seguida pelo teste *post hoc* de Bonferroni para localização de diferenças significativas. No caso dos dados não normais foi aplicado o teste de Friedman seguido pelo teste de *Wilcoxon signed-rank*. O nível de significância foi fixado em 5% ($p < 0,05$) e todas as análises foram realizadas no pacote estatístico SPSS 2.0[®].

3.3 RESULTADOS

3.3.1 Variabilidade da Frequência Cardíaca (VFC)

A análise da variabilidade da frequência cardíaca foi feita no domínio da frequência sendo expressa por ondas de alta (HF) e baixa (LF) frequência. Diferenças estatisticamente significativa nas ondas LF nos minutos finais (10 min) foram identificadas entre as condições PRF e PRD ($p = 0,048$), PRF e PRN ($p = 0,011$), resultados expressos na Figura 3. Em relação a HF não foram encontrada diferença significativas entre as condições experimentais ($p = 0,19$; veja a Figura 4).

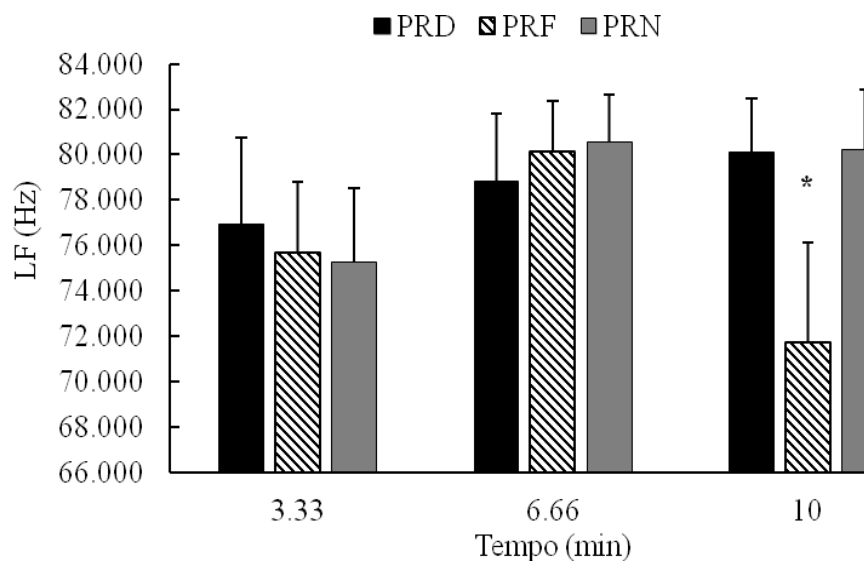


Figura 3. Condição Experimental x Tempo. Efeito para a variável LF. $p < 0,05^*$. As barras de erro representam o erro padrão.

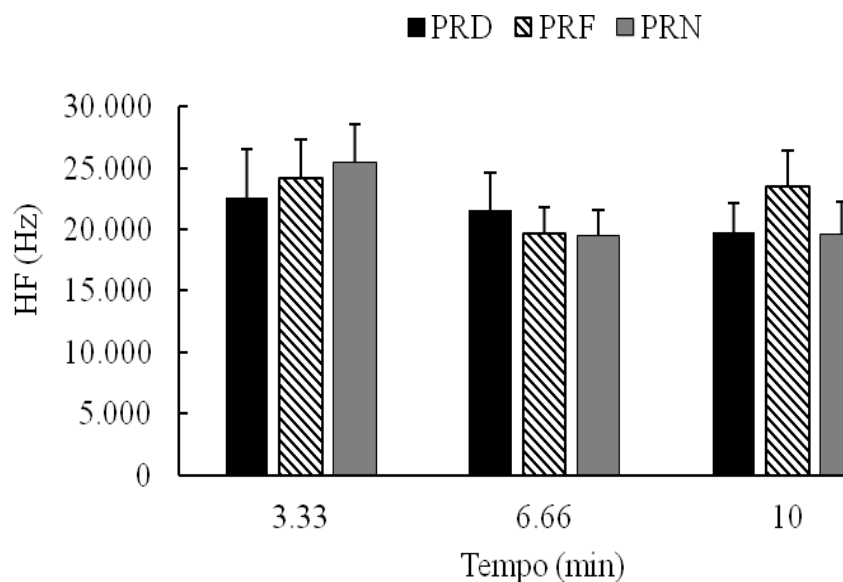


Figura 4. Condição Experimental x Tempo. Efeito para a variável HF. $p < 0,05^*$. As barras de erro representam o erro padrão.

3.3.2 Análises Psicológicas

3.3.2.1 Percepção Subjetiva de Esforço (PSE)

A PSE foi mensurada em 3 momentos durante os protocolos experimentais (minuto 2, minuto 5.5 e minuto 8). Os valores foram comparados entre as condições nas respectivas janelas de tempo. Diferenças significativas foram observadas quando comparadas as condições PRD e PRF no minuto 5.5 ($p = 0,000$), e no minuto 8 ($p = 0,000$), valores representados na figura 5.

