



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

MARCELO BIGLIASSI

**MÚSICA E EXERCÍCIO FÍSICO:
VARIações PSICOFISIOLÓGICAS**

Londrina
2014

MARCELO BIGLIASSI

**MÚSICA E EXERCÍCIO FÍSICO:
VARIAÇÕES PSICOFISIOLÓGICAS**

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
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

B593m Bigliassi, Marcelo.

Música e exercício físico: variações psicofisiológicas / Marcelo Bigliassi. –
Londrina, 2014
104f. : il.

Orientador: Leandro Ricardo Altimari.

Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de
Londrina, Centro de Ciências da Saúde, Programa de Pós-Graduação em Educação
Física, 2014.

Inclui bibliografia.

1. Atividade motora – Teses. 2. Música – Teses. 3. Esporte – Teses. I. Altimari,
Leandro Ricardo. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências da
Saúde. Programa de Pós-Graduação em Educação Física III. Título.

CDU 796:78

MARCELO BIGLIASSI

**MÚSICA E EXERCÍCIO FÍSICO:
VARIAÇÕES PSICOFISIOLÓGICAS**

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

Prof. Dr. Leandro Ricardo Altimari
UEL – Londrina - PR

Prof. Dra. Solange Marta Franzoi de Moraes
UEM – Maringá - PR

Prof. Dr. Cosme Franklim Buzzachera
UNOPAR – Londrina - PR

Londrina, 28 de março de 2014.

Dedico este trabalho aos meus pais, por todo amor, respeito, apoio, afeto e compreensão durante toda minha vida. A minha noiva e amiga Laís, que sempre acreditou em mim, e esteve ao meu lado todo o tempo. Aos meus avós por todo o carinho e pelas orações que sempre me mantiveram de pé nessa árdua caminhada.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por iluminar meus pensamentos e me manter firme todo o tempo, mantendo minha motivação e meu foco para estudar, obrigado pela vida, sabedoria e saúde.

Ao Professor Dr. Leandro Ricardo Altimari pelo companheirismo, pelas oportunidades e pela orientação, sempre acreditando em minha feitoria e dando carta branca para que minha mente pudesse ousar nas mais variadas idéias.

Aos Professores Drs. Cosme Franklim Buzzachera e Solange Marta Franzoi de Moraes, por aceitarem o convite para a avaliação deste trabalho, pelas contribuições e pela disposição em ajudar, sempre.

A todos meus amigos que me ajudaram e a todos os sujeitos que cumpriram suas obrigações de forma exemplar.

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

Muito obrigado!

A smooth sea never made a skilful sailor

Old English Proverb

BIGLIASSI, Marcelo. **Música e exercício físico**: variações psicofisiológicas. 2014. 104 páginas. Dissertação (Mestrado em Educação Física) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina – PR.

RESUMO

O uso de estratégias psicológicas com caráter motivacional ou sedativo como a música têm sido amplamente aplicadas ao longo da história do homem, porém, os mecanismos cerebrais, assim como suas áreas de influência e ativação não dão subsídios suficientes para o entendimento neurológico no ambiente esportivo. Variadas são as variáveis influenciadoras quanto à essa prática, e um modelo de interações deve em um futuro próximo modificar as decisões de atletas e praticantes de exercício físico quanto ao uso da música. Dessa forma, o presente estudo dividiu-se em quatro trabalhos completos na tentativa de explorar o assunto em questão com subsequente direcionamento para o ambiente cerebral, em especial o córtex pré-frontal, assim como testar o uso de tal estratégia em situações ecológicas e de alta probabilidade, sendo essa uma atividade de 5 km de corrida. Inicialmente a música provou ser capaz de influenciar atividades submáximas e máximas, assim como de contra-relógio, através de uma revisão narrativa investigando os efeitos desse componente externo sobre o desempenho ou variáveis psicofisiológicas, em seguida, os componentes musicais foram analisados dentro de um modelo de estilos musicais extremos (música clássica e techno), observando maior ativação no dorsolateral direito de homens, durante a música clássica comparada ao outro estilo, além disso, variáveis psicológicas e respostas sensoriais avaliadas pelo sistema nervoso autônomo apresentaram relativa sequência de resposta para o mesmo estilo musical no gênero masculino. O terceiro trabalho realiza maior especificidade, investigando músicas motivacionais e calmas sobre a ativação do córtex pré-frontal, e sua resposta apresenta similaridade, porém nesse momento a música motivacional apresentou resultados mais expressivos na população masculina sobre a mesma área cerebral e o acompanhamento psicofisiológico ocorreu de maneira bastante próxima. Finalmente, o último trabalho representa um modelo completo de interação musical no ambiente esportivo, testando diferentes tipos de música assim como seu momento de aplicação durante 5 km de corrida. Os resultados desse estudo demonstraram que as músicas selecionadas foram consideradas agradáveis e capazes de causar aumento da ativação percebida nos sujeitos, ainda, geraram maior ativação do córtex pré-frontal e grande probabilidade de aumentar o desempenho físico. Por fim, músicas calmas aplicadas após a prática demonstraram um maior tônus vagal, o que indica uma melhora na recuperação dos sujeitos após a prática.

Palavras-chave: Atividade motora. Música. Esporte.

BIGLIASSI, Marcelo. **Music and physical exercise: Psychophysiological variations.** 2014. 104 p. Dissertation (Master's Degree in Physical Education) – State University of Londrina, Londrina – PR.

ABSTRACT

Psychological strategies with motivational or sedative features like music has been widely applied in the men's history, nonetheless, cerebral mechanisms, as well as, his influenced areas have no enough subsidies for a neurological understading at sports domain. There are several variables related to this, and an interaction model must in a near future change the athletes' decision of using music to exercise. The present study was divided into four sections in an attempt to explore the subject with subsequent direction to the cerebral environment, mainly the prefrontal cortex, as well as, testing the use of such technique on actual situations, during 5 km running. Initially, the music was considered capable of influencing submaximal and maximal exercise performances, as well as time-trials situations, using a narrative review to investigate the effects of music over performance and psychophysiological variables. Afterwards, the components of music were tested two extremes of music's world (techno and classical style). The outcomes of this research showed a more proeminent right dorsolateral activation for men during classical music exposure; moreover, emotional responses analyzed through autonomous system have shown an apparently linear tendency with cerebral blood flow. The third work was done in an attempt to accomplish higher specificity, assessing through the same model of research the effects of motivational and calm music in the prefrontal cortex. At this time, motivational music has taken the place of classical music of the last study, generating higher patterns of activation in the same area and preseting very similar psyshofisiological outcomes. Finally, the last work of this dissertation, presents a full-interaction model inside sport's environment, testind different kinds of music as well as, their moments of application during 5 km running. The results of this study have demonstrated self-selected songs as capable of improving performance during the first and second lap (800 m). Furthermore, calm songs applied after running were capable of increasing vagal tonus and accelerating recovery. It is also importante to note that selfselected songs carried an intrinsic component of remembrances and old memories generating higher motivation and satisfaction. The same pattern of cerebral activation has been found.

Keywords: Motor activity. Music. Sport.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ACT	Ativação
BMRI-2	Brunel Music Rating Inventory – 2
BRUMS	Brunel Mood Scale
C	Controle
CO	Condição de controle
CR10	Category Ratio
CS	Canções calmas - músicas calmas aplicadas após o teste
DH	Hemisfério dominante
Diffbase	Diferença de hemoglobina prévia
Difftest	Diferença de hemoglobina em cada faixa
EE	Efeito ergogênico
EEG	Eletroencefalografia
EPQ	Questionário de personalidade de Eysenck
FC	Córtex frontal
FFT	Transformada rápida de Fourier
FLIS	Giro frontal inferior esquerdo
FM	Músicas motivacionais rápidas, aplicadas durante o teste
fNIRS	Espectroscopia funcional de infravermelho próximo
FP1	Posição central 1 do córtex pré-frontal
FP2	Posição central 2 do córtex pré-frontal
FR	Ritmo rápido
FS	Escala de Sentimento
FSR	Rápido para lento
H	Homens
Hb	Hemoglobina
HF	Alta frequência (0,15-4 Hz)
HHB	Deoxihemoglobina
HR	Frequência cardíaca
HRA	Área direita do hipocampo
IPAQ	Questionário internacional de atividade física
L	Volta final

LF	Baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz)
LP	Precuneus esquerdo
LP	Tempo de volta
LR	Escala de Apreciação
LT	Têmpora esquerda
LTR	Região temporal esquerda
M	Mulheres
M1	Entre o início e o quinto km
M2	Entre o quinto e o décimo km
mPFC	Córtex pré-frontal medial
MTA	Área temporal média
O ₂ Hb	Oxihemoglobina
Off	Período de silêncio
PFC	Córtex pré-frontal
PM	Músicas motivacionais, aplicadas antes da prova
PSE	Percepção subjetiva de esforço
RdIPFC	Dorsolateral direito do córtex pré-frontal
RMSSD	Raíz quadrada da média dos sucessivos batimentos cardíacos
RPFC	Córtex pré-frontal direito
RSTC	Córtex temporal superior direito
RT	Têmpora direita
RTPR	Região temporoparietal direita
RTR	Região temporal direita
SAM	Self-Assessment Manikin
SD1	Análise geométrica quantitativa de variabilidade de curto prazo do RR
SD2	Análise geométrica quantitativa da variabilidade de longo prazo do RR
SDNN	Desvio padrão dos intervalos RR
SFR	Lento para rápido
SM	Músicas motivacionais lentas, aplicadas durante o teste
SR	Ritmo lento
SWC	Menor efeito relevante
VAL	Prazer
VFC	Variabilidade da frequência cardíaca

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 2.1 - Regiões cerebrais especializadas na análise perceptiva dos componentes da música	24
Figura 2.2 - Representação ilustrativa sobre como a música pode agir em regiões cerebrais relacionadas à memória e emoções, permitindo um aumento no desempenho	25
Figura 2.3 – Representação ilustrativa de como a música pode auxiliar três diferentes condições de exercício físico	39
Figura 3.1 - Ativação do córtex pré-frontal (LdlPFC; mPFC; RdlPFC) apresentada para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica).....	50
Figura 3.2 - Ativação do córtex pré-frontal apresentada através de uma escala colorida para dois sujeitos aleatórios (ambos os gêneros e estilos musicais (techno e clássica) durante 30 minutos de exposição	51
Figura 3.3 - Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo (SDNN , RMSSD), da frequência (LF ; HF) e de forma não- linear (SD1 , SD2) para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica).....	53
Figura 3.4 - Auto-Avaliação emocional (SAM: VAL e ACT) e Escala de apreciação (LR) apresentadas para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica).....	54
Figura 4.1 - Escala de auto-avaliação com uso de manequins (SAM), apresentando a distribuição individual para ambos os gêneros em cada tipo de música.....	65
Figura 5.1 - Representação ilustrativa do fNIRS e seu procedimento experimental.....	77
Figura 5.2 - Protocolo experimental, incluindo todos os testes físicos do estudo.....	77
Figura 5.3 - Variação humoral (seis domínios) durante 5 km de corrida, apresentada Segundo 5 diferentes condições experimentais	84
Figura 5.4 - Análise temporal durante o período de descanso para a variável RMSSD comparado entre duas condições experimentais (CO: Condição controle; PM: Músicas motivacionais) aplicadas antes dos 5 km de corrida	85

Figura 5.5 - Análise temporal durante o período de recuperação para a variável RMSSD comparado entre duas condições experimentais (CO: Condição controle; CS Músicas calmas) aplicadas após 5 km de corrida.....	86
Figura 5.6 - Parâmetros psicofisiológicos (PSE and HR) e de desempenho (LP) durante 5 km de corrida comparados entre 5 diferentes condições experimentais.....	87

LISTA DE TABELAS

Tabela 2.1 - Efeitos da música em exercícios submáximos.....	30
Tabela 2.2 - Efeitos da música em exercícios máximos	32
Tabela 2.3 - Efeitos da música em exercícios de contra-relógio	35
Tabela 4.1 - Ativação do cortex pré-frontal (RdlPFC, mPFC e LdlPFC) durante a música motivacional (auto-selecionada) e calma (May it be – Enya), assim como durante o momento Off (5 minutos de silêncio) para homens e mulheres.....	64
Tabela 5.1 - Ativação do córtex pré-frontal (RdlPFC, mPFC and LdlPFC) (a.u. μ M) para diferentes tempos musicais (PM, SM, FM and CS).....	82

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO 1 - ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO	16
1.1	INTRODUÇÃO	16
1.2	OBJETIVOS E MODELO DA DISSERTAÇÃO	17
2	CAPÍTULO 2 - MÚSICA: UM RECURSO PSICOFISIOLÓGICO PARA O EXERCÍCIO FÍSICO E O ESPORTE	19
2.1	INTRODUÇÃO	19
2.2	MÉTODOS	21
2.2.1	Critérios de Inclusão	21
2.3	MECANISMOS E PERSPECTIVAS DE AÇÃO MUSICAL	21
2.3.1	A hipótese do Processamento Paralelo	21
2.3.2	Hipótese de Sincronização	22
2.3.3	Hipótese Motivacional	22
2.3.4	Música, Seus Componentes e Ativação	23
2.3.5	Efeitos da Música no Desempenho Físico	25
2.3.6	Exercício Submáximos	26
2.3.7	Exercícios Máximos	27
2.3.8	Contra-Relógio	28
2.4	OUTROS FATORES IMPORTANTES	36
2.4.1	População Estudada	36
2.4.2	Tipo de Música	36
2.4.3	Tipo de Teste/Exercício	37
2.5	PERSPECTIVA FUTURAS	37
2.6	RECOMENDAÇÕES E ORIENTAÇÕES	38
3	CAPÍTULO 3 - COMO O CÓRTEX PRÉ-FRONTAL “ESCUTA” OS COMPONENTS MUSICAIS? UM ESTUDO COM SPECTROSCOPIA PRÓXIMA DE INFRAVERMELHO (fNIRS)	44
3.1	INTRODUÇÃO	44
3.2	MÉTODOS	46
3.2.1	Participantes	46

3.2.2	Medidas	46
3.2.3	Procedimentos	47
3.2.4	Análise dos Dados	48
3.3	RESULTADOS	49
3.4	DISCUSSÃO E CONCLUSÃO	55
4	CAPÍTULO 4 - COMO A MÚSICA CALMA E MOTIVACIONAL SÃO CAPAZES DE AFETAR A ATIVIDADE DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL E RESPOSTAS EMOCIONAIS: UM ESTUDO COM SPECTROSCOPIA PRÓXIMA DE INFRAVERMELHO (fNIRS).....	60
4.1	INTRODUÇÃO.....	60
4.2	MÉTODOS	61
4.2.1	Participantes	61
4.2.2	Medidas	61
4.2.3	Procedimentos	62
4.2.4	Análise de Dados.....	63
4.3	RESULTADOS.....	64
4.4	DISUCSSÃO.....	65
5	CAPÍTULO 5 - COMO A MÚSICA PODE AUXILIAR 5 KM DE CORRIDA?.....	70
5.1	INTRODUÇÃO.....	70
5.2	MÉTODOS.....	73
5.2.1	Participantes	73
5.2.2	Modelo do Estudo	73
5.2.3	Entrevista.....	74
5.2.4	Avaliação com Fnirs.....	75
5.2.5	Protocolo Experimental.....	77
5.2.6	Variabilidade da Frequência Cardíaca	79
5.2.7	Processamento dos Dados	80
5.2.8	Análise dos Dados: fNIRS	80
5.2.9	Análise dos Dados: 5 km de corrida.....	81
5.3	RESULTADOS.....	82

5.3.1	fNIRS.....	82
5.3.2	Análise Psicológica: 5km de Corrida	83
5.3.3.	VFC: 5 km de Corrida	84
5.3.4	Respostas Psicofisiológicas: 5 km de Corrida.....	86
5.4	DISCUSSÃO.....	87
5.5	CONCLUSÃO	90
6	CAPÍTULO 6 - CONSIDERAÇÕES FINAIS	95
7	CAPÍTULO 7 - ANEXOS.....	97
7.1	TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	97
7.2	PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA.....	98
7.3	APÊNDICES.....	99
	APÊNDICE A - Escala de sentimento	99
	APÊNDICE B - Escala de humor de Bunel	100
	APÊNDICE C - Avaliação do prazer e ativação percebidos	101
	APÊNDICE D - Percepção subjetiva de esforço – 10 pontos.....	102
	APÊNDICE E - Percepção subjetiva de esforço – 15 pontos	103
	APÊNDICE F - Escala de apreciação musical.....	104

CAPÍTULO 1

ESTRUTURA DA DISSERTAÇÃO

1.1 INTRODUÇÃO

Não perca sua vontade nos sonhos do passado, você deve lutar para mantê-los vivos. A frase imortalizada em uma das canções motivacionais mais famosas e estudadas no mundo (Survivor – Eye of the Tiger) representa o componente lírico musical e seus efeitos psicológicos sobre o nível de ativação ao exercício físico¹⁻³. O uso de estratégias psicológicas com caráter motivacional ou sedativo como a música têm sido aplicadas ao longo da história do homem, onde escritas cuneiformes da antiga mesopotâmia (4000 A.C.) já relatavam o uso de música com o objetivo de alterar padrões psicofisiológicos de maneira ainda rudimentar⁴.