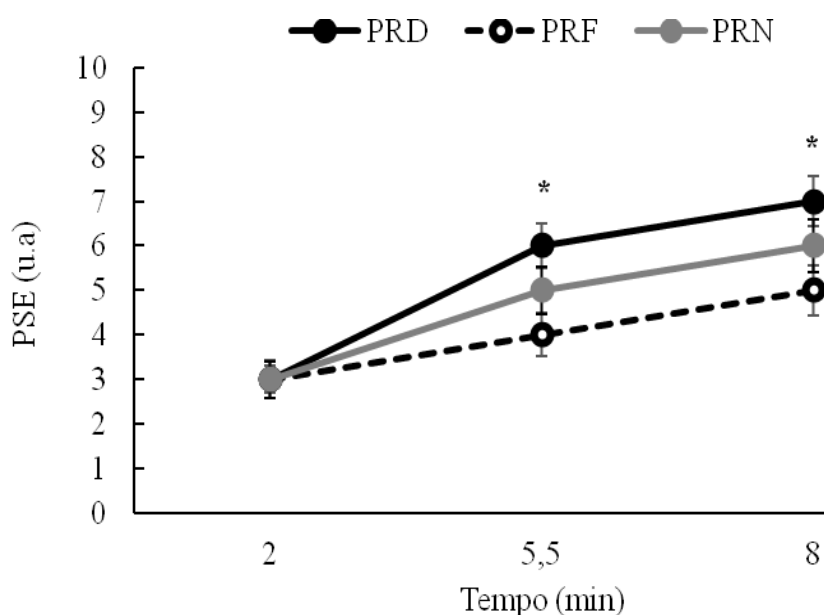


Figura 5. Condição Experimental x Tempo. Efeito para a variável PSE. $p < 0,05^*$. As barras de erro representam o erro padrão.

3.3.2.2 *Feeling scale* (FS) e *Felt arousal scale* (FAS)

O FS e o FAS foram avaliados em apenas um momento em cada condição, tendo seus valores obtidos apenas no final de cada condição experimental. Os valores foram comparados entre as condições e nenhuma diferença significativa foi encontrada (figura 6 e figura 7).

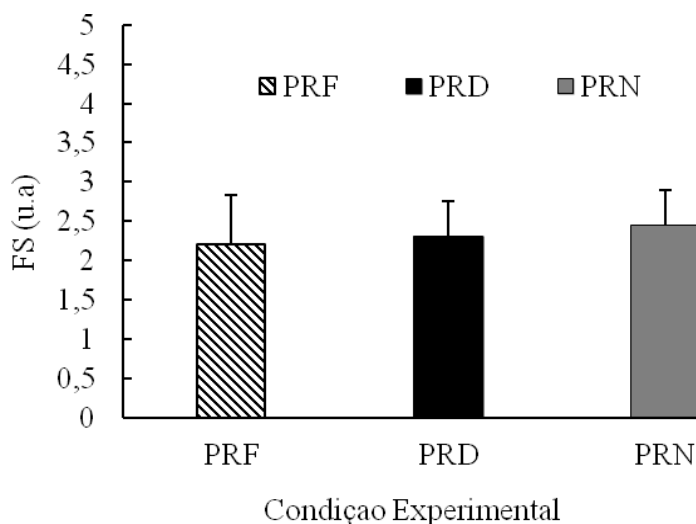


Figura 6. Efeito das condições experimentais para a variável FS expressa em unidades arbitrárias (u.a). $p < 0,05^*$. As barras de erro representam o erro padrão.

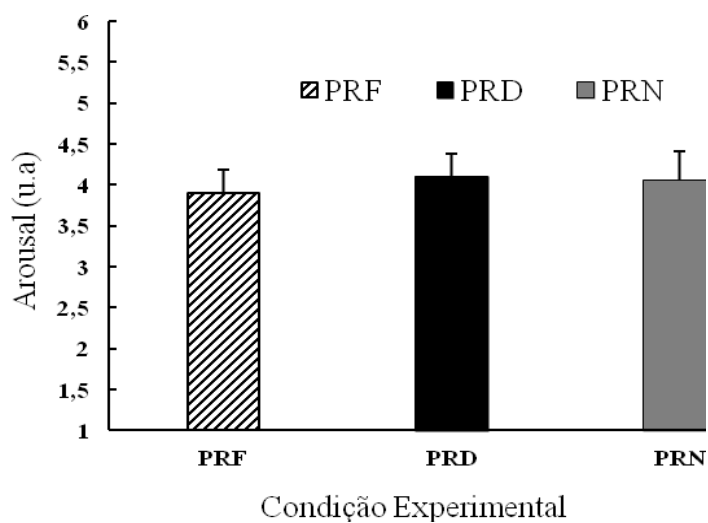


Figura 7. Efeito das condições experimentais para a variável FAS expressa em unidades arbitrárias (u.a). $p < 0,05^*$. As barras de erro representam o erro padrão.

3.4 DISCUSSÃO

O presente estudo teve como objetivo investigar os efeitos das projeções perceptuais, introduzidas através de estimulação audiovisual, nas respostas

psicofisiológicas dos indivíduos durante exercício. Para isso, utilizou-se uma tarefa cíclica realizada em intensidade submáxima em ciclossimulador, para investigar os efeitos de diferentes estímulos audiovisuais sobre respostas fisiológicas e perceptuais relacionadas com a tarefa. Esperava-se que as projeções perceptuais fossem capazes de manipular as respostas psicológicas e fisiológicas dos indivíduos ao exercício, alterando o trabalho cardíaco e a percepção dos indivíduos acerca da intensidade da tarefa, de acordo com o estímulo utilizado, tornando o exercício, em determinado momento, mais exaustivo e em outro momento mais prazeroso.