Além disso, outros indicadores podem ser facilmente encontrados em livros como a bíblia (1 Samuel 16:21-23), onde relata David tocando a harpa com o intuito de curar a depressão do rei Salomão, uma estratégia bastante comum naquele momento. Também é importante notar que outros fatos como as guerras medievais e até mesmo a primeira Guerra mundial fizeram uso de batiques e caixas de som respectivamente, com o intuito de motivar soldados aliados e amedrontar soldados inimigos⁴. Vale ressaltar que batucadas e mesmo músicas com forte característica rítmica traziam consigo um componente extra chamado sincronização, no qual permitia de forma bastante simples as marchas e remadas perfeitas entre soldados, demonstrando organização e disciplina das tropas².

Baseado em similaridades de agressividade e empenho, o esporte contemporâneo tem tomado base nos recursos do passado para a obtenção de benefícios em ambiente competitivo. Michael Phelps, Haile Gebrselassie, Paula Radcliffe e Lance Armstrong são ícones e exemplos do uso desse tipo de estratégia sensorial para a melhora final do desempenho esportivo. No entanto, a ciência por trás desse antigo “ato de bruxaria” ainda nasce através de hipóteses psicológicas e com tímida influência fisiológica, o que pode em partes, dificultar a correta aplicação em termos de recomendação e orientação de uso dessa técnica.

Finalmente, os mecanismos cerebrais, assim como suas áreas de influência e ativação não dão subsídios suficientes para o entendimento neurológico em cada tipo de modalidade. Variadas são as variáveis influenciadoras quanto à essa prática, e um modelo de

interações deve em um futuro próximo contemplar as decisões de atletas e praticantes de exercício físico quanto ao uso da música. Desse modo, os próximos capítulos irão apresentar de forma detalhada o estado da arte referente ao tema e em subseqüente privar-se ao entendimento da auto-escolha musical sobre parâmetros cerebrais, de recuperação e desempenho durante 5 km de corrida.

1.2 OBJETIVOS E MODELO DA DISSERTAÇÃO

Para a presente dissertação foi adotado o modelo alternativo, ou escandinavo, pelo qual a contextualização do problema dá origem ao estabelecimento de diferentes objetivos, que por sua vez são analisados a partir da redação de dois ou mais artigos. Portanto, esta dissertação será composta por uma introdução geral ao tema e quatro artigos: uma revisão narrativa sobre o presente tema já publicada, e três artigos originados do projeto de pesquisa já desenvolvido.

A revisão narrativa apresenta de forma geral o estado da arte sobre música e exercício físico, em seguida, três trabalhos envolvendo música e variações psicofisiológicas são apresentados, esses trabalhos explanam de forma progressiva e sistemática a idéia central do tema abordado na presente dissertação. Assim, os objetivos do presente estudo serão analisados a partir da redação dos artigos seguintes, que contemplam cada um os seus métodos, e serão submetidos a periódicos indexados, de acordo com a normatização exigida especificamente:

Artigo 1: Música: Um recurso psicofisiológico para o exercício físico e o esporte.

Artigo 2: Como o córtex pré-frontal “escuta” os componentes musicais? Um estudo com espectroscopia próxima de infravermelho (fNIRS).

Artigo 3: Como a música calma e motivacional são capazes de afetar a atividade do córtex pré-frontal e respostas emocionais: Um estudo com espectroscopia próxima de infravermelho (fNIRS).

Artigo 4: Como a música pode auxiliar 5 km de corrida?

REFERÊNCIAS

1. Karageorghis CI, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *J Sport Behav* 1997; 20: 54-68.
2. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I) *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 44-66.
3. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II) *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 67-84.
4. Conrad C, Niess H, Jauch K-W, Bruns CJ, Hartl WH, et al. Overture for growth hormone: Requiem for interleukin-6? *Critical Care Medicine* 2007; 35: 2709–2713

CAPÍTULO 2

MÚSICA: UM RECURSO PSICOFISIOLÓGICO PARA O EXERCÍCIO FÍSICO E O ESPORTE

RESUMO

O uso da música tem sido identificado como um potencial recurso ergogênico capaz de melhorar o desempenho ao exercício físico. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi de revisar os possíveis mecanismos de ação da música durante o exercício, cobrindo novas perspectivas sobre o tema. O método consistiu na procura, seleção e estratificação de artigos originais nas mais importantes bases de dados, usando os seguintes descritores: Música, exercício, desempenho e fadiga. Nós consideramos todos os modelos e tipos de exercício e música. Esse artigos sugeriram que o uso da música como um recurso ergogênico é eficiente para melhorar o desempenho; diminuir a percepção subjetiva de esforço e trazer boas lembranças para o o exercício, desde que várias recomendações e orientações sejam respeitadas. O principal mecanismo de ação proposto para seus efeitos ergogênicos são baseados em hipóteses comportamentais e ainda estão sendo discutidos, além disso não existem evidências suficientes para descarta nenhuma delas, o que demonstra a necessidade de futuros estudos.

Palavras chave: Recursos sensoriais. Esportes. Atividade motora.

2.1 INTRODUÇÃO

A evolução da ciência na formação esportiva e a busca dos limites do desempenho humano, particularmente na última década, têm atraído inúmeros pesquisadores a investigar o potencial efeito ergogênico de diferentes recursos que podem contribuir para a melhora do desempenho físico de atletas em diferentes esportes ^{1,2}. O termo "ergogênico" é derivado das palavras gregas "ergon" e "genes", que significam "trabalho" e "produção" ou "criação", respectivamente ³. Recursos ergogênicos são tradicionalmente classificados em cinco categorias: mecânicos, psicológicos, fisiológicos, farmacológicos e nutricionais ^{4,5}, variando de procedimentos seguros e legais (por exemplo, a ingestão de hidratos de carbono ou cafeína) até meios ilegais e potencialmente inseguros, tais como o uso de anabolizantes esteróides e infusão sanguínea ^{5,6}.

Entre esses recursos, a música tem sido classificada como um auxílio ergogênico psicológico ³ e atraído o interesse principalmente por seus efeitos encontrados em estudos com foco no desempenho durante a tarefa ⁷⁻¹⁰, pré-tarefa ¹¹ e pós- tarefa ¹². Karageorghis e Terry ¹³ e mais recentemente, Karageorghis e Priest ¹⁴ apresentam três

possíveis hipóteses sobre como a música pode influenciar o comportamento motor. A primeira hipótese é que a canção “usa” parte da atenção, fazendo com que o indivíduo responda menos para os sinais de fadiga durante o exercício. Esta hipótese é baseada em um modelo de processamento paralelo da informação¹⁵, no qual sugere que informações de diferentes vias aferentes são processados simultaneamente^{16,17}. A segunda hipótese defende uma predisposição do corpo em sincronizar os movimentos com o componente rítmico da música¹⁸⁻¹⁹, ou seja, as batidas por minuto (bpm) da música iriam influenciar o ritmo dos movimentos cíclicos do exercício (por exemplo, caminhar ou andar de bicicleta)²⁰. A terceira hipótese baseia-se na suposição de que a música pode evocar associações extra-musicais, podendo ser classificada como positiva para a atividade física (aumento da excitação ou aceleração do processo de recuperação)^{21,22}. A hipótese baseia-se na influência da experiência pessoal, muitas vezes por meio da cultura popular (por exemplo, filmes, TV e etc...) De modo que se uma música anteriormente associada com a atividade física, pode agir como um estímulo condicionado, provocando reações psicofísicas^{17,23}. Cada uma dessas hipóteses será tratada em um ponto de vista prático e aprofundado nos tópicos abaixo.

Junto com o estudo dos mecanismos, uma série de abordagens experimentais estão tentando expandir o leque de conhecimentos na área, enfatizando os aspectos da música que podem mudar a magnitude do efeito ergogênico, tais como o tipo de música e o ritmo da mesma. A influência de outros fatores para além das características musicais, como por exemplo os tipos de música utilizados e o nível de condicionamento físico dos sujeitos também foram estudados. Todos esses estudos estão direcionados para três hipóteses possíveis anteriormente citadas²⁴⁻²⁷.

Como mencionado acima, há um grande interesse no estudo da música e seu potencial efeito ergogênico. No entanto, a literatura carece de uma síntese com as principais conclusões na tentativa de direcionar futuros experimentos, revendo o que foi tentado e o que ainda precisa ser estudado. Dentro dessa perspectiva, consideramos de grande importância organizar e identificar os principais artigos que tiveram como objetivo testar o efeito da música no desempenho físico e emocional. Dessa forma, o objetivo desta revisão de literatura foi estratificar e organizar as evidências sobre o efeito ergogênico da música no desempenho do exercício e abordar as principais hipóteses que explicam os seus efeitos em uma perspectiva prática para uso em atividades físicas e esportes.

2.2 MÉTODOS

O método do estudo foi a busca, seleção e estratificação de dados na literatura de importantes bases de dados internacionais (MEDLINE, SPORT DISCUSS, SCOPUS, Web of Science) e nacionais (SciELO). A pesquisa foi orientada pelos descritores: Music/Música, Exercise/Exercício, performance/desempenho e fadigue/fadiga, em inglês e português, respectivamente, em todas as combinações possíveis. Estas palavras foram escolhidas porque julgamos essas como capazes de responder as necessidades em mostrar os efeitos da música durante o exercício físico no desempenho e sobre parâmetros de fadiga.

2.2.1 Critério de Inclusão

Apenas artigos originais obtidos na íntegra, com os seres humanos como sujeitos foram considerados para análise. Além disso, artigos de revisão, condições não-exercício e populações patológicas foram excluídos, e todos os protocolos de exercícios encontrados foram incluídos na revisão. Independentemente do tipo de música (tipo, tempo, ritmo e preferência), todos os estudos foram incluídos desde que a música estivesse presente à condição de exercício.

2.3 MECANISMOS E PERSPECTIVAS DE AÇÃO MUSICAL

2.3.1 A Hipótese do Processamento Paralelo

A hipótese de processamento paralelo afirma que o processamento de informações em fontes internas ou externas, independentemente do exercício ou a falta dela, ocorre em paralelo ¹⁵. Isto significa que, basicamente, uma série de estímulos é recebido pelo cérebro, e são processados pelo córtex de uma maneira pré-consciente, a fim de aumentar o foco de interpretação para informações consideradas mais importantes em um determinado momento ²⁸. As principais informações aferentes atingem o foco consciente, que pode de alguma forma ser modulada pelo sujeito, uma vez que o mesmo é capaz de priorizar o que ele considera mais importante ou inconscientemente julga da mesma forma. Muitas dessas respostas são observadas nos mecanismos responsáveis para a percepção de esforço ¹⁵, estado afetivo, ²² e sinais não-verbais ¹³. A partir desta perspectiva, alguns autores tentaram observar

as possíveis respostas geradas pela interação entre o exercício e a música como um sinal de dissociação²⁹⁻³¹. Uma grande perspectiva relacionada a este tópico é o volume de som e uma música não ainda experienciada, sendo esses por sua vez capazes de distrair o ouvinte, principalmente no início do exercício, alterando a curto e médio prazo variáveis psicofisiológicas³².

2.3.2 Hipótese da Sincronização

Os mecanismos de sincronização mostram a capacidade do cérebro em sincronizar inconscientemente os movimentos de exercícios cíclicos, como por exemplo, a pedalada no ciclismo e as batidas por minuto de música¹⁹. Existem importantes evidências que consolidam esta hipótese³³. Além disso, alguns pesquisadores têm mostrado interesse nas respostas afetivas que podem ser geradas por esse processo de sincronização^{34,35}. Essa hipótese vem sendo considerada atualmente a mais importante em um modelo hierárquico, propondo a resposta rítmica como responsável por fazer com que o sujeito aumente seu desempenho final¹⁴. A nova perspectiva para esta hipótese é de que a música correta pode atuar mantendo a cadência ao longo da tarefa e possivelmente diminuindo a queda de desempenho em alguns momentos da atividade^{36,37}.

Para sincronizar a batida da música com a cadência de movimentos cíclicos, alguns dispositivos foram contruídos, como o moBeat que foi projetado para sincronizar outros indicadores importantes como a frequência cardíaca com o ritmo musical³⁸, além disso o BODiBEAT foi proposto para o mesmo fim em maior validade ecológica, com o padrão de movimento e ritmo de corrida *on-line*.

2.3.3 Hipótese Motivacional

Esta hipótese é baseada em aspectos comportamentais, principalmente nos mecanismos afetivos e sócio- culturais. A hipótese motivacional indica uma mudança na excitação do sistema nervoso central durante uma música em particular, uma vez que a memória pode associar essa canção ou ritmo particular com uma situação específica²². Isso muitas vezes pode promover sensações de relaxamento, raiva, saudade, felicidade, entre outros sentimentos, que, no caso do exercício podem levar a mudanças no desempenho^{16,17,25}.

Para atletas, as músicas são usadas com o intuito de diminuir a ansiedade pré- competitiva, ou para aumentar a motivação e vontade de vencer ³⁹.

Dentro desta perspectiva, os estudos que se concentraram nesta teoria testam o uso da música como um ergogênico especificamente em diferentes condições de mudança no estado afetivo e humoral durante o exercício ^{20,40,41}. Esta hipótese detêm dois aspectos particulares que devem ser contemplados, representados de forma direta e/ou indireta. A forma direta faz referência a ação dos componentes da música sobre os sentimentos (melodia, harmonia, melodia e timbre), dessa forma questionários e análises musicais são capazes de indicar para cada sujeito o melhor tipo de música, mas a forma indireta mostra uma grande perspectiva para estudos futuros, uma vez que a auto-seleção musical pode trazer memórias e lembranças capazes de aumentar o vigor e vontade de agir, fato esse de difícil mensuração.

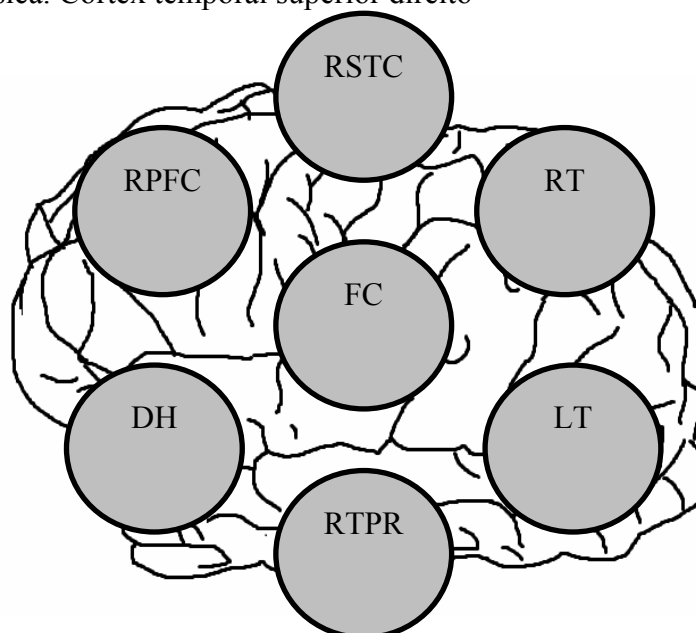
2.3.4 Música, Seus Componentes e Ativação

A música tem sido amplamente estudada em muitos contextos, como por exemplo em terapia para doenças (hipertensão, autismo e reabilitação neurológica) ⁴²⁻⁴⁴, para a intervenção em casos de estresse, melhora do humor e memória ⁴⁵ e em exercícios físicos e esportes como uma forma de melhorar o desempenho ou simplesmente transformá-lo em uma atividade mais agradável ^{7,8}. A música é caracterizada como uma forma harmoniosa de som que funciona com espaços de tempo constante ou às vezes inconstantes, traduzido de uma forma melódica, as vezes chamado de arte, e contém componentes específicos que fazem a música capaz de atravessar as barreiras do pensamento e subconsciente, atuando em nossa emoção e memória.

Seus componentes são peças individuais de um todo, capaz de serem analisadas e moduladas por aqueles que compõem ou experimentam. São eles: A melodia, traduzido como uma organização complexa e sucessiva de intervalos entre som e silêncio, normalmente transcrita de forma linear; a harmonia, é um conjunto de emissões simultâneas de sons relacionados, com diferentes frequências, conhecido como o resultado de diferentes notas sobrepostas; ritmo, chamado como a arte decorrida no domínio de tempo, entre os intervalos regulares de uma verso musical; tom, conhecido como a altura do som dentro de uma escala de referência; e o timbre, determinado como aquele que traz sentido para a qualidade sonora, relacionado com a capacidade em diferenciar sons similares.

Cada componente musical tende a ser interpretado em diferentes locais do cérebro, como mostrado na figura 2.1. Um sistema neural especializado localizado no córtex temporal superior direito (RSTC) é responsável pela análise da melodia, tal como uma rede neural no córtex pré-frontal direito (RPFC) interpreta as comparações de tom, para além disso, este componente parece ser analisado na têmpera direita (RT) e no córtex frontal como um todo (FC). O hemisfério dominante (DH), que na maioria das pessoas é o lado esquerdo está relacionado com as análises de ritmo e tom, e tudo indica que a têmpera esquerda (LT) realiza apenas a percepção dos intervalos, enquanto a região temporoparietal direita (RTPR) interpreta as emoções e respostas hedonistas relacionadas a música ⁴⁶.

Figura 2.1 – Regiões cerebrais especializadas na análise perceptiva dos componentes da música. Córtex temporal superior direito



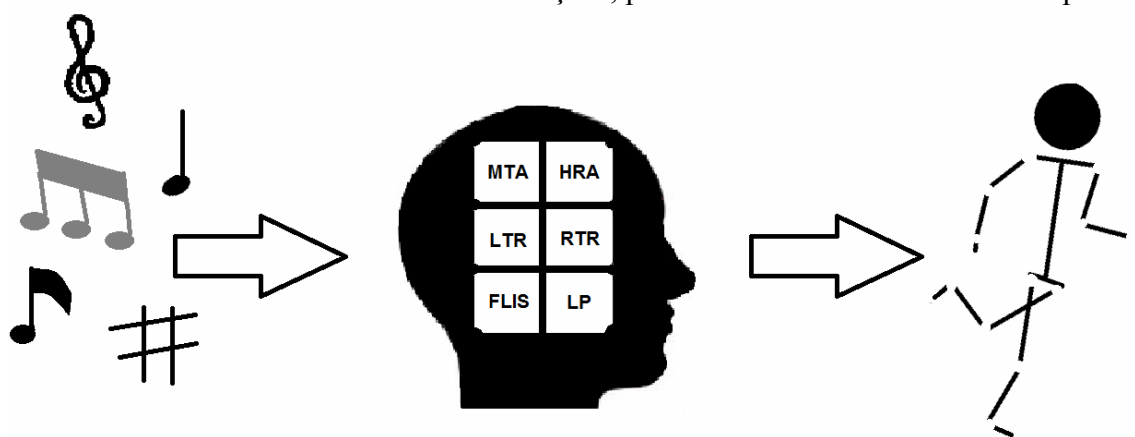
(RSTC), córtex pré-frontal direito (RPFC), têmpera direita (RT), córtex frontal (FC), hemisfério dominante (DH), têmpera esquerda (LT) e região temporoparietal direita (RTPR).

No entanto, quando são analisadas as regiões cerebrais específicas do controle de movimento, podemos ver que alguns deles mantêm relação ou semelhança com análises musicais, foi especialmente evidenciado que o córtex pré-motor, a área pré-motora suplementar, o córtex motor primário e a parte inferior do córtex parietal posterior, aparentemente mantêm relação com a interpretação musical. O que deve ficar claro é que, apesar de diferentes áreas de compreensão, análise, interpretação e comando, o nível de ativação pode ocorrer em paralelo para a música e o exercício ²⁸⁻⁴⁷ e ainda vale a pena

salientar que nenhuma hipótese não cientificamente baseada deve ser realizada sem procedimentos metodológicos corretos com o uso de fMRI ou EEG.

A percepção da música acontece em três estágios, desde o momento inicial, como a percepção pura do estímulo auditivo, até a análise da estrutura da música subdividida em seus componentes básicos e complexos chegando ao momento da identificação de som ⁴⁸. A consequência desse processo decorre na área temporal média (MTA) que é responsável pelas emoções causadas pela música e também na área direita do hipocampo (HRA), na região temporal esquerda (LTR), na região temporal direita (RTR), no giro frontal inferior esquerdo (FLIS) e no precuneus esquerdo (LP), que são regiões identificadas pela memória ⁴⁶ (Figura 2.2).

Figura 2.2 – Representação ilustrativa sobre como a música pode agir em regiões cerebrais relacionadas à memória e emoções, permitindo um aumento no desempenho.



Área temporal média (MTA), área direita do hipocampo (HRA), região temporal esquerda (LTR), região temporal direita (RTR), giro frontal inferior esquerdo (FLIS), precuneus esquerdo (LP).

2.3.5 Efeitos da Música no Desempenho Físico

Os principais modelos da relação entre a música e o exercício envolvem intensidades submáximas ^{26,29,49} e máximas ^{25,33,50} de característica cíclica. Poucos estudos têm como alvo exercícios de circuito fechado, como o contra-relógio ^{34,35} e apenas um estudo utilizou o exercício isométrico ¹⁷. As populações estudadas são, predominantemente, indivíduos ativos saudáveis, com algum grau de formação, mas não-atletas. Entre os artigos revistos, a maioria tem encontrado algum tipo de efeito positivo associado ao uso da música em paralelo ao exercício, independentemente do tipo de exercício. As diferenças significativas em relação ao efeito ergogênico da música em relação à condição de controle estão

relacionados com o aumento do tempo até a exaustão^{50,51}, diminuição da taxa de esforço percebido ou diminuição do tempo total de teste^{29,34}.

2.3.6 Exercício Submáximo

O efeito ergogênico da música têm sido relatado em exercício submáximos, com um efeito positivo a ser observado em cerca de 90% dos estudos revisados (Tabela 2.1), indicando que em intensidades abaixo do limiar anaeróbio, a teoria de dissociação parece ter bastante influência. No estudo de Waterhouse et al.,²⁹ os autores investigaram diferentes tipos de música selecionadas de acordo com as preferências musicais do voluntário. A presença de música rápida durante o exercício submáximo de 25 minutos proporcionou um efeito positivo significativo de interação entre a faixa de música e o tempo do programa de exercícios, permitindo mudanças de 2,1%, 3,5% e 0,7% nas variáveis de distância, potência e cadência, respectivamente. Em contraste, no mesmo estudo, houve uma diminuição nos mesmo parâmetros para a música lenta de 3,8 %, 9,8 % e 5,9 %, o que indica a importância de componentes musicais tais como o ritmo e a duração.

No estudo de Edworthy e Warind³¹, vários tipos de ritmo e volume musical foram testados durante várias sessões de dez minutos de caminhada e corrida, configurados para que os voluntários se sentissem confortáveis. Medidas de percepção de esforço, frequência cardíaca, velocidade e estado afetivo foram obtidos. Os dados demonstram que tanto o ritmo quanto o volume musical influenciam os parâmetros de desempenho e frequência cardíaca, além disso, a frequência cardíaca parece ser influenciada principalmente pelo ritmo comparado ao volume, com a presença do aumento do ritmo sistólico através da utilização de ritmos mais rápidos.

Szmedra e Bacharach⁵² identificaram resultados positivos do uso da música como um auxílio ergogênico para o exercício submáximo em variáveis fisiológicas e psicológicas. O protocolo consistiu de 15 minutos de corrida a 70% do VO₂ máximo. Entre as conclusões do estudo, destaca-se uma menor taxa de trabalho cardíaco, menor pressão arterial sistólica, menor concentração de lactato no sangue, menor taxa de produto de pressão ($[\text{frequência cardíaca}] \times [\text{pressão arterial sistólica}] / 100$) e menor percepção de esforço na condição música comparada com a condição controle ($P < 0,05$), além de menor, mas não significativa quantidade de norepinefrina circulatória ($P = 0,07$).

Karageorghis et al.,¹⁶ investigaram a influência do ritmo da música durante o exercício submáximo, com o objetivo de verificar o efeito ergogênico na motivação. Eles utilizaram um protocolo de 26 minutos a 70% da frequência cardíaca de reserva. Os resultados mostraram que um ritmo médio (115-120 batimentos por minuto) com 75 decibéis foi considerado pelos alunos como mais interessante para a realização de exercício físico e capaz de melhorar o seu estado motivacional momentâneo.

Em resumo, o efeito ergogênico da música durante o exercício submáximo é consistente na literatura disponível. Como exemplificado nos artigos acima mencionados, as principais influências são o ritmo e a familiaridade, demonstrando um efeito sobre as variáveis fisiológicas e perceptuais. O volume oferece um efeito apenas se associado a um ritmo elevado. Para ser considerado efeito ergogênico nas tabelas 2.1, 2.2, e 2.3, qualquer alteração estatisticamente significativa em qualquer uma das variáveis estudadas foi considerado.

2.3.7 Exercício Máximo

Há uma taxa média de efeitos positivos no contexto do exercício máximo, cerca de 80% dos estudos mostraram tal efeito. Portanto, este índice pode ser visto como um êxito considerável. Os principais achados dentro deste contexto foram em algumas variáveis de desempenho (Tabela 2.2), por exemplo o tempo de exaustão. Karageorghis, et al.,⁵⁰, avaliando indivíduos ativos em uma corrida a 75% da frequência cardíaca de reserva até a exaustão nas condições música motivacional, não motivacional e controle, observaram que a condição música motivacional foi capaz de aumentar a tempo total de teste em comparação com as outras condições ($P < 0,05$), além de obter menor percepção de esforço e melhor estado afetivo nos dois minutos antes mesmo de iniciar o teste.

No estudo de Elliott et al.,²³, seguindo um processo rigoroso de seleção musical, os sujeitos realizaram um teste de 12 minutos em bicicleta ergométrica sob três diferentes condições (condição motivacional, condição não-motivacional e controle). A distância percorrida foi de 7,11 km para a condição música motivacional, 6,87 km para a condição de música não-motivacional e 6,41 km para a condição de controle. Houve diferença estatisticamente significativa entre a condição música motivacional e condição de controle ($P < 0,05$). Ainda, Mohammadzadeh et al.,²⁵ usaram o teste de Bruce em indivíduos com diferentes níveis de aptidão física (ativos e inativos), e encontraram diferenças significativas

($P < 0,05$) no esforço percebido de voluntários sem treinamento. Além disso, o tempo até exaustão foi maior na condição música de ambos os grupos, mas sem significado estatístico .

Comparando cinco ritmos musicais durante uma atividade máxima em cicloergômetro (ritmo rápido (FR), o ritmo lento (SR), rápido para lento (FSR), lento para rápido (SFR) e controle (C)), Szabo et al.,²⁷ observaram que na condição SFR, a carga de trabalho foi significativamente maior do que em todas as outras condições ($P > 0,05$). No entanto, não houve diferenças na frequência cardíaca de reserva e na frequência cardíaca máxima. Além disso, a eficiência (taxa de reserva de energia/ atividade do coração) foi maior em SFR comparada com as outras condições experimentais. Os resultados sugerem que quando confrontados com a dificuldade crescente do teste, a música rápida pode atuar de forma positiva ao desempenho do exercício, permitindo que o participante possa alcançar uma maior carga de trabalho.

De acordo com os estudos acima mencionados e os dados da tabela 2.2, há uma indicação de que o efeito ergogênico da música durante o exercício máximo está relacionado com os modelos de maior duração, e este efeito parece ter os fatores motivacionais como seu principal mecanismo. Estudos com a presença de música durante os modelos de curto prazo (por exemplo, teste de Wingate) são escassos e não mostraram diferenças significativas.

2.3.8 Contra-Relógio

Apenas dois estudos que investigaram a interação de música em testes contra-relógio foram encontrados^{34,35}. Ao analisar os resultados, ambos os estudos mostraram algum tipo de benefício resultante da utilização de música (Tabela 2.3). No estudo de Lim et al.,³⁵, durante um ensaio de 10 km, a intervenção musical ocorreu em momentos diferentes, sendo uma condição entre o início do teste e o quinto km (M1) e em uma outra condição do quinto para o décimo quilômetro (M2). A principal diferença encontrada foi na velocidade durante o teste. Quando os sujeitos sabiam que a música seria introduzida nos últimos cinco quilômetros, a prova começou com uma velocidade maior e a interação entre a condição e a distância apresentou além disso diferenças estatisticamente significantes ($P < 0,05$) .

O estudo realizado por Atkinson et al.³⁴ também apresentou efeitos sobre a velocidade, o que foi estatisticamente superior na condição de música em relação à condição sem música ($P < 0,05$), resultando consequentemente em uma diminuição do tempo total

necessário para concluir o ensaio. No entanto, a frequência cardíaca, a percepção de esforço e a energia gerada durante o tempo não diferiu significativamente. Ambos os estudos mostraram uma velocidade média mais elevada, sem diferenças na percepção de esforço ou outras variáveis fisiológicas, demonstrando um efeito positivo sobre a estratégia de corrida dos voluntários.

Tabela 2.1 – Efeitos da música em exercícios submáximos.

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Commentários
Waterhouse et al. (2009)	12	H	Saudáveis	Auto-escolha	25 min – cicloergômetro submáximo	Sim	Interação entre a faixa da música e o tempo ($P < 0,05$), com diferenças de 2,1%, 3,5% e 0,7%, nas variáveis: distância, cadência e potência, respectivamente para a música rápida e de 3,8%, 9,8% e 5,9%, nas mesmas variáveis para a condição música lenta.
Shaulov et al. (2009)	28	14H e 14M	Saudáveis	Diferentes músicas	Aula de ciclismo	Sim	Relatado mais prazer e menos cansaço, porém a frequência cardíaca e o gasto energético não mostraram nenhuma diferença.
Karageorghis et al. (2008)	29	15H e 14M	Saudáveis	Auto-escolha	26 min de caminhada a 70% da FC de reserva	Sim	Os efeitos positivos foram gerados na avaliação de algumas variáveis com a música motivacional de tempo médio ($P < 0,05$).
Dyrlund et al. (2008)	200	74H e 126M	Baixo risco (ACSM)	Favorita e menos favorita	20 min de caminhada	Não	A percepção subjetiva de esforço e o foco de atenção não mostraram diferença, no entanto o uso de música preferida apresentou um maior índice de dissociação com relação ao exercício ($P < 0,01$).
Nakamura et al. (2008)	10	6H e 4M	Ativos	Favorita e menos favorita	27 Km/hr no cicloergômetro	Sim	O humor foi influenciado pela escolha da música ($P < 0,05$), mas o desempenho não alterou.

EE = Efeito Ergogênico.

Tabela 2.1 – Efeitos da música em exercícios submáximos (continuação).

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Comentários
Edworthy et al. (2006)	30	15H e 15M	Não apresentado	'The Beiderbecke Connection' tocado por Frank Ricotti Allstars	5 sessões de 10 min de caminhada	Sim	Associação de ritmo e alto volume forneceram as mais significantes diferenças nas variáveis de velocidade de corrida e frequência cardíaca (P <0,05).
Yamashita et al.(2006)	8	H	Saudáveis	Auto-escolha	30 min de ciclismo submáximo	Sim	A música tem influenciado positivamente o desempenho, diminuindo a percepção de estresse em menores intensidades de exercício submáximo (40% VO ₂ m'sx) (P <0,05).
Potteiger et al.(2000)	27	14H e 13M	Ativos	Música rápida, música clássica e auto-escolha	20 min de caminhada a 70% do VO ₂ pico	Sim	Cada tipo de música resultou em dados diferentes em relação à condição sem música (P <0,05), causada por um mecanismo de distração.
Szmedra et al. (1998)	10	H	Treinados	Música Clássica	15 min a 70% do VO ₂ máx	Sim	Menor percepção de esforço (10%), menor concentração de lactato no sangue (22,5%) e menor quantia de catecolaminas circulantes (17,5%) no estado de música (P <0,05).
Brownley et al. (1995)	16	4H e 12M	Treinados e não treinados	Música rápida e música sedativa	Correndo em diferentes intensidades	Sim	Os sujeitos destreinados responderam de forma mais pronunciada do que os sujeitos treinados no desempenho final (P <0.05).

EE = Efeito ergogênico.

Tabela 2.2 - Efeitos da música em exercícios máximos.