3.4.1 Variabilidade da frequência cardíaca (VFC)

Inicialmente esperava-se que os estímulos audiovisuais PRF, PRD e PRN provocassem respostas distintas a respeito VFC. Os autores acreditavam que a condição PRF induziria um maior relaxamento e menor estresse fisiológico, expressos através da maior predominância de ondas de alta frequência (HF) e uma diminuição nas ondas de baixa frequência (LF), indicando uma maior atividade parassimpática do que nas outras condições (PRD e PRN). Teoricamente, aumentando a ativação da corrente visual dorsal (região dorso lateral do córtex pré-frontal), através da utilização de vídeo, o cérebro atentamente prepararia ações no ambiente virtual, da mesma forma que responde efetivamente em situações da vida real, ou seja, a partir do estímulo visual gerado pelo vídeo, o corpo seria preparado para agir como se a situação fosse real (Jäncke, 2009), diminuindo ou aumentando o trabalho cardíaco como se de fato as intensidades de exercício fossem diferentes em cada condição experimental. No trabalho realizado por Finkelstein & Suma (2011), os sujeitos experimentaram um aumento significativo na pressão arterial quando introduzidos em uma realidade virtual, demonstrando que os estímulos visuais e auditivos podem influenciar diretamente nas respostas fisiológicas dos indivíduos. Assim, como no manuscrito citado acima, neste trabalho podemos observar alguma alteração fisiológica, sendo esta uma diminuição na quantidade de ondas de baixa frequência na condição de PRF, nos minutos finais da tarefa proposta, quando comparado com as outras duas condições. Isto pode indicar que ao longo da condição o estímulo auditivo e visual imposto gerou uma interpretação cerebral de que o exercício era menos extenuante, acarretando a inibição do sistema simpático levando a uma predominância na atividade parassimpática, com consequências esperadas no ritmo cardíaco.

3.4.2 Respostas Psicológicas

Esperava-se que, os sujeitos, ao visualizarem outro indivíduo realizando a mesma tarefa que eles, criariam uma empatia pelos sentimentos do mesmo, fato este que afetaria diretamente suas próprias respostas afetivas ao exercício. Alguns autores como Keysers et al., (2004) e Wicker et al., (2003), defendem que quando observamos algum sujeito realizando uma atividade, como por exemplo pegar um objeto, ou tocar um animal, nosso cérebro ativa regiões relacionadas a estes acontecimentos, como se os mesmos estivessem ocorrendo com o nosso corpo. Partindo daí, entendemos o que a outra pessoa está sentindo a partir de um processamento visual do estímulo, seguido por uma dedução cognitiva do que este estímulo significa, neste caso, os centros neurais envolvidos normalmente na nossa própria experiência relacionada à tarefa, especialmente nosso córtex somatossensorial, não estão envolvidos diretamente. Por outro lado, também é possível propor uma explicação menos cognitiva, a de que a visão da outra pessoa realizando determinada tarefa pode ser automaticamente associada a uma ativação da rede cortical de regiões, normalmente envolvidas em nossa própria experiência com a tarefa, explicação essa que envolveria diretamente a ativação do nosso córtex somatossensorial (Buccino et al., 2001; Gallese, Fadiga, Fogassi, & Rizzolatti, 1996, 2002; Kohler et al., 2002).

Os achados do presente estudo corroboram com os dos trabalhos citados acima, tendo em vista que o estímulo audiovisual imposto, especificamente na condição PRD, maximizou as respostas perceptuais dos sujeitos, aumentando os valores atingidos na escala de percepção subjetiva de esforço, quando comparados com a condição PRF. Este resultado indica que possivelmente ao observarem as expressões faciais do sujeito no vídeo (sofrimento e cansaço), os participantes tiveram ativações cerebrais relacionadas com tais sentimentos, o que os induziu a perceber a tarefa como mais exaustiva do que nas outras duas condições, dando mais subsídios para a teoria de que neurônios espelho replicam a ativação cerebral através de estímulos audiovisuais (Calder, Keane, Manes, Antoun, & Young, 2000; Wicker et al., 2003). Todavia, mesmo tendo observado que os indivíduos foram influenciados pela estimulação audiovisual, em resposta a PSE, não foi observado o mesmo nas respostas afetivas obtidas através dos questionários *feeling scale* (FS) e *felt arousal scale* (FAS). Esperava-se que estas variáveis seguissem a linha das respostas fisiológicas e perceptuais; valores mais negativos no FS na condição PRD e o oposto na condição PRF. Já em relação ao FAS

esperava-se, em ambos, altos níveis de ativação, porém representadas de formas distintas quando apresentadas em conjunto com o FS. Sendo assim, na condição PRF os indivíduos experimentariam altos níveis de ativação juntamente com valores positivos no FS, o que os enquadraria em um estado denominado de “alta excitação positiva”. Na condição PRD esperávamos dois tipos de resultados, porém ambos negativos, podendo variar de alta excitação e sentimentos desagradáveis (denominada “alta excitação negativa”) a baixa excitação e sentimentos agradáveis (denominada “baixa excitação positiva”).

Num plano geral, é incontestável que as mudanças emocionais que acompanham o exercício agudo são o produto de interações altamente complexas. Deste modo, sabe-se que em todas as probabilidades, variáveis individuais biológicas e psicológicas, o ambiente físico e social, o objetivo e atributos percebidos do estímulo do exercício, e o estado psicológico em geral, interagem para determinar como um indivíduo irá responder a um estímulo gerado através do exercício. Sendo assim, a preferência do indivíduo por determinada intensidade de exercício, por exemplo, pode interferir diretamente em suas respostas afetivas relacionadas ao mesmo. Tendo em vista que, embora alguns indivíduos possam preferir se exercitar em intensidades mais baixas ou mais altas, exercício de intensidade moderada, como proposto no estudo, ainda vai fazê-los sentir bem ou, na pior das hipóteses, não vai fazê-los sentir-se mal (Van Landuyt, Lisa M.; Ekkekakis, Panteleimon; Hall Eric E.; Petruzzello, 2000).

3.4.3 Limitações do presente estudo

As principais limitações do estudo estão relacionadas ao efeito contínuo da fadiga durante o exercício, e ao tipo de comportamento idiossincrático causado pela intervenção usada, tendo em vista que as pessoas diferem umas das outras em termos de “foco de valência” e “foco de atenção”. O fato de alguns indivíduos terem respostas peculiares, quando comparado com outros, em relação a afetividade, dificultou a análise do real efeito de determinada intervenção no grupo como um todo. Além disso, a análise de determinadas variáveis como o FS e FAS apenas em um momento, não nos permitiu observar as alterações afetivas dos sujeitos ao longo da tarefa como um todo. Talvez em estudos futuros, o acompanhamento desta variável em diversos momentos durante o exercício deva ser aplicado, tendo em vista que as respostas posteriores ao exercício

fazem com que os sujeitos relacionem suas respostas, não com o que sentiam durante o exercício, mas com como se sentem após ele.