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Commentários
Tate et al. (2012)	24	9H e 15M	Nadadores	Auto-escolha	4 séries de estilo livre com 50 m e um estilo livre de 800 m	Sim	Melhoras no desempenho de natação foram evidenciadas para a condição música (P<0,05).
Biagini et al. (2012)	20	H	Estudantes treinados em resistência	Auto-escolha	Supino e salto	Sim	Aumento no desempenho para a condição música (força explosiva e potência de salto) (P<0,05).
Terry et al. (2011)	11	6H e 5M	Triatletas	Motivacional e sincronizada	99% do pico de VO ₂ até a exaustão	Sim	Melhores resultados para variáveis afetivas e estado de humor com música (Cohen's d foi aplicado, apresentando satisfatório tamanho do efeito)
Nakamura et al. (2010)	15	H	Saudáveis	Música favorite e não favorita	Pedalando a 100% da potência crítica até exaustão	Sim	Maior distância, bem como menor taxa de esforço percebido para a condição de Música Favorita (P <0.05).
Karageorghis et al. (2009)	30	15H e 15M	Ativos	Sincronizada motivacional e sincronizada não motivacional	Corrida até exaustão	Sim	A música sincronizada motivacional demonstrou um efeito ergogênico sobre o exercício, aumentando o tempo até a exaustão (P <0.05).
Mohammadzadeh et al. (2008)	24	18H e 6M	Treinados e não treinados	"Trelinum album Sash"	Teste de Bruce	Sim	Diferença significativa na percepção dos indivíduos não treinados na condição música (P <0.05).

Tabela 2.2 - Efeitos da música em exercícios máximos (continuação).

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Commentários
Eliakim et al. (2007)	24	12H e 12F	Jogadores de vôlei	Time after Time: California Dream and Heaven	Teste de Wingate	Sim	Música afetou a condição de aquecimento e demonstrou benefício no desempenho anaeróbio (P<0.05).
Macone et al. (2006)	27	14H e 13M	Ativos	"Wim Mertens - Struggle for Pleasure"	Caminhando a 75% da FC de reserva até exuastão	Sim	Variáveis psicológicas tiveram respostas menores, tais como: estado de ansiedade, fadiga, estresse, depressão e confusão. Mulheres exercitaram-se mais com a presença da música (P <0.05).
Crust L. (2004) ^a	15.	H	Saudáveis	Música familiar e não familiar	Teste de Bruce	Não	Nenhuma diferença encontrada (P <0.05).
Crust L. (2004) ^b	27	H	Saudáveis	Auto-escolha	Teste isométrico de ombro até exaustão	Sim	Maior tempo de exaustão nos sujeitos que ouviram música (P <0.05).
Bourdeaudhuij et al. (2002)	30	10H e 20M	Crianças	Auto-escolha	Teste incremental em esteira até exaustão	Sim	O desempenho foi aumentado (maior distância percorrida), sendo um efeito positivo sobre a perseverança (P<0.05).

EE = Efeito ergogênico.

Tabela 2.2 - Efeitos da música em exercícios máximos (continuação).

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Commentários
Elliott et al. (2004)	18	8H e 10M	Com experiência prévia	Música motivacional e não motivacional	Teste de 12 min em bicicleta	Sim	Maior distância total em condições com a música (P<0.05).
Yamamoto et al. (2003)	6	H	Saudáveis	Ritmo rápido e lento	Ciclismo supramáximo por 45 seg	Não	A concentração de norepinefrina foi inferior em condições de música lenta em comparação com o ritmo rápido (P <0,05).
Szabo et al. (1999)	24	12H e 12M	Estudantes	Devagar, rápida, devagar para rápida e rápida para devagar	Teste incremental máximo	Sim	A potência e eficiência foram influenciados positivamente na condição música lenta para rápida (P <0.05).
Pujol et al. (1999)	15	12H e 13M	Ativos	Músicas com mesmo ritmo	Teste de wingate	Não	Potência média, potência máxima, potência mínima e índice de fadiga não apresentaram diferença significativa.
Copeland et al. (1991)	24	11H e 13M	Saudáveis	Músicas rápidas e lentas	Andar/corer até exaustão	Sim	Maior tempo de exaustão, bem como menor taxa de esforço percebido para a condição B (música lenta e volume baixo) em relação à condição controle (P <0,05).

EE = Efeito ergogênico.

Tabela 2.3 – Efeitos da música em exercícios de contra-relógio

Pesquisadores	N	Gênero	População	Música	Teste	EE?	Commentários
Lim et al. (2009)	11	H	Ativos	The "Lucozade Hydro Active® Workout Music"	10 km de ciclismo contra-relógio	Sim	Os sujeitos aumentaram sua velocidade média (de 1 a 1,25 + Km.hr-1) (P <0,05) na condição em que eles sabiam que a música seria introduzida nos últimos 5 km, e modificaram sua estratégia de ritmo.
Atkinson et al. (2004)	16	H	Ativos	"Trance" (Tempo = 142 bpm, Volume = 87 dB).	10 km de ciclismo contra-relógio	Sim	Apesar de não haver diferenças na percepção, o tempo total de teste foi menor na condição com música (P <0.05).

EE = Efeito ergogênico.

2.4 OUTROS FATORES IMPORTANTES

2.4.1 População Estudada

Nesta revisão a população foi composta por indivíduos considerados fisicamente ativos, treinados, indivíduos saudáveis, atletas e até crianças. Observou-se uma maior expressão positiva em populações com baixo nível de aptidão física ^{25,49}, já que em situações de exercício na intensidade moderada a severa, feito principalmente por voluntários com maior aptidão física, a música não parece suprir os grandes efeitos do exercício físico no processamento paralelo cerebral ^{17,53}. Os estímulos gerados pela música nesta intensidade não parecem ser interpretados com a mesma importância, sem alterar a percepção de esforço, o sentimento de dor ou a vontade de terminar a corrida da melhor forma possível ⁴⁹. Assim, a condição de menor nível de aptidão física surge como um aspecto positivo, capaz de aumentar o efeito ergogênico da música enquanto uma intervenção psicológica ao exercício ^{54,55}.

2.4.2 Tipo de Música

O tipo de música escolhido e utilizado para testes, exercícios físicos e relaxamento parece extremamente crucial para o objetivo em questão ^{30,41}. Embora existam três possíveis hipóteses para a aplicação da música como um recurso ergogênico, o indivíduo pode ser motivado pela música, ser capaz de sincronizar o ritmo de seu passo com ele e ainda processar a informação aferente em paralelo.

Dada a importância dos componentes musicais, os estudos que compõem este comentário parecem testar uma das três teorias em particular: a hipótese de dissociação ⁵², a hipótese da sincronização ⁵⁶ ou a hipótese psicomotora ⁵⁷. No entanto, segundo Karageorghis et al., ⁵⁸, todos os componentes (batimentos por minuto, características sócio-culturais, volume, melodia, harmonia, linguagem e preferência musical) devem ser levados em conta. Diante deste contexto, o mesmo autor cria o Brunel Music Rating Inventory - 2 (BMRI-2), no qual consiste em um questionário capaz de avaliar a qualidade motivacional da música para a sua aplicação como um agente ergogênico, tornando-se muito importante levá-lo em consideração no momento da escolha musical.

2.4.3 Tipo de Teste/Exercício

Quando consideramos o tipo de teste, a escolha depende da capacidade física a ser avaliada (por exemplo, força isométrica, aptidão cardiorrespiratória e etc...). Dentro desta perspectiva, a música parece influenciar mais fortemente exercícios e testes de característica submáxima^{59,60}, expressa pelo aumento da tolerância ao exercício ou pela quantidade de trabalho realizado ao mesmo tempo, e uma possível explicação é dada pela hipótese do processamento paralelo, uma vez que os sinais aferentes em tarefas submáximas permite que a música possa competir com os sinais de fadiga ou dor¹⁵. No esporte de características coletivas há uma tendência fraca de estudos em utilizar este agente ergogênico durante o treinamento para motivar os atletas, mesmo em dias de carga máxima de periodização.

2.5 PERSPECTIVAS FUTURAS

A maioria dos estudos têm demonstrado um efeito positivo da música como auxílio ergogênico para o exercício físico. Essa prática não é nova, uma vez que a música tem sido usada por um longo tempo, mesmo sem o apoio científico. Ainda, a música tem mostrado um efeito ergogênico sobre o desempenho durante o exercício^{39,54}. Estudos realizados em vários modelos (por exemplo, isométricos e/ou acíclicos), protocolos (por exemplo, intermitentes, contínuos e incrementais) e domínios de intensidade são necessários para explicar o efeito ergogênico de algumas variáveis. Além disso, estudos com populações de diferentes graus de aptidão física (por exemplo, atletas, sedentários, ativos e treinados) também são importantes, uma vez que o nível de aptidão física pode influenciar as respostas.

No entanto, existe uma grande quantidade de perguntas sobre a música como um possível agente ergogênico. Entre elas: Qual é o componente musical mais importante? Será que este efeito ergogênico é realmente dependente do nível de aptidão física? A sincronização de músicas é baseada na frequência cardíaca, ritmo de pedalada/passada ou ambos? A alta intensidade do som pode aumentar o desempenho devido ao aumento de estimulação aferente? Será que a estratégia de corrida pode ser influenciada pela música? Como a música e o exercício físico são processados no cérebro?

2.6 RECOMENDAÇÕES E ORIENTAÇÕES

Depois de analisar as informações apresentadas pelos artigos que atenderam os critérios de inclusão iniciais, descobrimos que a música atua de forma eficiente como um auxílio ergogênico, particularmente em intensidades de exercício submáximas. Embora os mecanismos e as hipóteses não sejam ainda completamente elucidadas, esta ferramenta pode ser utilizada como um potenciador de desempenho ou de forma a minimizar a sensação de fadiga durante atividades físicas, fazendo sua prática mais agradável. Devemos prestar atenção às características musicais (tipo de música, tempo, ritmo e preferência), utilizando predominantemente o tipo de música que é mais agradável e motivador para o indivíduo ⁵⁵.

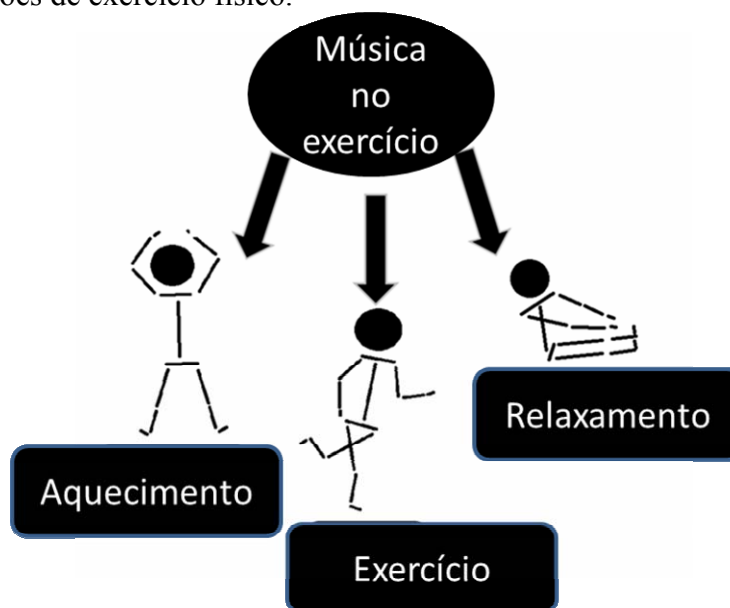
No que se refere ao momento de utilizar a música como um ergogênico, a maioria dos estudos aplicam a mesma durante o exercício. No entanto, seu uso não é raro antes da competição esportiva. Dada a escassez de estudos que avaliam seu momento da aplicação, apenas o efeito ergogênico da música aplicada durante o exercício apresenta maior número de confirmações, o que aparentemente está mais próximo do contexto relacionado ao seu em atividades físicas.

Com base no conhecimento já citado e nos estudos que visam testar a música e seus efeitos nos mais diversos modelos de exercício, propomos recomendações e orientações para a prática de acordo com os níveis de intensidade e duração do esforço. Para o nível de intensidade submáxima, a música deve ser usada em paralelo ao exercício, desta forma os possíveis mecanismos podem atuar diminuindo a percepção de esforço, e até mesmo proporcionando um aumento no desempenho ⁹. A música escolhida deve manter relações pessoais com o sujeito e agradá-lo, se possível trazendo boas lembranças, sempre levando em consideração um volume alto, algo entre 75 e 80 decibéis ¹⁶, com o objetivo de aumentar o estímulo cerebral recebido, mas sem afetar a saúde do ouvido.

Ainda, para exercícios de maior intensidade a escolha deve variar entre 120 e 140 bpm, fazendo com que os passos durante a corrida possam em alguns momentos serem sincronizados com o batimento musical, tornando plausível a permanência de seu ritmo estável ³¹. No caso de tarefas com cerca de 70% da capacidade aeróbia máxima, estudos têm mostrado que batimentos em torno de 115-125 são mais apropriados ⁵⁸, isso pode trazer também uma capacidade sincronizadora da música em atividades como caminhada e ciclismo

A figura 2.3 ilustra algumas das possíveis condições em que a música pode agir e auxiliar o exercício, aumentando a excitação ou diminuindo a ansiedade em um momento anterior ao exercício (condições de aquecimento), atuando em paralelo com o exercício, aumentando o desempenho e/ou diminuindo a percepção de esforço/sensações de fadiga e tornando a volta a calma mais eficiente e até mesmo acelerando o retorno para a homeostase.

Figura 2.3 – Representação ilustrativa de como a música pode auxiliar três diferentes condições de exercício físico.



As recomendações para as atividades máximas e esportes têm orientações muito semelhantes, no entanto, muitas vezes essas atividades não permitem fazer uso da música durante a mesma, neste caso, deve-se explorar o tempo de aquecimento para usar a música com o propósito motivacional, aumentando a vontade e a ativação para a prática. Porém, a música pode não alterar o desempenho final em atividades máximas, mas pode modificar o nível de fadiga durante a sessão de treinamento o que indica uma boa razão para seu uso. Em alguns casos, a música pode ser usada para diminuir a ativação e a agitação, reduzindo a ansiedade e melhorando a concentração, para isso deve-se fazer uso de músicas lentas (cerca de 70 a 80 bpm), antes ou após o exercício, com canções relaxantes e respeitando a mesma orientação de volume.

REFERÊNCIAS

1. Lippi G, Banfi G, Favaloro EJ, Rittweger J, Maffulli N. Updates on improvement of human athletic performance: focus on world records in athletics. *Br Med Bull* 2008; 87: 7-15.
2. Tokish JM, Kocher M S, Hawkins RJ. Ergogenic aids: a review of basic science, performance, side effects, and status in sports. *Am J Sports Med* 2004; 32: 1543-1553.
3. Bernstein A, Safirstein J, Rosen JE. Athletic ergogenic aids. *Bull Hosp Joint Dis* 2003; 61: 164-171.
4. Silver MD. Use of ergogenic aids by athletes. *J Am Acad Orthop Surg* 2001; 9: 61-70.
5. Thein LA, Thein JM, Landry GL. Ergogenic aids. *Physical Therapy* 1995; 75: 426-439.
6. Maughan RJ. Legal ergogenic aids? *Curr Sports Med Rep* 2009; 8: 165-166.
7. Biagini MS, Brown LE, Coburn JW, Judelson DA, Statler TA, Botaro M, et al. Effects of self-selected music on strength, explosiveness and mood. *J Strength Cond Res* 2011; 26: 1934-1938.
8. Tate AR, Gennings C, Hoffman RA, Strittmatter AP, Retchin SM. Effects of bone-conducted music on swimming performance. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 982-988.
9. Terry PC, Karageorghis CI, Saha AM, D'Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport* 2011; 15: 52-57.
10. Savitha D, Mallikarjuna RN, Rao C. Effect of different musical tempo on post-exercise recovery in young adults. *Indian J Physiol Pharmacol* 2010; 54: 32-36.
11. Eliakim M, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. The Effect of Music during Warm Up on Consecutive Anaerobic Performance in Elite Adolescent Volleyball Players. *Int J Sports Med* 2007; 28: 321-325.
12. Eliakim M, Bodner E, Eliakim A, Nemet D, Meckel Y. Effect of motivational music on lactate levels during recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 80-86.
13. Karageorghis CI, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *J Sport Behav* 1997; 20: 54-68.
14. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part I) *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 44-66.
15. Rejeski WJ. Perceived exertion: an active or passive process? *J Sport Exerc Psychol* 1985; 7: 371-378.
16. Karageorghis CI, Jones L, Stuart DP. Psychological effects of music tempi during exercise. *Int J Sports Med* 2008; 29: 613-619.

17. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills* 2004; 98: 985-991.
18. Macdougall R. The relation of auditory rhythm to nervous discharge. *Psychol Rev* 1902; 9: 460-480.
19. Smoll FL, Schultz RW. Accuracy of rhythmic motor behavior in response to preferred and nonpreferred tempos. *J Hum Movement Stud* 1982; 8: 121-138.
20. Potteiger JA, Schroeder JM, Goff KL. Influence of music on ratings of perceived exertion during 20 minutes of moderate intensity exercise. *Percept Mot Skills* 2000; 91: 848-854.
21. Gfeller K. Musical components and style preferred by young adults for aerobic fitness activities. *J Music Ther* 1988; 25: 28-43.
22. Lucaccini LF, Kreit LH. Music. In: Morgan PW, Corbin CB. *Ergogenic aids and muscular performance*. New York: Academic Press; 1972. p.240-245
23. Elliott D, Carr S, Savage D. Effects of motivational music on work output and affective responses during sub-maximal cycling of a standardized perceived intensity. *J Sport Behav* 2004; 27: 134-147.
24. Bigliassi M, Dantas JL, Carneiro JG, Smirmaul BPC, Altimari LR. Influence of music and its moment of application on performance and psychophysiological parameters during a 5 km time trial. *Rev And Med Dep* 2012; 5: 83-90.
25. Mohammadzadeh H, Tartibiyani B, Ahmadi A. The effects of music on the perceived exertion rate and performance of trained and untrained individuals during progressive exercise. *Phys Educ Sports* 2008; 6: 67-74.
26. Shaulov N, Lufi D. Music and light during indoor cycling. *Percept Mot Skills* 2009; 108: 597-607.
27. Szabo A, Small A, Leigh M. The effects of slow- and fast-rhythm classical music on progressive cycling to voluntary physical exhaustion. *J Sports Med Phys Fitness* 1999; 39: 220-225.
28. Hernandez-Peon R, Brust-Carmona H, Penaloza-Rojas J, Bach-Y-Rita G. The efferent control of afferent signals entering the central nervous system. *Annals of the New York Academy Science* 1961; 89: 866-882.
29. Waterhouse J, Hudson P, Edwards B. Effects of music tempo upon submaximal cycling performance. *Scand J Med Sci Sports* 2009; 20: 662-669.
30. Dyrlund AK, Wininger SR. The effects of music preference and exercise intensity on psychological variables. *J Music Ther* 2008; 45: 114-134.
31. Edworthy J, Waring H. The effects of music tempo and loudness level on treadmill exercise. *Ergonomics* 2006; 49: 1597-1610.
32. St Clair Gibson A, Baden DA, Lambert MI, Lambert EV, Harley YX, Hampson D, et al. The conscious perception of the sensation of fatigue. *Sports Med* 2003; 33: 167-176.

33. Macone D, Baldari C, Zelli A, Guidetti L. Music and physical activity in psychological well-being. *Percept Mot Skills* 2006; 103: 285-295.
34. Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *Int J Sports Med* 2004; 25: 611-615.
35. Lim HB, Atkinson G, Karageorghis CI, Eubank MR. Effects of differentiated music on cycling time trial. *Int J Sports Med* 2009; 30: 435-442.
36. Noakes TD. Time to move beyond a brainless exercise physiology: the evidence for complex regulation of human exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011; 36: 23-35.
37. Woods DL, Alain C. Functional imaging of human auditory cortex. *Curr Opin Otolaryngol Head Neck Surg* 2009; 17: 407-411.
38. Van Der Vlist B, Bartneck C, Mauelel S. moBeat: Using Interactive Music to Guide and Motivate Users During Aerobic Exercising. *Appl Psychophysiol Biofeedback* 2011; 36: 135-145.
39. Leyes JY. Influencia de la música en el rendimiento deportivo. *Apunts Medicina de l'Esport* 2006; 41: 155-165.
40. Nakamura PM, Deustch S, Kokubun E. Influence of preferred and non-preferred music on the mood and performance during heavy intensity exercise. *Rev Bras Educ Fis Esporte / Bra J Phys Educ Sports* 2008; 22: 247-255.
41. Nakamura PM, Pereira G, Papini CB, Nakamura FY, Kokubun E. Effects of preferred and non-preferred music on continuous cycling exercise performance. *Percept Mot Skills* 2010; 110: 257-264.
42. Teng XF, Wong MM, Zhang YT. The effect of music on hypertensive patients. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2007; 4649-4651.
43. Walworth DD. The use of music therapy within the SCERTS model for children with Autism Spectrum Disorder. *J Music Ther* 2007; 44: 2-22.
44. Schneider S, Schönle PW, Altenmüller E, Münte TF. Using musical instruments to improve motor skill recovery following a stroke. *J Neurol* 2007; 254: 1339-1346.
45. Mammarella N, Fairfield B, Cornoldi C. Does music enhance cognitive performance in healthy older adults? The Vivaldi effect. *Aging Clin Exp Res* 2007; 19: 394-399.
46. Montinaro A. The musical brain: myth and science. *World Neurosurg* 2010; 73: 442-453.
47. Tenenbaum G, Lidor R, Lavyan N, Morrow K, Tonnel S, Gershgoren A, et al. The effect of music type on running perseverance and coping with effort sensations. *Psychol Sport Exerc* 2004; 5: 89-109.
48. Lechevalier B, Eustache F, Rossa Y. Les troubles de la perception de la musique d'origine neurologique. Paris. Masson; 1985.

49. Brownley KA, McMurray RG, Hackney AC. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *Int J Psychophysiol* 1995; 19: 193-201.
50. Karageorghis CI, Mouzourides DA, Priest DL, Sasso TA, Morrish DJ, Walley CJ. Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sports Exerc Psychol* 2009; 31: 18-36.
51. Copeland BL, Franks BD. Effects of types and intensities of background music on treadmill endurance. *J Sports Med Phys Fitness* 1991; 31: 100-103.
52. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med* 1998; 19: 32-37.
53. Pujol TJ, Langenfeld ME. Influence of music on Wingate Anaerobic Test performance. *Percept Mot Skills* 1999; 88: 292-296.
54. Karageorghis CI, Priest DL. Music in the exercise domain: a review and synthesis (Part II) *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 67-84.
55. Karageorghis CI, Terry PC, Lane AM, Bishop DT, Priest DL. The BASES Expert Statement on use of music in exercise. *J Sports Sci* 2012; 9: 953-956.
56. Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, Kitoh M, Terasawa J, Tsuda T, et al. Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem* 2003; 111: 211-214.
57. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T, Sugawara J, Kono I. Effects of music during exercise on PSE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46: 425-430.
58. Terry PC, Karageorghis CI. Psychophysical effects of music in sport and exercise: An update on theory, research and application. In: Katsikitis M. *Psychology bridging the Tasman: Science, culture and practice – Proceedings of the 2006 Joint Conference of the Australian Psychological Society and the New Zealand Psychological Society*. Melbourne: Australian Psychological Society; 2006: 415-419.
59. Schie NA, Stewart A, Becker P, Rogers GG. Effect of music on submaximal cycling. *S Afr J SM* 2008; 20: 28-31.
60. Crust L. Effects of familiar and unfamiliar asynchronous music on treadmill walking endurance. *Percept Mot Skills* 2004; 99: 361-368.

CAPÍTULO 3

COMO O CÓRTEX PRÉ-FRONTAL “ESCUTA” OS COMPONENTES MUSICAIS? UM ESTUDO COM ESPECTROSCOPIA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO (FNIRS)

RESUMO

A atividade do córtex pré-frontal (PFC) é altamente relacionada com emoções geradas pela música, no qual valores pico de hemoglobina seguem uma tendência linear com respostas de felicidade e ativação. No entanto, cada tipo de música pode apresentar uma proposta particular para cada sujeito, fatos esses relacionados a o que somos e como estamos em determinado momento. Dessa forma, o objetivo do presente estudo é investigar os reais efeitos de dois extremos estilos musicais (techno e clássico) sobre respostas emocionais (sistema autônomo), perceptivas (cognitiva/emocional) e cerebral (ativação do PFC) de acordo com influência de gênero por 30 minutos de exposição. Um dispositivo de espectroscopia funcional de infravermelho próximo (Biopac Systems® - 16 canais; 10 foto detectores; 4 emissores de luz; 2.5 mm de distância inter-optodo) foi usado para a obtenção de medidas relativas à atividade do PFC (medial: mPFC; dorsolateral – esquerdo e direito: LdlPFC and RdlPFC) através do reflexo dos cromóforos. As respostas emocionais foram avaliadas pelos sistema autônomo e perceptual e obtidas por análise da variabilidade da frequência cardíaca (Polar RS800®) e com o uso de uma escala de ativação e prazer (SAM). O PFC têm sido amplamente ativado durante todo o processo para ambos os gêneros, no entanto o RdlPFC apresentou resultados mais elevados para homens no minuto 10 mantendo tal distribuição até o minuto 15 somente para música clássica. A maior atividade global do sistema autônomo para os homens (SDNN e SD2) pode ser uma real consequência da atividade parasimpática (RMSSD e SD1) durante a exposição de música clássica, mostrando que determinado tipo de música parece ser mais eficiente em proporcionar maior estado de relaxamento em homens comparados com mulheres. Os resultados do presente estudo sugerem que o PFC foi ativado para ambos os gêneros e tipos de música, porém com maior proeminência para o RdlPFC em homens quando submetidos à exposição de música clássica e que o sistema autônomo parece seguir uma tendência similar.

Palavras chave: Música. Emoção. Percepção. Cérebro.

3.1 INTRODUÇÃO

Um dos fenômenos mais intrigantes do mundo é chamado de música, um estímulo auditivo, composto por melodia, harmonia, tom e ritmo, capaz de alcançar áreas profundas do cérebro, induzindo emoções, sentimentos e ainda impulsionando lembranças antigas, através de ligações neuronais antes inativas¹⁻³. Algumas vezes um “mundo” paralelo e fantástico é criado pela música, sendo capaz de inserir pessoas dentro, e esse momento pode diminuir percepções e sensações do mundo real⁴. O centro de interpretação no corpo humano

é o cérebro, onde muitas áreas trabalham simultaneamente em uma tentativa de entender a música com base em experiências particulares e memórias antigas⁵⁻⁷.

A área de córtex pré-frontal (PFC) é uma das áreas mais estudadas do cérebro, devido às suas próprias características (alto relacionamento com áreas centrais como o sistema límbico, o hipocampo e amígdala)^{3,8-10}, a atividade do PFC foi altamente relacionada com a emoção gerada pela música, tendo o coeficiente pico de wavelet para oxihemoglobina seguido de uma resposta similar nos componentes de prazer e ativação². No entanto, cada tipo de música pode apresentar um propósito particular ou um aspecto intrínseco com algum objetivo pessoal, relacionado com o que somos e como estamos em determinado momento¹¹. Tal estratégia sensorial pode atuar profundamente em nosso cérebro, atingindo várias áreas relacionadas com o ritmo, a melodia, a harmonia e o tom separadamente⁵, além disso, outros componentes da música (tempo - bpm e frequência - Hz) podem ser responsáveis pela mudança de ativação do PFC.

Os reais efeitos da música nas pessoas ainda é pouco conhecido (respostas emocionais, cognitivas e cerebrais) e diversos fatores devem ser levados em conta, mesmo para diferentes tipos de música, nesse sentido, o gênero é um desses aspectos, sendo considerado um poderoso interveniente a modular a interpretação de estímulos externos¹², bem como as respostas psicofisiológicas e cerebrais, devido a ação hormonal dentro do cérebro somada ao impacto cultural do comportamento ao longo da história pessoal¹³. É também importante notar que a exposição temporal da música pode afetar a resposta humana ao estímulo auditivo (por exemplo, 5 minutos de exposição ao metal pesado pode ser diferente de 1 hora da mesma faixa), e essas dúvidas precisam de explicação.

Assim, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos reais de dois extremos do mundo da música (techno e clássica) em variáveis emocionais (sistema nervoso autônomo), perceptivas (cognitiva/emocional) e cerebrais (ativação do PFC), assim como considerar as respostas de acordo com as influências de gênero ao longo de 30 minutos de exposição musical.

3.2 MÉTODOS

3.2.1 Participantes

Trinta indivíduos destros saudáveis (15 homens: $22,9 \pm 1,3$ anos; 15 mulheres: $25,2 \pm 3,1$ anos) se ofereceram para participar da pesquisa por meio de contato pessoal (alunos de pós-graduação e graduação da Universidade local). Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional local. Todos os indivíduos leram e assinaram um documento de consentimento informado e aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional da Universidade. O software GPower 3.1 [®] foi utilizado para a investigação do tamanho da amostra utilizando o estudo de Moghimi ² (pico de wavelet como a variável principal; poder: 0,8; alfa: 0,05) como referência principal, devido a sua similaridade.

3.2.2 Medidas

Um dispositivo fNIRS (Biopac Systems[®] - 16 sensores; 10 fotodetectores; 4 emissores de luz; 2,5 milímetros de distância entre optodo) foi usado para obter a ativação do PFC (medial: mPFC; dorsolateral esquerdo e direito: LdlPFC e RdIPFC) via reflexo dos cromóforos, este dispositivo foi colocado sobre a testa, 0,5 centímetros acima das sobrancelhas. O aparelho permite por meio de um sinal luminoso que penetra o tecido biológico, tal como o esqueleto e cérebro, quantificar através do reflexo dos cromóforos, a quantidade de oxihemoglobina (O₂Hb) e deoxihemoglobina (HHB) local. O instrumento foi desenvolvido de acordo com Chance e Leigh, sobre o qual se baseia na Lei de Beer- Lambert modificada ¹⁴. Cada fonte de luz contém dois diodos emissores de luz com comprimentos de onda de 730 nm e 850 nm, em que representa o reflexo da HHB e O₂Hb respectivamente.

As respostas emocionais através de medidas fisiológicas foram avaliados por meio de um monitor de frequência cardíaca (Polar RS800[®]) para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), e o manequim de Auto-Avaliação (SAM), incluindo a análises de ativação e prazer, que variam de 1 (mínima) a 9 (máxima), essa escala foi usada para avaliação da satisfação momentânea (VAL) e níveis de excitação percebida (ACT) ¹⁵. Além disso, uma escala de apreciação (LR) tem sido aplicada (variando de 1-10), na tentativa de investigar as considerações pessoais sobre a canção ^{3,16}. Eles também responderam ao questionário de personalidade Eysenck (EPQ) ¹⁷, este último representa uma das maiores

dúvidas sobre os estudos envolvendo música e componentes psicofisiológicos^{18,19}, em que considera as estratificações de acordo com a personalidade, verificando se a música pode agir de forma diferente de acordo com características pessoais.

3.2.3 Procedimentos

Inicialmente, os participantes permaneceram sentados e responderam o SAM, depois, eles se mantiveram em silêncio seguindo a recomendação sobre a abstinência de pesamentos adjacentes até que seus valores de hemoglobina (O_2Hb e HHb) mostrassem uma dispersão linear, e a linha de base foi finalmente calculada durante um período de dez segundos, lembrando que o procedimento utilizado para considerar a linha de base foi um som com frequência conhecida como pano de fundo durante 30 segundos (20 segundos antes de cálculo da linha de base)⁹. Os sujeitos absteram-se ao uso de cafeína, álcool e tabaco por pelo menos 24 horas antes do teste.

Quando este procedimento foi terminado, eles ouviram dois gêneros musicais diferentes (música clássica: L. Van Beethoven, Sinfonia nº 6 (Pastorale), Opera 68, 1806-1807; Wiener Philharmoniker (Diretor: Karl Böhm, 1974); duração de 30 min, pico de som de 68 dBZ (em 1000 Hz) 60 -100 batimentos/min, o Allegro 'Il Temporale' (a tempestade), também foi excluída; Música techno (música rápida): Viagem Virtual, Techno Choque, Techno Magnetiko, com duração de 30 min, a intensidade sonora pico foi de 70 dB (a 1000 Hz) (130-200 batimentos/min), lembrando que a música techno é produzida por instrumentos eletrônicos e um computador capaz de gerar sons irreais. A ordem dessas faixas foi aleatorizada e um ruído de frequência conhecida foi inserida entre cada intervalo, durante um curto período de tempo (30 segundos - gerando valores basais).

Todas as faixas foram tocadas usando um dispositivo Ipod[®] e um fone de ouvido Onbongo[®], mantendo o volume em aproximadamente 75 (\pm 5) decibéis medidos diretamente na orelha com um decibelímetro (Icel[®] DL- 4020). É importante observar que todos os procedimentos experimentais foram realizados em um quarto escuro com o intuito de evitar interferências de luz externa.

3.2.4 Análise dos Dados

A VFC foi analisada através do domínio do tempo (RMSSD: índice vagal; SDNN: Índice Global), e da frequência (HF n.u.: índice vagal; LF n.u.: índice global) e de forma não-linear (SD1: índice vagal; SD2: índice global), utilizando o programa Kubios Software VFC[®] (Biosignal Laboratory, da Universidade de Kuopio, Finlândia). No domínio do tempo, a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas (análise de 30 segundos de RMSSD) e o desvio-padrão dos intervalos RR (SDNN) foram incluídos²⁰. Além disso, a transformada rápida de Fourier foi usada para estimar a densidade do espectro de energia, e esta densidade foi quantificada por duas passa-bandas: baixa frequência (LF) - 0,04 a 0,15 Hz e alta frequência (HF) - 0,15 a 0,40 Hz, e esses resultados foram apresentados posteriormente como unidades normalizadas²¹. Além disso, a análise não linear através da plotagem de Poincaré foi realizada, permitindo a obtenção de SD1 e SD2, como índices adicionais²².

Uma janela média de 0,5 segundos foi aplicado a cada variável dependente do fNIRS e os dados foram analisados por meio de um software desenvolvido em Excel 2010 (Microsoft Office[®]) para estratificar, contar e estratificar por sensor e área/lado do PFC (mPFC - voxels 7, 8, 9 e 10 ; RdIPFC - voxels 11, 12, 13, 14, 15 e 16; LdlPFC - voxels 1, 2 , 3, 4 , 5 e 6) , gerando valores de O₂Hb e HHB. As diferenças entre o teste de neuroimagem e de linha de base foi representado em ua.µM. A diferença entre O₂Hb e HHB foi calculada anteriormente (Diffbase) e novamente, em cada faixa (Difftest), por fim, a diferença das diferenças subsequentes (Difftest - Diffbase = ativação) foi considerada como ativação do PFC^{14,23}, o que representa o aumento de O₂Hb, a diminuição de HHB, ou a consideração mútua.

Os dados do presente estudo mostraram alta dispersão (avaliação do PFC e análise da VFC) e distribuição ordinal (valores SAM). A identificação de outliers foi aplicada para a suavização de dados, sendo 53 células retiradas de um total de 19.440 células (6 momentos; 12 variáveis dependentes; 2 sexos; 2 canções; 15 indivíduos), e a imputação múltipla foi realizada por meio de interpolação linear para comparar 5 diferentes métodos prováveis, posteriormente, a imputação escolhida foi selecionada pelo valor mais alto de P e o valor mínimo de F quando comparados aos dados originais, esta técnica fornece uma consistência de dados muito elevada.

A normalidade (Shapiro-Wilk), homogeneidade (Levene) e esfericidade (Mauchly) foram testados sem sucesso, ordenando correções logarítmicas (log10)/computação

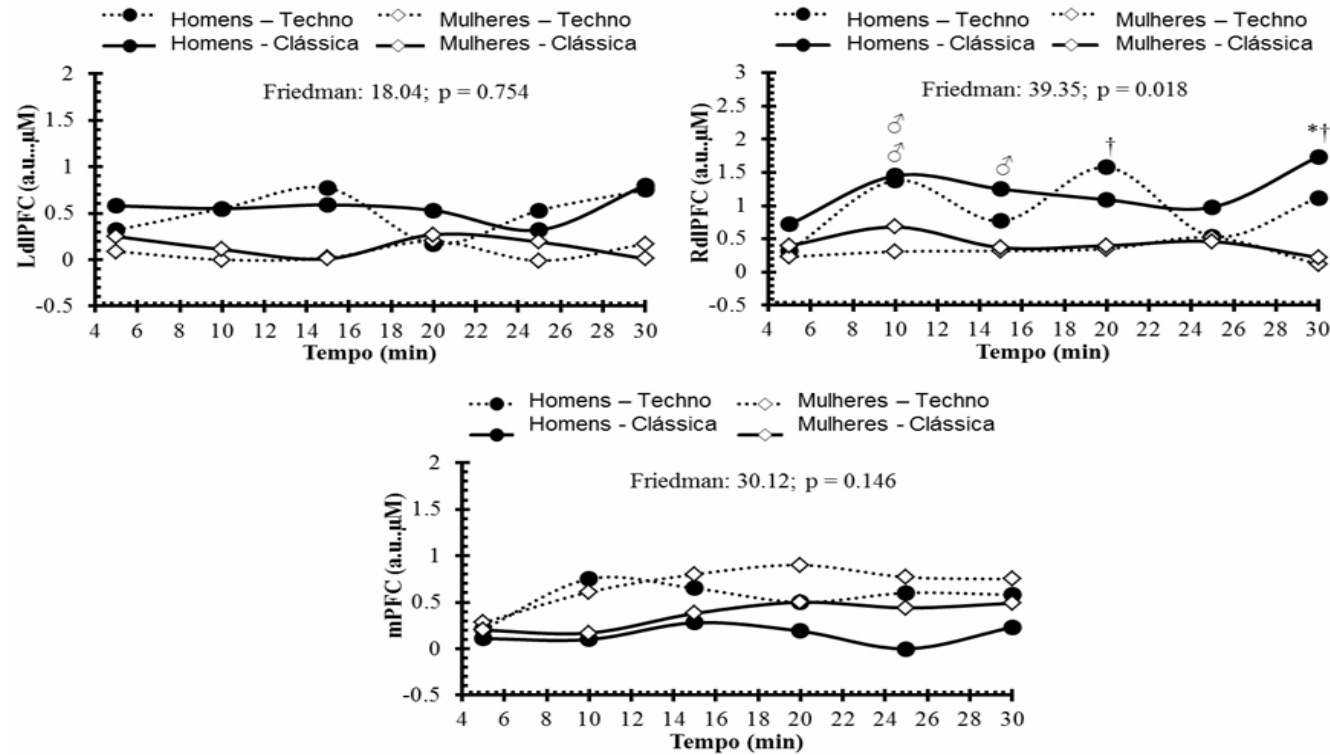
de raiz quadrada ($\sqrt{\quad}$) (sem sucesso novamente). Assim, as análises não-paramétricas foram aplicados para todas variáveis, e os dados foram apresentados como mediana e intervalo interquartil (Q1 - 25% e Q3 - 75%). O teste Anova de Friedman foi aplicado para comparações gerais (Momento X Música X Gênero - 6 x 2 x 2), seguido pelo *post-hoc* de Dunn para comparações múltiplas. O nível de significância foi estabelecido em $p < 0,05$ e a análise estatística foi realizada usando o programa SPSS 18.0 (SPSS Inc[®], Chicago, IL, EUA).

3.3 RESULTADOS

A análise do PFC forneceu informações significativas sobre como os diferentes extremos do estilo musical podem agir em homens e mulheres. A figura 3.1 mostra a ativação do PFC durante 30 minutos de acordo com três áreas específicas do PFC (LdlPFC, mPFC e RdIPFC). É importante notar que todo o PFC foi ativado com sucesso durante esse processo (indução de música) para ambos sexos, no entanto, o RdIPFC apresentou resultados mais elevados para os homens (para as duas músicas) no minuto 10, e manteve esse comportamento até o minuto 15 (apenas para a música clássica), além disso, essa resposta foi repetida no final da mesma faixa, mostrando que a música clássica foi mais eficaz em ativar essa área, aumentando a atividade local e mantendo tais valores ao longo do grande tempo de exposição para os homens em relação às mulheres.

A única área capaz de demonstrar variações relacionada ao gênero foi o RdIPFC. Assim, uma escala de cor (neuroimagem) foi usada para dois sujeitos aleatórios de ambos os sexos, o que representa como as faixas têm impactado no interior do PFC ao longo do tempo (Figura 3.2).

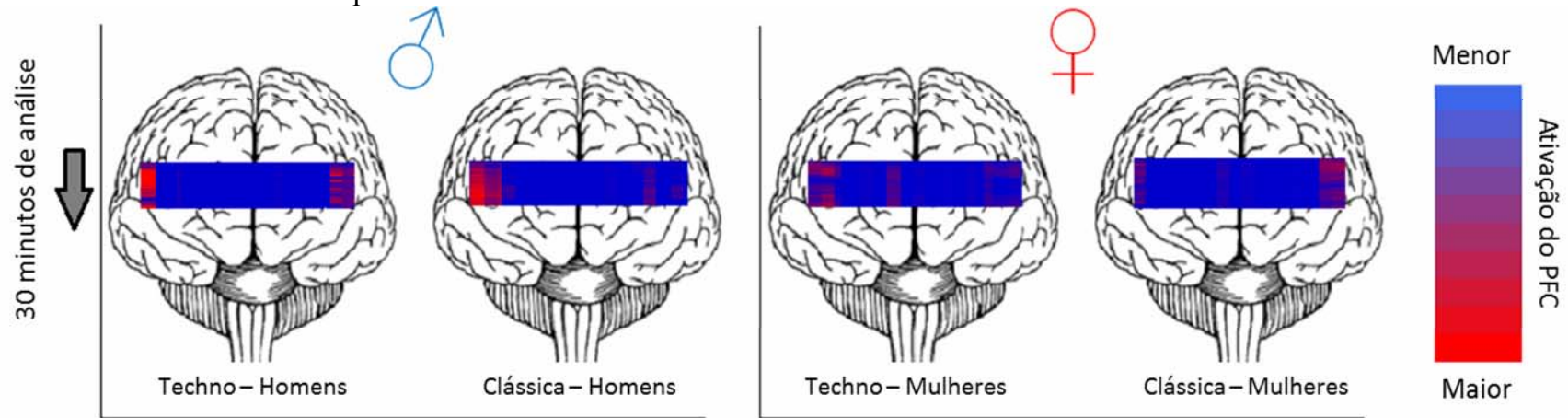
Figura 3.1 - Ativação do córtex pré-frontal (LdlPFC; mPFC; RdlPFC) apresentada para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica).



O teste de Friedman foi utilizado para todas as análises e o nível de significância foi fixado em 5%. Os dados são apresentados como valores medianos, sem barras de erro (variação interquartil) para melhorar a visualização.

Nota. LdlPFC: Região dorsolateral esquerda do córtex pré-frontal, RdlPFC: Região dorsolateral direita do córtex pré-frontal; mPFC: região do córtex pré-frontal medial; a.u.·μM: unidades arbitrárias x micromolar; min: Minutos; p: probabilidade estatística; *: diferença estatística significativa entre todas as outras condições experimentais (de gênero e música) no mesmo momento; †: diferença estatística significativa com o ponto inicial (análise de 5 minutos); ♂: diferença estatisticamente significativa entre os gêneros para a mesma canção.

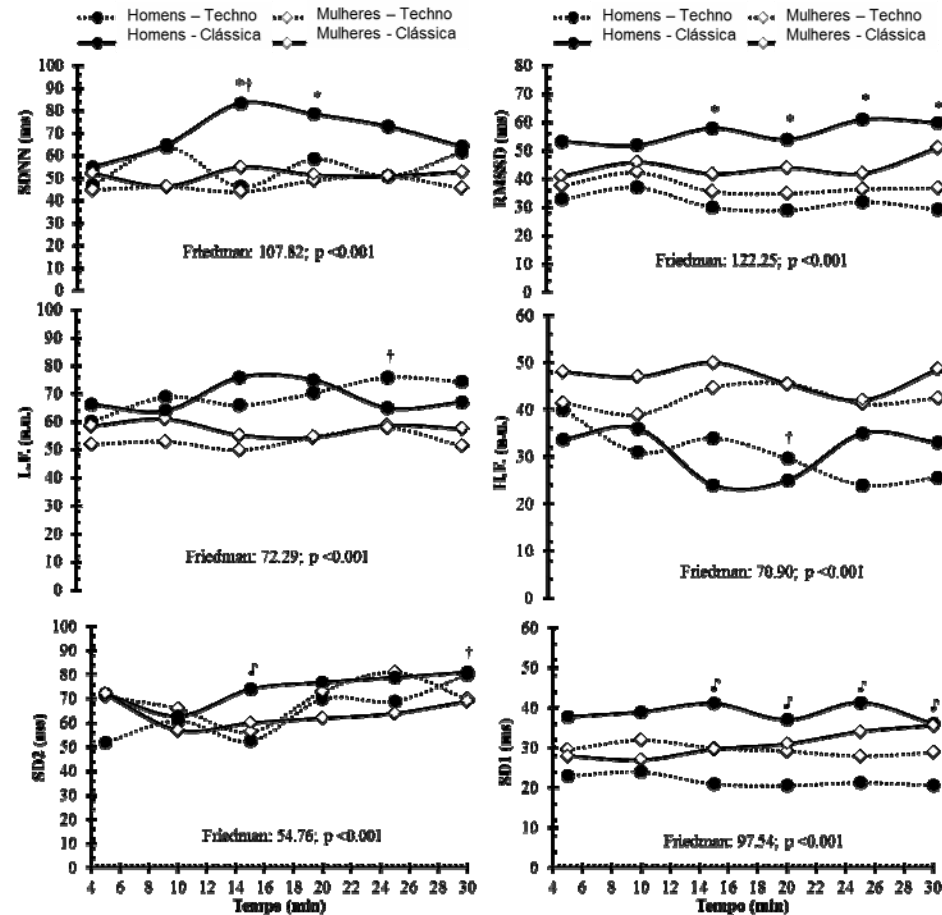
Figura 3.2 - Ativação do córtex pré-frontal apresentada através de uma escala colorida para dois sujeitos aleatórios (ambos os gêneros e estilos musicais (techno e clássica)) durante 30 minutos de exposição. A cor azul exemplifica a menor taxa de ativação enquanto a cor vermelha seu oposto.



As respostas emocionais foram avaliadas por meio de análise da VFC, como um índice emocional (a atividade do sistema autônomo) (Figura 3.3). Estes procedimentos permitiram a aplicação de várias estratégias de tratamento, na tentativa de entender como o nervo vago e simpático seria atingido com a aplicação musical. Assim, a terceira figura mostra as consequências emocionais através dos índices de VFC para ambos os sexos e faixas musicais, este valor é dividido em duas colunas (esquerda - índice de atividade global: SDNN, LF e SD2; direita - índices do nervo vago: RMSSD, HF e SD1), para melhorar a visualização. A atividade global foi maior para os homens (principalmente para SDNN e SD2) podendo ser uma consequência real da maior ação parassimpática (principalmente para RMSSD e SD1) para a música clássica, mostrando que esse tipo de música foi eficiente para induzir momentos mais calmos em homens, em comparação as mulheres.

O SAM e o LR demonstraram uma consistência muito elevada ao longo do tempo para ambos os sexos e tipos de música, apresentando somente uma diferença no componente de ativação no minuto 25, demonstrando que a faixa de música techno foi considerada mais excitante no final da exposição para ambos os gêneros (Figura 3.4).

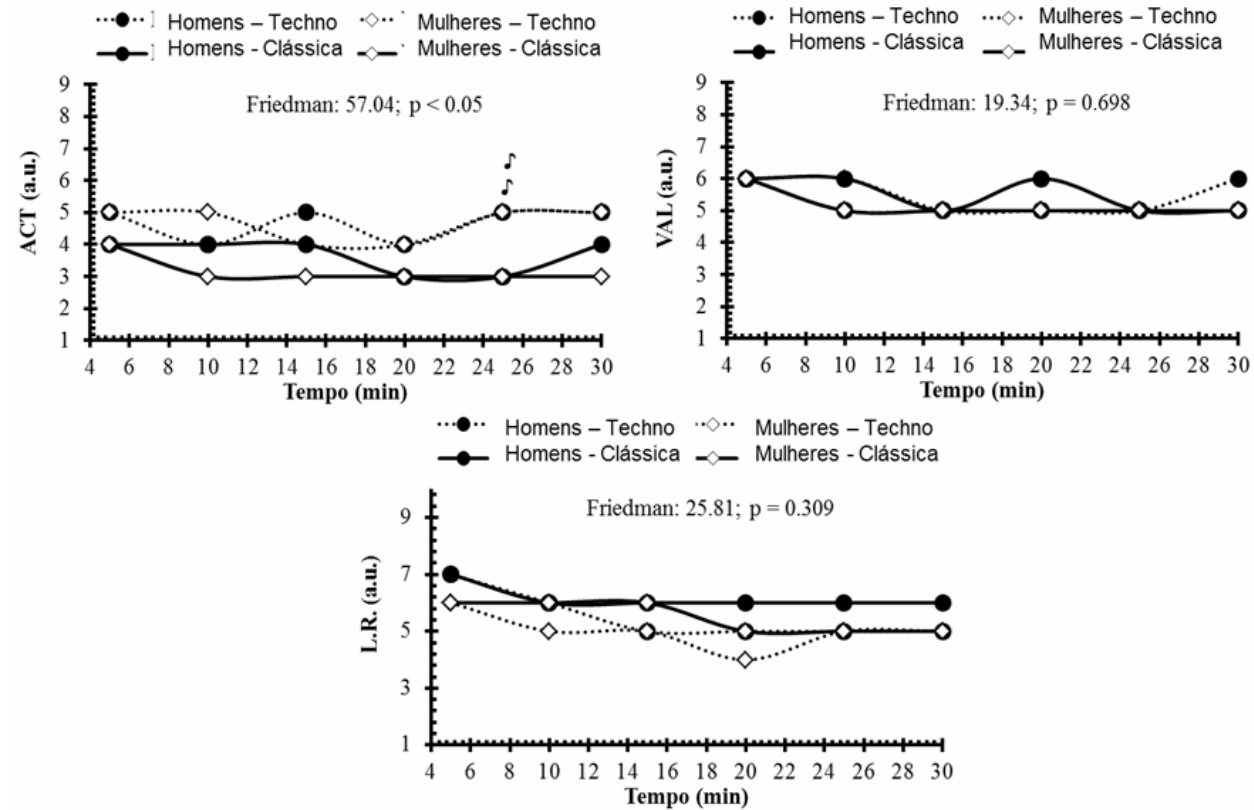
Figura 3.3 - Análise da variabilidade da frequência cardíaca no domínio do tempo (SDNN , RMSSD), da frequência (LF ; HF) e de forma não-linear (SD1 , SD2) para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica).