3.5 CONCLUSÃO

Com os resultados desta dissertação, concluímos que a estimulação audiovisual pode interferir diretamente nas respostas afetivas e de desempenho dos indivíduos em tarefas motoras, envolvendo pequenos grupos musculares, como preensão manual, e também em tarefas mais complexas, como pedalar. Aparentemente, o estímulo motivacional foi capaz de aumentar a motivação situacional após a execução de uma tarefa motora isométrica máxima de preensão manual, além de modular a amplitude de ondas teta no córtex frontal e ondas beta nas zonas centrais do cérebro. O conteúdo motivacional do estímulo sensorial atuou na atividade do comando motor central, diminuindo as ondas de baixa frequência e aumentando a atividade beta. Esta resposta combinada, provocada pelos estímulos sensoriais auditivos e visuais, parece ser a base dos efeitos dos estímulos motivacionais sobre as respostas psicofisiológicas que ocorrem durante a execução de tarefas motoras exaustivos.

Além disso pudemos observar que projeções perceptuais de exercícios extremos, induzidas através de estímulos audiovisuais, foram capazes de modular a percepção subjetiva de esforço dos indivíduos durante exercício cíclico, com projeções desfavoráveis, aumentando os valores atingidos na escala de OMNI, na condição de projeção perceptual desfavorável, e atenuando a atividade do sistema simpático no coração nos minutos finais de teste, através de projeções perceptuais facilitadoras. Com base nestes achados, sugere-se que este tipo de intervenção pode ser uma alternativa eficiente para treinadores, atletas e praticantes de exercício físico, que poderão utilizar essa estratégia como uma forma de diminuir a percepção de cansaço, motivar e conseqüentemente melhorar o desempenho em tarefas motoras distintas.

3.6. APLICAÇÕES PRÁTICAS

Os achados do presente estudo sinalizam para uma base teórica mais concreta acerca do funcionamento das intervenções audiovisuais a nível fisiológico e perceptual, dando suporte para a realização de pesquisas mais aplicadas. Sabemos que de fato os estímulos auditivos e visuais promovem diversas modulações nas respostas cerebrais,

cardíacas e perceptuais, podendo tornar um exercício intenso em uma atividade mais prazerosa. Este tipo de estimulação pode melhorar a aderência a programas de exercício físico de pessoas, que por uma questão de saúde necessitem do mesmo, por exemplo, idosos, obesos, que simplesmente não tem motivação ou possuem algum tipo de receio em relação a prática do mesmo.

Como mecanismo de proteção, o ser humano, tende a criar aversão por aquilo que de certo modo lhe causa dor ou sofrimento, assim muitos indivíduos tendem a largar o exercício físico por sentirem-se mal durante a prática do mesmo, sendo muito sensíveis a estímulos internos, como por exemplo, a fadiga muscular. Deste modo, a utilização de estímulos audiovisuais pode ser o ponto chave para a melhor aderência a um programa de exercício físico, tornando a atividade mais prazerosa e menos exaustiva, diminuindo assim os índices de abandono da atividade, sendo desta forma uma importante ferramenta para o combate da obesidade e de outros problemas relacionados a inatividade física.

Agradecimentos

Esta pesquisa foi apoiada em parte por doações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

- Batson, C. D., Brady, R. a., Peters, B. T., Ploutz-Snyder, R. J., Mulavara, A. P., Cohen, H. S., & Bloomberg, J. J. (2011). Gait training improves performance in healthy adults exposed to novel sensory discordant conditions. *Experimental Brain Research*, 209, 515–524. doi:10.1007/s00221-011-2574-6
- Baumgartner, T. (2008). Feeling present in arousing virtual reality worlds: prefrontal brain regions differentially orchestrate presence experience in adults and children. *Frontiers in Human Neuroscience*, 2, 1–12. doi:10.3389/neuro.09.008.2008
- Bertuzzi, R. C. D. M., Nascimento, E. M. F., Urso, R. P., Damasceno, M., & Lima-Silva, A. E. (2013). Energy system contributions during incremental exercise test. *Journal of Sports Science and Medicine*, 12, 454–460.
- Bigliassi, M., León-Domínguez, U., Buzzachera, C. F., Barreto-Silva, V., & Altimari, L. R. (2014). HOW DOES MUSIC AID 5 KM OF RUNNING? *Journal of*

Strength and Conditioning Research, Publish Ahead of Print DOI:

10.1519/JSC.00000000000. doi:10.1519/JSC.00000000000000627

- Bigliassi, M., Peruzollo, A. S., Kanthack, T. F. D., Correia, P. P., & Atimari, L. R. (2014). Effects of a sensory strategy in an isometric muscular endurance task. *Revista Andaluza de Medicina Del Deporte*, 7, 69–73.
- Billman, G. E. (2011). Heart rate variability - A historical perspective. *Frontiers in Physiology*, 2 NOV, . doi:10.3389/fphys.2011.00086
- Buccino, G., Binkofski, F., Fink, G. R., Fadiga, L., Fogassi, L., Gallese, V., ... Freund, H. J. (2001). Action observation activates premotor and parietal areas in a somatotopic manner: An fMRI study. *European Journal of Neuroscience*, 13, 400–404. doi:10.1046/j.1460-9568.2001.01385.x
- Calder, a J., Keane, J., Manes, F., Antoun, N., & Young, a W. (2000). Impaired recognition and experience of disgust following brain injury. *Nature Neuroscience*, 3, 1077–1078. doi:10.1038/80586
- Depledge, M. H., Stone, R. J., & Bird, W. J. (2011). Can natural and virtual environments be used to promote improved human health and wellbeing? *Environmental Science and Technology*, 45, 4660–4665. doi:10.1021/es103907m
- Ekkekakis, P., & Petruzzello, S. J. (1999). Acute aerobic exercise and affect. Current status, problems and prospects regarding dose-response. *Sports Medicine*, 28, 337–374. doi:10.2165/00007256-199928050-00005
- Finkelstein, S., & Suma, E. a. (2011). Astrojumper: Motivating Exercise with an Immersive Virtual Reality Exergame. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20, 78–92. doi:10.1162/pres_a_00036
- Fox, J., Bailenson, J. N., & Ricciardi, T. (2012). Physiological responses to virtual selves and virtual others. *Journal of CyberTherapy & ...*, 5, 69–72. Retrieved from http://www.academia.edu/download/30333550/cyberbullying_and_traditional_bullying_in_relation_to_adolescents_perception_of_parenting.pdf#page=71
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (1996). Action Recognition in the Premotor Cortex. *Brain*, 119, 593–609. doi:10.1093/brain/119.2.593
- Gallese, V., Fadiga, L., Fogassi, L., & Rizzolatti, G. (2002). Action representation and