O teste de Friedman foi utilizado para todas as análises e o nível de significância foi fixado em 5%. Os dados são apresentados como mediana, sem barras de erro (intervalo interquartil) para melhorar a visualização.

Nota. SDNN: Desvio padrão dos intervalos RR; RMSSD: raiz quadrada da média dos sucessivos batimentos cardíacos; LF: baixa frequência (0,04 a 0,15 Hz); HF: Alta frequência (0,15-4 Hz); SD1: análise geométrica quantitativa de variabilidade de curto prazo do RR; SD2: análise geométrica quantitativa da variabilidade de longo prazo do RR; ms: milissegundos; nu: unidades normalizadas; min: Minutos; p: probabilidade estatística; *: diferença estatística entre todas as outras condições experimentais (sexo e canção) no mesmo momento; †: diferença estatística com o ponto inicial (análise de 5 minutos); ‡: diferença estatística significativa entre as músicas

Figura 3.4 - Auto-Avaliação emocional (SAM: VAL e ACT) e Escala de apreciação (LR) apresentadas para ambos os sexos (homens e mulheres) e tipos de música (techno e clássica)



O teste de Friedman foi utilizado para todas as análises e o nível de significância foi fixado em 5%. Os dados são apresentados como mediana, sem barras de erro (intervalo interquartil) para melhorar a visualização.

Nota. ACT: análise de ativação; VAL: análise de prazer; LR: Escala de apreciação; au: unidades arbitrárias; min: Minutos; p: probabilidade estatística; ♪: diferença estatística significativa entre as músicas.

A avaliação da personalidade por Eysenck apresentou alta consistência e consequente baixa dispersão (12 coléricos; cinco melancólicos; três fleumáticos; 10 sanguíneos), considerando tais resultados capazes de indicar uma explicação razoável para o baixo nível de diferenças psicofisiológicas, portanto, essas estratificações têm sido consideradas improváveis para o presente estudo.

3.4 DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar como dois extremos do estilo musical poderiam agir dentro do PFC de acordo com as características de gênero, bem como sobre as respostas emocionais. O PFC foi totalmente ativado para ambos os sexos e canções; no entanto, o RdIPFC forneceu informações sobre a magnitude das influências externas como a música podem agir com maior efeito para os homens em relação às mulheres. Curiosamente, as respostas emocionais posteriores via análise da VFC e ACT (SAM) mostraram resultados parcialmente semelhantes, o que representa uma tendência quase linear dos sistemas psicológicos e fisiológicos. Demonstrou-se que os homens são mais influenciados por sinais externos, e suas respostas emocionais seguem a mesma finalidade com o tempo de exposição.

A área direita do dorsolateral foi mais ativada para ambos os sexos, tal como apresentado pela Figura 3.2. Este resultado está de acordo com estudos anteriores^{12,13,23}, que destacam esta região como a área mais afetada do cérebro, influenciada pela amígdala, pelo sistema límbico e o hipocampo, que estão relacionados com a interpretação e memória, assim como aspectos emocionais^{3,8,10}. A alta atividade do RdIPFC para os homens, é também dirigida a um propósito histórico como explicação, no qual o gênero feminino ainda mantém alguma proteção contra influências externas como a música, o que as torna menos mutável de acordo com o ambiente ou sugestões externas (socialmente recatada)^{12, 13,24}.

De um ponto de vista neuropsicológico, esses padrões diferenciais de ativação do PFC podem estar relacionados com as funções conhecidas de cada região. Talvez, as diferenças não são significativas, mas uma maior ativação do mPFC para as mulheres e no dorsolateral para os homens são bastante evidentes. Este fato pode estar relacionado as diferentes estratégias aplicadas para processar música. O mPFC está relacionado ao controle emocional, ao contrário do dorsolateral do córtex pré-frontal que está relacionado com a interpretação de estímulos emocionais²⁵.

A análise da VFC tem sido caracterizada como uma importante ferramenta para avaliar as respostas emocionais, bem como medições galvânicas^{20,26}. O impacto direto da música no sistema autônomo tem sido demonstrado por vários estudos^{11,27-29}, em que demonstram respostas corporais semelhantes para vídeos, fotos ou influências de música. É também importante notar, que os parâmetros da VFC têm mostrado resultados muito particulares de acordo com gênero, estilo de música e tempo de exposição, e todos esses pontos foram previamente combinados em uma estrutura completa. Índices parassimpáticos como o RMSSD e o SD1 mostraram valores mais elevados para os homens em relação às mulheres. Isso é interessante pois a ativação geral foi também alterada, bem como a atividade superior do nervo vago.

Apesar da tendência quase linear entre os sistemas autônomo e cerebral, os índices de percepção obtidos através do SAM/LR demonstraram uma sequência cognitiva/emocional parcial. A exposição musical tinha o objetivo de causar certa modulação na felicidade do início até o final do período de escuta, no entanto, esse componente não aconteceu. Apesar das diferenças visuais, nenhuma diferença foi encontrada para as três escalas psicológicas. O único aspecto significativo representa uma diferença situacional para ACT no minuto 25 para ambos os sexos, mostrando a característica da música techno em induzir tal resultado.

Em um ponto de vista psicológico, a personalidade pode afetar a resposta psicofisiológica para este estímulo^{5,30,31}. O presente estudo teve como objetivo criar vários fatores independentes (sexo; estilo musical) tentando entender como esses estímulos externos poderiam afetar as pessoas. Levando isso em consideração, a avaliação da personalidade Eysenck foi aplicada, apresentando alta consistência, e transformando tais resultados incapazes de contribuir com a hipótese pessoal. A conclusão do estudo foi que ambas as canções podem ativar o PFC da mesma forma, mas as respostas da música clássica foram identificadas no RdIPFC para os homens, além disso, a mesma tendência apareceu em uma resposta emocional através de análise do sistema autônomo.

O presente estudo tem várias limitações, em primeiro lugar, a investigação de personalidade pode levar componentes intrínsecos como a interpretação de mundo que pode mudar a percepção da música e os resultados posteriores, e tal parâmetro apresentou uma consistência muito elevada, transformando futuras estratificações impossíveis. Finalmente, o processo de familiarização não foi realizado, e este procedimento pode permitir

que um nível necessário de concentração para os sujeitos durante a aplicação de música seja obtido, evitando dúvidas sobre as escalas ou qualquer nível de sonolência.

Outras pesquisas podem ser projetadas para compreender a interação paralela entre os sistemas psicológicos e fisiológicos, bem como interpretar os efeitos reais de cada componente musical (melodia, harmonia, tempo, melodia, estilo, etc...) sobre as respostas emocionais, avaliando um número maior de sujeitos e incluindo estratificações por personalidade.

REFERÊNCIAS

1. Steele C, Bailey J, Zatorre R, Penhune V. Early musical training and white-matter plasticity in the corpus callosum: Evidence for a sensitive period. *J Neurosci* 2013; 33: 1282–1290.
2. Moghimi S, Kushki A, Guerguerian AM, Chau T, Characterizing emotional response to music in the prefrontal cortex using near infrared spectroscopy. *Neurosci Lett* 2012; 525: 7–11.
3. Green A, Baerentsen K, Stodkilde-Jorgensen H, Roepstorff A, Vuust P. Listen, learn, like! Dorsolateral prefrontal cortex involved in the mere exposure effect in music. *Neurol Res Int* 2012; 1: 1–11.
4. Raglio A, Oasi O, Gianotti M, Bellandi D, Manzoni V, Goulene K, et al. Music therapy, emotions and the heart: a pilot study. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34: 438–43.
5. Montinaro A. The musical brain: myth and science. *World Neurosurg* 2010; 73: 442–53.
6. Conrad C. Music for healing: from magic to medicine, *Lancet*. 2010; 376: 1980–1981.
7. Conrad C, Niess H, Jauch KW, Bruns CJ, Hartl WH, Welker L. Overture for growth hormone: Requiem for interleukin-6?*. *Crit Care Med* 2007; 35: 2709–2713.
8. Wood J, Grafman J. Human prefrontal cortex: processing and representational perspectives. *Nat Rev Neurosci* 2003; 4: 139–147.
9. León-Carrión J, Martín-Rodríguez J, Damas-López J, Pourrezai K, Izzetoglu K, Barroso y Martin J, et al. A lasting post-stimulus activation on dorsolateral prefrontal cortex is produced when processing valence and arousal in visual affective stimuli. *Neurosci Lett* 2007; 422: 147–152.
10. Davidson R. What does the prefrontal corte do' in affect: Perspectives on frontal EEF asymmetry research. *Biol Psychol* 2004; 67: 219–233.
11. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemoe KD, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition* 2012; 28: 1–6.

12. Wager TD, Ochsner KN. Sex differences in the emotional brain. *Neuroreport* 2005; 16: 85–7.
13. Bradley M, Codispoti M, Sabatinelli D, Lang P. Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotion* 2001; 1: 300–319.
14. León-Carrión J, León-Domínguez U. Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Principles and Neuroscientific Applications, in: P. Bright (Ed.), *Neuroimaging-Methods*, 1st ed., Intech, Rijeka, 2012: 47–74.
15. Bradley M, Lang P. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 1994; 25: 49–59.
16. Kawabata H, Zeki S. Neural correlates of beauty. *J Neurophysiol* 2004; 91: 1699–1705.
17. Aluja A, García Ó, García L. A psychometric analysis of the revised Eysenck Personality Questionnaire short scale. *Pers Individ Dif* 2003; 35: 449–460.
18. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis (Part I). *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 44–66.
19. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis (Part II). *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 67–84.
20. Rajendra Acharya U, Paul Joseph K, Kannathal N, Lim CM, Suri JS. Heart rate variability: a review. *Med Biol Eng Comput* 2006; 44: 1031–51.
21. Gamelin F, Brethoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 887–893.
22. Guzik P, Piskorski J, Krauze T, Schneider R, Wesseling K, Wykretowicz A, et al. Correlations between the Poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci* 2007; 57: 63–77.
23. Leon-Carrion J, Damas J, Izzetoglu K, Pourrezai K, Martín-Rodríguez J, Barroso y Martín J, et al. Differential time course and intensity of PFC activation for men and women in response to emotional stimuli: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neurosci Lett* 2006; 403: 90–5.
24. Tillmann B, Jolicoeur P, Ishihara M, Gosselin N, Bertrand O, Rossetti Y, et al. The amusic brain: lost in music, but not in space. *PLoS One* 2010; 5: 10173.
25. Braem S, King J, Korb F. Affective Modulation of Cognitive Control is Determined by Performance-Contingency and Mediated by Ventromedial Prefrontal and Cingulate Cortex. *J Neurosci* 2013; 33: 1208–1213.
26. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, Laursen PB, et al. Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol* 2010; 108: 1153–67.
27. Eliakim M, Bodner E, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. Effect of rhythm on the recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 27: 1–18.

28. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med* 1998; 19: 32–7.
29. Karageorghis C, Jones L, Low D. Relationship between exercise heart rate and music tempo preference. *Res Q Exerc Sport* 2006; 77: 240–250.
30. Guetin S, Portet F, Picot MC, Defez C, Pose C, Blayac JP, et al. Impact of music therapy on anxiety and depression for patients with Alzheimer's disease and on the burden felt by the main caregiver. *Encephale*. 2009; 35: 57–65.
31. Biley FC. Music as therapy: A brief history. *Ther Nurs Midwifery*. 1999; 5: 140–143.

CAPÍTULO 4

COMO A MÚSICA CALMA E MOTIVACIONAL SÃO CAPAZES DE AFETAR A ATIVIDADE DO CÓRTEX PRÉ-FRONTAL E RESPOSTAS EMOCIONAIS: UM ESTUDO COM ESPECTROSCOPIA PRÓXIMA DE INFRAVERMELHO (fNIRS)

RESUMO

Usando espectroscopia próxima de infravermelho, o presente estudo investigou como o cortex pré-frontal “escuta” a música. Características musicais (calma vs motivacional), consequências emocionais e diferenças por gênero foram examinadas nesse estudo. Trinta sujeitos aparentemente saudáveis (15 homens) se voluntariaram a participar dessa pesquisa. A ativação do cortex pré-frontal, respostas emocionais e afetivas foram avaliadas durante as músicas calma e motivacional, no qual foram aplicadas de maneira aleatória e contrabalanceada, separadas por ruídos com frequência conhecida. Os resultados mostraram que a música foi capaz de ativar a atividade do córtex e induzir maiores efeitos residuais em homens comparados com o sexo oposto. A atividade emocional avaliada através do sistema nervoso autônomo apresentou maior retirada vagal assim como maiores escores de afeto positivo relacionado ao prazer e ativação geral para a música motivacional. Os resultados sugerem que as características musicais e o gênero podem afetar os resultados de neuroimagem em estudos com sujeitos aparentemente saudáveis.

Palavras chave: Música. Emoção. Motivação. Gênero. Cérebro.

4.1 INTRODUÇÃO

A música tem sido caracterizada como uma ferramenta importante e útil para induzir emoções e sentimentos¹⁻³, e esse fenômeno é capaz de mudar percepções como o vigor, a motivação ou a tristeza⁴, assim como alterar componentes psicofisiológicos⁵⁻⁷. A música torna possível a criação de um mundo paralelo, inserindo pessoas dentro, e isso pode permitir o esquecimento de sensações presentes realçando lembranças, algumas vezes aumentando a ativação de velhas memórias⁸. Conformemente, sendo o cérebro receptor central das sensações, a música pode afetar áreas específicas relacionadas ao afeto, assim como sua interpretação e afetar subsequentemente uma resposta fisiológica⁹.

Algumas pesquisas têm mostrado que o córtex pré-frontal é altamente participativo na interpretação musical (principalmente a região dorsolateral – Áreas de Brodmann 9 e 46)¹⁰⁻¹¹ e pode ser responsivo com o uso de tal intervenção. A espectroscopia funcional de infravermelho próximo (fNIRS) é uma ferramenta importante e útil para investigar os fenômenos cerebrais influenciados por sinais externos, assim como a música¹².

Em particular, o fNIRS é capaz de demonstrar variações de fluxo sanguíneo cerebral através do reflexo dos cromóforos presentes na hemoglobina (Hb), permitindo via emissão luminosa quantificar os níveis de hemoglobina oxigenada (O₂Hb) e desoxigenada (HHB) nos lados esquerdo e direito do cérebro, assim como obter a mesma medida por cada voxel (receptor) presente no equipamento ¹³. A atividade do córtex pré-frontal tem sido altamente relacionada com as emoções induzidas pela música, onde os picos nos coeficientes de wavelet (análise espectral do sinal) para O₂HB é associado com respostas emocionais de prazer e ativação percebida ². No entanto, cada tipo de música pode ter uma proposta ou aspectos intrínsecos com objetivos relacionados ao que somos e como estamos nos sentindo naquele dado momento ¹⁴. Tal indução sensorial pode atuar profundamente em nosso cérebro, afetando várias áreas relacionadas à interpretação do ritmo, da melodia, da sincronia, da harmonia e do tom ⁴. Os componentes musicais, tal como o tempo (bpm) e/ou a frequência (Hz) podem além disso ser responsáveis por mudanças significativas na ativação do córtex pré-frontal.

Usando espectroscopia funcional de infravermelho, o presente estudo investigou como o cortex pré-frontal “escuta” a música. As características musicais (calma vs motivacional), as consequências emocionais e as diferenças por gênero foram também examinadas.

4.2 MÉTODOS

4.2.1 Participantes

Trinta sujeitos destros aparentemente saudáveis (15 homens: 24,8 ± 2,4 anos; 15 mulheres: 25,2 ± 3,1 anos) participaram de maneira voluntária nesse estudo, no qual foi aprovado pelo comitê de ética em pesquisa com seres humanos pela Universidade local. Cada participante leu e assinou um termo de consentimento livre e esclarecido, no qual continha informações procedimentais e de risco do presente estudo, garantindo a saída do mesmo a qualquer momento sem nenhum prejuízo ao participante.