- the inferior parietal lobule. In *Common Mechanisms in Perception and Action Attention and Performance Vol XIX* (Vol. 19, pp. 247–266).
- Hardy, C. J., & Rejeski, W. J. (1989). Not what, but how one feels: The measurement of affect during exercise. *Journal of Sport & Exercise Psychology, 11*, 304–317.
- Jäncke, L. (2009). Virtual reality and the role of the prefrontal cortex in adults and children. *Frontiers in Neuroscience, 3*, 52–59. doi:10.3389/neuro.01.006.2009
- Jäncke, L., Cheetham, M., & Baumgartner, T. (2009). Virtual reality and the role of the prefrontal cortex in adults and children. *Frontiers in Neuroscience, 3*, 52–59. Retrieved from file:///Users/nathan/Documents/Papers/2009/Jäncke/Virtual reality and the role 2009 Jäncke.pdf\npapers://248a3614-0a46-4871-940a-2d2e9866e6d0/Paper/p334
- Karapetian, G. K., Engels, H. J., & Gretebeck, R. J. (2008). Use of heart rate variability to estimate LT and VT. *International Journal of Sports Medicine, 29*, 652–657. doi:10.1055/s-2007-989423
- Keysers, C., Wicker, B., Gazzola, V., Anton, J. L., Fogassi, L., & Gallese, V. (2004). A touching sight: SII/PV activation during the observation and experience of touch. *Neuron, 42*, 335–346. doi:10.1016/S0896-6273(04)00156-4
- Kim, G. J., & Lee, S. (2008). Effects of visual cues and sustained attention on spatial presence in virtual environments based on spatial and object distinction. *Interacting with Computers, 20*, 491–502. doi:10.1016/j.intcom.2008.07.003
- Klinger, E., Bouchard, S., Légeron, P., Roy, S., Lauer, F., Chemin, I., & Nugues, P. (2005). Virtual reality therapy versus cognitive behavior therapy for social phobia: a preliminary controlled study. *CyberPsychology & Behavior, 8*, 76–88. doi:10.1089/cpb.2005.8.76
- Klinger, E., Chemin, I., Lebreton, S., & Marié, R.-M. (2006). Virtual action planning in Parkinson's disease: a control study. *Cyberpsychology & Behavior: The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society, 9*, 342–347. doi:10.1089/cpb.2006.9.342
- Kober, S. E., Kurzmann, J., & Neuper, C. (2012). Cortical correlate of spatial presence in 2D and 3D interactive virtual reality: An EEG study. *International Journal of Psychophysiology, 83*, 365–374. doi:10.1016/j.ijpsycho.2011.12.003

- Kohler, E., Keysers, C., Umiltà, M. A., Fogassi, L., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2002). Hearing sounds, understanding actions: action representation in mirror neurons. *Science (New York, NY)*, 297, 846–848. doi:10.1126/science.1070311
- Laplaud, D., Guinot, M., Favre-Juvin, A., & Flore, P. (2006). Maximal lactate steady state determination with a single incremental test exercise. *Eur J Appl Physiol*, 96, 446–452. doi:10.1007/s00421-005-0086-4
- Lin, J.-H., & Lu, F. J.-H. (2013). Interactive effects of visual and auditory intervention on physical performance and perceived effort. *Journal of Sports Science & Medicine*, 12, 388–393. Retrieved from <http://www.pubmedcentral.nih.gov/articlerender.fcgi?artid=3772579&tool=pmcentrez&rendertype=abstract>
- Munzert, J., Lorey, B., & Zentgraf, K. (2009). Cognitive motor processes: The role of motor imagery in the study of motor representations. *Brain Research Reviews*, 60, 306–326. doi:10.1016/j.brainresrev.2008.12.024
- Northoff, G. (2012). Immanuel Kant's mind and the brain's resting state. *Trends in Cognitive Sciences*, 16, 356–359. doi:10.1016/j.tics.2012.06.001
- Parsons, T. D., Bowerly, T., Buckwalter, J. G., & Rizzo, A. A. (2007). A controlled clinical comparison of attention performance in children with ADHD in a virtual reality classroom compared to standard neuropsychological methods. *Child Neuropsychology : A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 13, 363–381. doi:10.1080/13825580600943473
- Parsons, T. D., & Rizzo, A. a. (2008). Affective outcomes of virtual reality exposure therapy for anxiety and specific phobias: A meta-analysis. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, 39, 250–261. doi:10.1016/j.jbtep.2007.07.007
- Rizzo, a a, Wiederhold, M., & Buckwalter, J. G. (1998). Basic issues in the use of virtual environments for mental health applications. *Studies in Health Technology and Informatics*, 58, 21–42. Retrieved from <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/10350922>
- Robertson, R. J., Goss, F. L., Dubé, J., Rutkowski, J., Dupain, M., Brennan, C., & Andreacci, J. (n.d.). Validation of the Adult OMNI Scale of Ergometer Exercise.

doi:10.1249/01.MSS.0000106169.35222.8B

- Siqueira-Batista, R., & Antonio, V. E. (2008). Neurociência da mente e do comportamento. *Arquivos de Neuro-Psiquiatria*, . doi:10.1590/S0004-282X2008000500042
- Slater, M., Pertaub, D.-P., Barker, C., & Clark, D. M. (2006). An experimental study on fear of public speaking using a virtual environment. *Cyberpsychology & Behavior : The Impact of the Internet, Multimedia and Virtual Reality on Behavior and Society*, 9, 627–633. doi:10.1089/cpb.2006.9.627
- Slater, M., Yu, I., Mortensen, J., Khanna, P., & Spanlang, B. (2009). Visual realism enhances realistic response in an immersive virtual environment. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 29, 76–84. doi:10.1109/MCG.2012.121
- Svebak, S., & Murgatroyd, S. (1985). Metamotivational dominance: A multimethod validation of reversal theory constructs. *Journal of Personality and Social Psychology*, 48, 107–116. doi:10.1037/0022-3514.48.1.107
- Tanaka, H., Monahan, K. D., & Seals, D. R. (2001). Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37, 153–156. doi:10.1016/S0735-1097(00)01054-8
- Van Landuyt, Lisa M.; Ekkekakis, Panteleimon; Hall Eric E.; Petruzzello, S. J. (2000). Throwing the mountains into the lakes: On the perils of nomothetic conceptions of the exercise-affect relationship. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, .
- Wicker, B., Keysers, C., Plailly, J., Royet, J. P., Gallese, V., & Rizzolatti, G. (2003). Both of us disgusted in My insula: The common neural basis of seeing and feeling disgust. *Neuron*, 40, 655–664. doi:10.1016/S0896-6273(03)00679-2

CAPITULO 4

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados deste estudo pode-se concluir que a estimulação audiovisual pode interferir diretamente nas respostas afetivas e de desempenho dos indivíduos em tarefas motoras envolvendo pequenos grupos musculares, como preensão manual, e também em tarefas mais complexas, como pedalar.

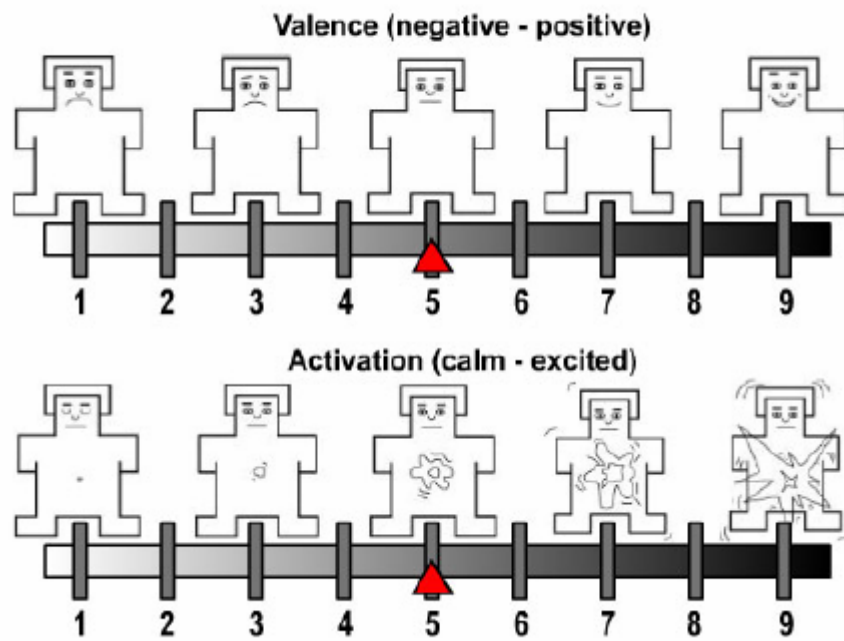
- O Vídeo motivacional foi capaz de promover melhora nos níveis de produção de força durante uma tarefa isométrica de preensão manual máxima; diminuir a percepção subjetiva de esforço da tarefa e aumentar a motivação situacional.
- A completa ausência de sinais sensoriais externos é claramente desfavorável para a execução do modelo de alta intensidade de exercício.
- O estímulo motivacional foi considerado altamente agradável e aumentou as respostas relacionadas à excitação (ativação percebida).
- O estímulo motivacional causou uma modulação significativa da amplitude das ondas beta nas regiões centrais do cérebro, além de atenuar a amplitude de ondas teta na região frontal (F8).
- O Vídeo de projeções perceptuais desfavoráveis promoveu um aumento no esforço percebido dos indivíduos em tarefa cíclica submáxima, realizada em ciclossimulador.
- Projeções perceptuais facilitadoras foram capazes de modular a variabilidade da frequência cardíaca atenuando a amplitude de ondas de baixa frequência (LF) durante exercício submáximo em ciclossimulador.

CAPITULO 5

ANEXOS

ANEXO A

Avaliação do prazer e ativação percebidos



ANEXO B

A Escala de Humor de Brunel (BRUMS)

Abaixo está uma lista de palavras que descrevem sentimentos. Por favor, leia tudo atentamente. Em seguida assinale, em cada linha, o quadrado que melhor descreve **COMO VOCÊ SE SENTE AGORA**. Tenha certeza de sua resposta para cada questão, antes de assinalar.

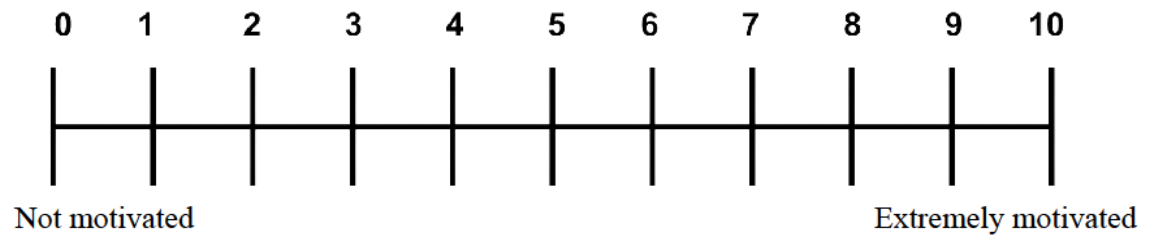
Escala:

0 = nada 1 = um pouco 2 = moderadamente
3 = bastante 4 = extremamente

	0	1	2	3	4
1. Apavorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2. Animado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3. Confuso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4. Esgotado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5. Deprimido	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6. Desanimado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7. Irritado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8. Exausto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9. Inseguro	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
10. Sonolento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
11. Zangado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
12. Triste	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
13. Ansioso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
14. Preocupado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
15. Com disposição	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
16. Infeliz	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
17. Desorientado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
18. Tenso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
19. Com raiva	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
20. Com energia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
21. Cansado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
22. Mal-humorado	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
23. Alerta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
24. Indeciso	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

ANEXO C

10-point state motivation scale



Tenenbaum, Kamata, & Hayashi, 2007

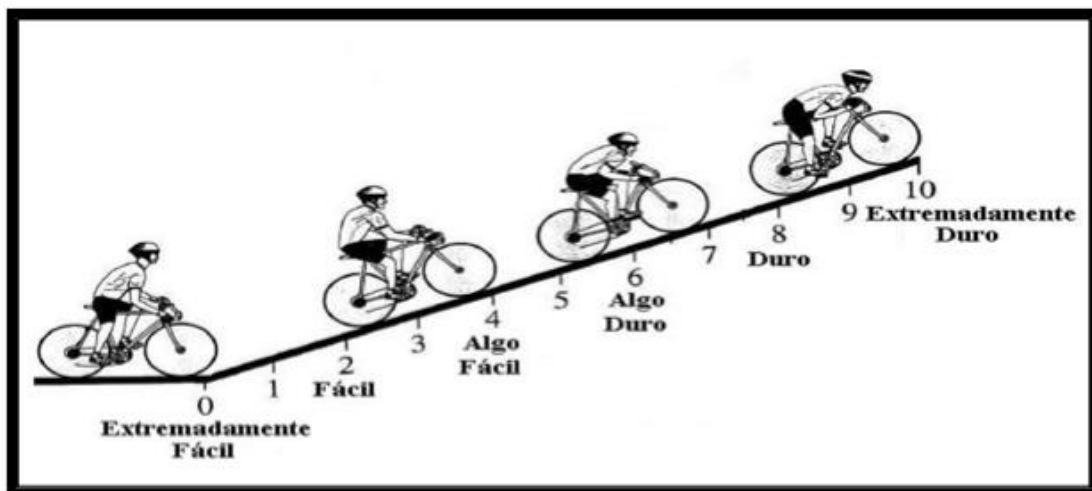
ANEXO D

Escala de Percepção Subjetiva de Esforço (CR10 - Borg, 1982)

Classificação	Descritor
0	Repouso
1	Muito, Muito Fácil
2	Fácil
3	Moderado
4	Um Pouco Difícil
5	Difícil
6	-
7	Muito Difícil
8	-
9	-
10	Máximo

ANEXO E

Percepção Subjetiva de Esforço (OMNI)



ANEXO F

FELT AROUSAL SCALE (FAS)
(Svebak & Murgatroyd, 1985)

Estimate here how aroused you actually feel. Do this by circling the appropriate number. By "arousal" we meant how "worked-up" you feel. You might experience high arousal in one of a variety of ways, for example as excitement or anxiety or anger. Low arousal might also be experienced by you in one of a number of different ways, for example as relaxation or boredom or calmness.

1 LOW AROUSAL

2

3

4

5

6 HIGH AROUSAL

ANEXO G**Feeling Scale (FS)**
(Hardy & Rejeski, 1989)

While participating in exercise, it is common to experience changes in mood. Some individuals find exercise pleasurable, whereas others find it to be unpleasant. Additionally, feeling may fluctuate across time. That is, one might feel good and bad a number of times during exercise. Scientists have developed this scale to measure such responses.

+5 Very good

+4

+3 Good

+2

+1 Fairly good

0 Neutral

-1 Fairly bad

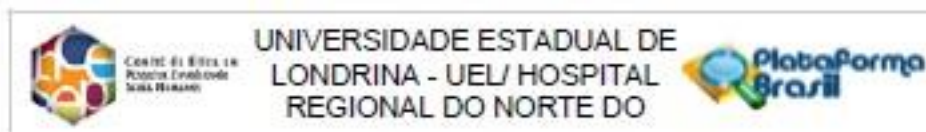
-2

-3 Bad

-4

-5 Very bad

ANEXO H



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Os Mecanismos que explicam o uso de estratégias motivacionais durante exercício físico

Pesquisador: Leandro Ricardo Altinari

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 46656015.8.0000.5231

Instituição Proponente: CEFE - PROGRAMA DE PÓS - GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO FÍSICA UEM/UEL

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 1.140.667

Data da Relatoria: 06/07/2015

Apresentação do Projeto:

Projeto de pesquisa que busca avaliar mecanismos motivacionais sobre a prática do exercício. Serão recrutados 30 participantes entre 20 e 25 de idade, de ambos os sexos (alunos da universidade) os quais terão dados demográficos e antropométricos coletados. Deverão ser destros, saudáveis. Serão avaliados por meio de um questionário de atividade física (IPAQ) e de escala de humor de Brunel para avaliar o estado emocional antes do exercício (humor negativo pode afetar aleatoriamente o desempenho). Os participantes farão um teste de prensão manual durante o qual serão expostos aleatoriamente a 3 estímulos: controle (nenhum estímulo), estímulo visual/auditivo positivo ou neutro. Durante o teste serão submetidos a mensurações de frequência cardíaca, eletromiográfica e eletroencefalográfica.

Objetivo da Pesquisa:

Iluminar os mecanismos que estão por trás das estratégias de motivação durante o exercício, examinando a integração de vários sistemas fisiológicos.

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Benefícios: compreensão dos mecanismos motivacionais no exercício.

Riscos: Pesquisador afirma não haver riscos uma vez que não há coleta invasiva de dados e

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3
 Bairro: Campus Universitário CEP: 86.057-970
 UF: PR Município: LONDRINA
 Telefone: (43)3371-5455 E-mail: cep258@uel.br



Conselho de Ética em
Pesquisa Envolvendo
Seres Humanos

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE
LONDRINA - UEL/ HOSPITAL
REGIONAL DO NORTE DO



Continuação do Parecer: 1.140.907

participantes não serão expostos a nenhuma situação constrangedora.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Pesquisa metodologicamente bem descrita e permite avaliação ética. No entanto pesquisador não apresenta os questionários para avaliação pelo CEP.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Folha de rosto assinada pelo vice-coordenador do programa de pós-graduação.

TCLE em linguagem adequada e bem redigido.

Cronograma está adequado.

Apresenta orçamento de R\$13,90 relativos à compra de eletrodos.

Recomendações:

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

projeto aprovado.

Situação do Parecer:

Aprovado

Neocessita Apreciação da CONEP:

Não

Considerações Finais a critério do CEP:

LONDRINA, 07 de Julho de 2015

Assinado por:

Paula Mariza Zedu Alliprandini
(Coordenador)

Endereço: PROPPG - LABESC - Sala 3

Bairro: Campus Universitário

UF: PR

Município: LONDRINA

CEP: 86.057-070

Telefone: (43)3371-5455

E-mail: cep255@uel.br

ANEXO I

Physiology & Behavior 158 (2016) 128–136



Contents lists available at ScienceDirect

Physiology & Behavior

journal homepage: www.elsevier.com/locate/phb

Brain mechanisms that underlie the effects of motivational audiovisual stimuli on psychophysiological responses during exercise[☆]



Marcelo Bigliassi^a, Vinícius B. Silva^b, Costas I. Karageorghis^{a,*}, Jonathan M. Bird^a, Priscila C. Santos^b, Leandro R. Altamari^b

^a Department of Life Sciences, Brunel University London, UK

^b Department of Physical Education, Londrina State University, Brazil

HIGHLIGHTS

- We investigated the mechanisms that underlie environmental motivational stimuli.
- A highly fatiguing handgrip-squeezing task was employed.
- Motivational stimuli enhanced task performance and situational motivation.
- The stimuli modulated brain activity in the frontal and central brain areas.
- Effects of fatigue on efferent control were ameliorated by the motivational stimuli.

ARTICLE INFO

Article history:

Received 7 January 2016

Received in revised form 1 March 2016

Accepted 2 March 2016

Available online 3 March 2016

Keywords:

Motivation

Exercise

Sensory aids

Muscle fatigue

Brain waves

ABSTRACT

Motivational audiovisual stimuli such as music and video have been widely used in the realm of exercise and sport as a means by which to increase situational motivation and enhance performance. The present study addressed the mechanisms that underlie the effects of motivational stimuli on psychophysiological responses and exercise performance. Twenty-two participants completed fatiguing isometric handgrip-squeezing tasks under two experimental conditions (motivational audiovisual condition and neutral audiovisual condition) and a control condition. Electrical activity in the brain and working muscles was analyzed by use of electroencephalography and electromyography, respectively. Participants were asked to squeeze the dynamometer maximally for 30 s. A single-item motivation scale was administered after each squeeze. Results indicated that task performance and situational motivational were superior under the influence of motivational stimuli when compared to the other two conditions (~20% and ~25%, respectively). The motivational stimulus downregulated the predominance of low-frequency waves (theta) in the right frontal regions of the cortex (F8), and upregulated high-frequency waves (beta) in the central areas (C3 and C4). It is suggested that motivational sensory cues serve to readjust electrical activity in the brain; a mechanism by which the detrimental effects of fatigue on the efferent control of working muscles is ameliorated.

© 2016 Elsevier Inc. All rights reserved.

1. Introduction

Sensory stimulation such as music listening and video watching has been commonly used as a means by which to increase situational motivation during exercise [26,33]. Auditory and visual stimuli also serve to reallocate an individual's attentional focus to external influences and thus make exercise feel more enjoyable, even at relatively high intensities [31]. Despite the fact that motivational stimuli have been used extensively in the realms of exercise and sports [34,35,47], the

mechanisms that underlie the effects of music and video during physically demanding tasks are hitherto under-researched.

A possible explanation underlying the beneficial effects of sensory stimuli during exercise involves the integration of multiple physiological systems (e.g., central and peripheral; see [49]). In such instances, the attentional and emotional effects of sensory stimuli can permeate throughout the body, modulating the pulmonary, cardiac, hormonal, and muscular systems (e.g., [15,63,70]). Although sensory stimuli influence cerebral and psychophysiological responses, engaging in exercise increases an individual's rating of perceived exertion, with corollary narrowing of attentional focus toward fatigue-related sensations; such internal cues have a detrimental effect on situational motivation (e.g., [25,33]). It is logical, therefore, that cerebral and psychophysiological measures be taken in tandem during exercise in order to explore the

[☆] This research was supported, in part, by grants from the Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior.

* Corresponding author.

E-mail address: costas.karageorghis@brunel.ac.uk (C.I. Karageorghis).