4.2.2 Medidas

Um dispositivo fNIRS (Biopac Systems[®] - 16 sensores; 10 fotodetectores ; 4 emissores de luz; 2,5 mm de distância inter-optodo) foi utilizado para avaliar a ativação do

córtex pré-frontal (medial: mPFC; dorsolateral esquerdo e direito: LdlPFC e RdlPFC) via reflexo dos cromóforos¹³. O dispositivo foi colocado na testa com 0,5 centímetros acima das sobrancelhas. Utilizando um sinal luminoso que penetra o tecido biológico, tais como o esqueleto e o cérebro. Este instrumento foi desenvolvido de acordo com um método proposto por Chance & Leigh¹⁵ que se baseia na Lei modificada Beer- Lambert¹³. Cada fonte de luz contém dois diodos emissores de luz (LEDs), com comprimentos de onda de 730 nm e 850 nm, que representam o reflexo da Hb e O₂Hb, respectivamente.

As respostas emocionais foram avaliadas através de medidas fisiológicas, utilizando um monitor de frequência cardíaca (Polar RS800[®]) para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC). Esta análise fornece informações úteis sobre as consequências emocionais de influências externas, tais como a música¹⁶, enquanto que a escala de auto-avaliação com o uso de manequins (SAM), que incluiu análises de ativação e prazer, variando de 1 (mínima excitação /valência) a 9 (máxima excitação/valência), foi usada como uma medida do grau de prazer e ativação através da resposta perceptual¹⁷. Além disso, uma escala de apreciação (LR) foi aplicada (variando de 1-10), na tentativa de investigar as considerações do gosto pessoal sobre a música (adaptado de Kawabata & Zeki¹⁸ e Green, Bærentsen, Stødkilde-Jørgensen, Roepstorff & Vuust¹).

4.2.3 Procedimentos

Inicialmente, cada participante foi instruído a permanecer sentado e responder a escala de auto-avaliação (SAM). Depois disso, eles se mantiveram em silêncio até que seus valores (O₂Hb e Hb) apresentassem uma dispersão linear. Os dados de base dos participantes foram então calculados durante um período de 10 segundos após 20 segundos de ruído com frequência conhecida. Após estes procedimentos, todos os participantes ouviram duas músicas diferentes em ordem aleatória: uma canção motivacional (auto-selecionada), e uma música calma (Enya; May it be; New Age; tempo: 110 bpm). Essas faixas foram separadas por 30 segundos de ruído, gerando valores de base, além disso, 5 minutos de silêncio ao fim de cada canção foram aplicados para examinar os efeitos residuais da música. Todas as faixas foram tocadas usando um dispositivo Ipod[®] e um fone de ouvido Onbongo[®], mantendo o volume a 75 (± 5) decibéis medidos diretamente na orelha com um decibelímetro (Icel[®] DL- 4020). Todos os procedimentos experimentais foram realizados numa sala escura

para evitar interferências de luz externa. Cada participante foi instruído previamente a abster-se de cafeína, álcool e tabaco por pelo menos 24 horas antes dos testes.

4.2.4 Análise de Dados

A variabilidade da frequência cardíaca (VFC) foi analisada pelo domínio do tempo (RMSSD: Indicador vagal; SDNN: Indicador global), da frequência (HF n.u.: Indicador vagal; LF n.u.: Indicador global) e de forma não linear (SD1: Indicador vagal; SD2: Indicador global), usando o programa HRV Kubios Software[®] (Biosignal Laboratory, University of Kuopio, Finland). No domínio do tempo, a raiz quadrada da média das diferenças (30 segundos de análise) e o desvio padrão dos intervalos R-R (SDNN) foram incluídos. A transformada rápida de Fourier foi usada para estimar a densidade do espectro de frequência, e essa densidade foi quantificada por duas bandas: baixa frequência (LF) - 0.04 até 0.15 Hz e alta frequência (HF) – 0.15 até 0.40 Hz, e esses resultados foram apresentados em unidades normalizadas¹⁹. Além disso, análises não lineares através da plotagem de Poincaré foram realizadas, apresentando índices extras de SD1 e SD2²⁰.

Janelas de 0,5 segundos foram ainda aplicadas para cada variável dependente do fNIRS e seus dados foram analisados através de um software desenvolvido em Excel 2010 (Microsoft Office[®]) para estratificar, contar e separar entre cada receptor, área e lado do PFC (mPFC – voxels 7, 8, 9 e 10; RdIPFC – voxels 11, 12, 13, 14, 15 e 16; LdIPFC – voxels 1, 2, 3, 4, 5 e 6), gerando valores para O₂Hb e Hb. A diferença entre os testes de neuroimagem e os valores de linha de base foram apresentados em u.a.·µM. A diferença entre O₂Hb e Hb foi calculada previamente (Diffbase) e durante cada faixa musical (Difftest), e a diferença das diferenças subsequentes (Difftest – Diffbase = ativação) foi considerada como a ativação do PFC¹³, representando um aumento de O₂Hb, uma diminuição de Hb, ou até considerações mútuas.

Análises não paramétricas foram usadas para todas as variáveis, e os dados são apresentados em mediana e interval interquartilico (Q1 – 25% e Q3 – 75%). O teste U de Kruskal-Wallis foi usado para comparar variáveis dependentes, seguidos do teste U de Mann-Whitney quando necessário, na tentativa de localizar possíveis diferenças. Além disso o teste de Wilcoxon foi usado para comparações pareadas (música e momentos OFF – residuais) para cada variável dependente. O nível de significância foi estabelecido em 5% e todos os

procedimentos foram realizados no pacote estatístico PASW 18.0 (SPSS Inc[®], Chicago, IL, USA).

4.3 RESULTADOS

Os dados referentes a ativação do córtex pré-frontal mostraram diferenças significativas com a indução musical. A Tabela 4.1 apresenta informações sobre o estilo de música, sexo, efeito residual, e as comparações entre as diferentes áreas do cortex pré-frontal. Especificamente, a música causou respostas semelhantes de acordo com gênero e área de córtex pré-frontal para cada canção. No entanto, a maior ativação ocorreu com músicas motivacionais sendo claramente presente para o RdIPFC (ambos os sexos) e LdlPFC (mulheres), quando comparado com uma música calma. Curiosamente, os efeitos residuais de música foram encontradas somente para os homens (RdlPFC e mPFC para a canção motivacional; RdlPFC, mPFC e LdlPFC para a música calma). É importante notar, que os períodos Off mostraram resultados mais elevados para os homens na situação de música motivacional (RdlPFC) e calma (RdlPFC e mPFC), portanto, a área cortical mais ativada no período Off para os homens foi o mPFC. Além disso, as comparações de estilo de música mostraram que a música calma provocou uma menor ativação do córtex pré-frontal do que a canção motivacional para homens (RdlPFC) e mulheres (RdlPFC e LdlPFC).

Tabela 4.1 - Ativação do cortex pré-frontal (RdlPFC, mPFC e LdlPFC) durante a música motivacional (auto-selecionada) e calma (May it be – Enya), e durante o momento Off (5 minutos de silêncio) para homens (n = 15) e mulheres (n = 15). Os dados são apresentados como mediana e interval interquartilico (Q1/Q3).

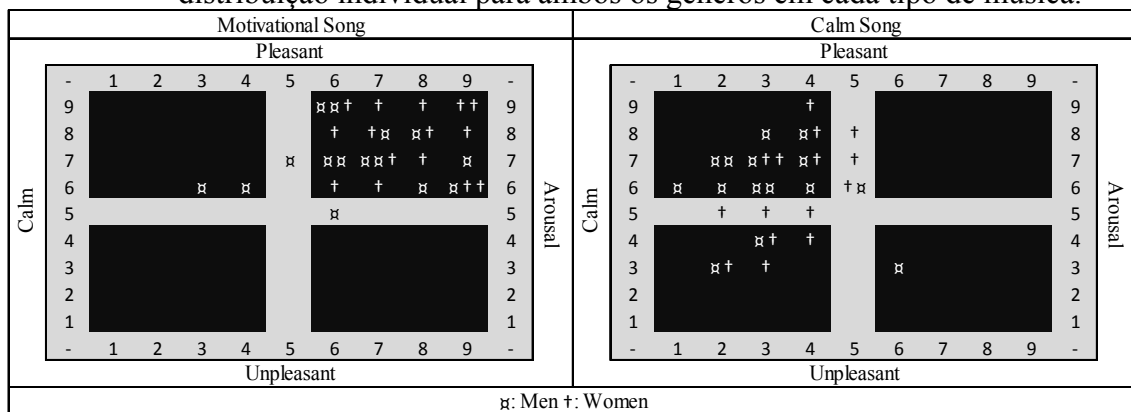
		Motivacional	→	Off	Calma	→	Off
RdlPFC	H	0,44 (0,09/0,41)		1,39 (0,44/2,49) ^{†*}	0,06 (-0,36/0,72) [‡]		0,57 (-0,02/2,03) ^{†*}
	M	0,47 (0,04/0,80)		0,55 (0,22/0,78) [#]	0,09 (-0,04/0,34) [‡]		0,07 (-0,58/0,42)
mPFC	H	0,34 (1,06/0,15)		2,08 (0,55/2,57) [*]	0,23 (-0,18/1,04)		0,28 (-0,01/2,16) ^{†*}
	M	0,17 (0,02/0,32)		0,08 (-0,44/0,33)	0,01 (-0,09/0,27)		-0,20 (-0,49/-0,03) [*]
LdlPFC	H	0,33 (0,07/0,79)		0,45 (0,39/2,77)	0,04 (-0,29/0,46)		0,43 (-0,33/2,40) [*]
	M	0,49 (0,09/0,73)		0,72 (0,14/1,35) [#]	0,05 (-0,14/0,33) [‡]		0,01 (-0,30/0,27) [‡]

Nota: Off: 5 minutos de silêncio; RdlPFC: Dorsolateral direito do cortex pré-frontal; mPFC: Área medial do cortex pré-frontal; LdlPFC: Dorsolateral esquerdo do cortex pré-frontal; H: Homens; M: Mulheres; ^{*}Diferenças pareadas (música e momento Off) (P<0,05); [†]Diferenças entre os gêneros (P<0,05); [#]Diferenças entre as áreas do PFC (com mPFC) (P<0,05); [‡]Diferenças entre os estilos musicais (P<0,05).

Nenhum parâmetro da VFC mostrou diferenças significativas entre as comparações pareadas (música e silêncio) ($P > 0,05$) para homens ou mulheres. No entanto, as comparações de estilo fornecem informações úteis sobre a resposta do sistema autônomo com os diferentes tipos de canções. A canção motivacional foi capaz de induzir maior retirada vagal durante o experimento (RMSSD: 41 (39,1/42,8 ms) comparado com a música calma (52,0/62,0 ms), (Z score $\Delta = -1,95$, $P = 0,049$) para os homens; Além disso, maiores efeitos residuais (Off) foram identificados para as mulheres: RMSSD 40,3 (32,5/42,3) ms para a canção motivacional vs 46,0 (41,0/63,0) ms para a música calma, Z score $\Delta = -2,26$, $P = 0,023$.

No entanto, apesar da canção motivacional ter apresentando a mesma classificação apreciativa (Figura 4.1) de acordo com o sexo, as mulheres mostraram maior LR (9,5 (9,0/10,0) au) e ACT (7,0 (6,0/8,0) au) do que os homens (9,0 (7,5/9,0) a.u. – LR), (5,0 (4,5/6,5) a.u. - ACT). Além disso, as três avaliações emocionais (LR, VAL e ACT) demonstraram valores mais elevados para a música motivacional em comparação com a música calma para ambos os sexos, como esperado previamente ($p < 0,05$).

Figura 4.1 - Escala de auto-avaliação com uso de manequins (SAM), apresentando a distribuição individual para ambos os gêneros em cada tipo de música.



4.4 DISCUSSÃO

Usando espectroscopia funcional de infravermelho próximo, o presente estudo investigou como o córtex pré-frontal "ouve" a música. Características musicais (calmas vs músicas motivacionais), consequências emocionais, e as diferenças de gênero foram ainda examinadas neste estudo. Os resultados mostraram que a música é capaz de ativar a região do córtex pré-frontal e induzir efeitos residuais mais elevados em homens. No

entanto, as músicas motivacionais representam um tipo de sinal externo muito interessante para avaliação de resultados emocionais, devido às suas características intrínsecas (lembranças de vigor, devido a um método de auto-seleção) e uma relação direta com o exercício físico, o que pode trazer memórias antigas, alterando o componente de excitação percebida. É importante lembrar a ligeira ligação entre a área de PFC e as regiões do hipocampo/amígdala, relacionadas à memória e à emoção (sistema límbico), respectivamente²¹.

Além disso, todas as três regiões investigadas do córtex pré-frontal podem ter algum envolvimento particular no presente estudo. Portanto, um fator muito importante a levar em consideração é a relação com o córtex parietal e cingulado anterior, que são amplamente conhecidos pelo monitoramento sensorial e o processamento de desempenho, respectivamente²², transformando a atividade do córtex pré-frontal em uma das mais importantes áreas a ser investigada, quando estratégias motivacionais são aplicadas.

As mulheres apresentaram valores mais baixos de atividade do córtex pré-frontal para músicas motivacionais e calmas, bem como menores efeitos residuais (Off período). Tais diferenças baseadas no componente gênero também foram encontrados por León- Carrión et al.,¹⁰, que apresentou resultados muito semelhantes usando vários cliques de filmes transportando características emocionais, e demonstraram que a magnitude do efeito para os homens é mais expressiva do que as mulheres. Provavelmente, as mulheres ainda conservam alguma proteção contra a influência externa, o que as torna menos mutável de acordo com o ambiente²³⁻²⁵.

Além disso, as respostas emocionais foram claramente identificadas através do sistema autônomo com maior retirada vagal para músicas motivacionais, como esperado, devido às suas próprias características (tentativa de aumentar a excitação causando menos atividade parassimpática como consequência). Os resultados de SAM têm seguido a mesma tendência, conforme apresentado na Figura 1, o que mostra uma lateralidade muito clara como as diferenças entre as músicas motivacionais e calmas dentro da área de plotagem.

A VFC e as análises por SAM representam maneiras de identificar consequências emocionais à música via respostas fisiológicas e cognitivas/emocionais. Portanto, ambos apresentaram resultados semelhantes, ou seja, uma relação expressiva entre os sistemas centrais e periféricos avaliados. A relação quase linear entre os sistemas fisiológico periférico e central assim como as respostas emocionais podem indicar possíveis hipóteses psicofisiológicas para embasar o futuro das orientações para o uso de músicas no

exercício físico. Assim, o dispositivo fNIRS também pode ser uma ferramenta útil para investigar características motivacionais da música em aplicações de mesma intenção.

O presente estudo tem algumas limitações, como a falta de controle do nível de aptidão física dos indivíduos, o que poderia influenciar a magnitude da resposta motivacional em trazer mensagens de vigor, bem como alterar a atividade do PFC e das respostas emocionais. Além disso, investigações de personalidade podem modificar componentes intrínsecos como as interpretações de mundo, o que poderia mudar a percepção da música e os resultados posteriores, e tais parâmetros não foram avaliados. Finalmente, um processo de familiarização não foi realizado, e este procedimento pode garantir um nível desejado de concentração dos sujeitos durante a aplicação musical, evitando movimentos físicos e dúvidas escalares.

Outras pesquisas podem ser projetadas para compreender a interação paralela entre a música motivacional e a atividade física dentro do cérebro, bem como para entender os efeitos reais de cada componente de música (melodia, harmonia, tempo, estilo, etc...) sobre as respostas emocionais. Em resumo, estudos futuros devem tentar descobrir qual é a relação real entre os parâmetros de desempenho, respostas emocionais e atividade cerebral.

REFERÊNCIAS

1. Green A, Baerentsen K, Stodkilde-Jorgensen H, Roepstorff A, Vuust P. Listen, learn, like! Dorsolateral prefrontal cortex involved in the mere exposure effect in music. *Neurol Res Int* 2012; 1–11.
2. Moghimi S, Kushki A, Guerguerian AM, Chau T. Characterizing emotional response to music in the prefrontal cortex using near infrared spectroscopy. *Neurosci Lett* 2012; 6: 7-11.
3. Steele CJ, Bailey JA, Zatorre RJ, Penhune VB. Early musical training and white-matter plasticity in the corpus callosum: evidence for a sensitive period. *J Neurosci* 2013; 16: 1282-1290.
4. Montinaro A. The musical brain: myth and science. *World Neurosurg* 2010; 73: 442-453.
5. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med* 1998; 19: 32-37.
6. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills* 2004; 98: 985-991.

7. Shaulov N, Lufi D. Music and light during indoor cycling. *Percept Mot Skills* 2009; 108: 597-607.
8. Raglio A, Oasi O, Gianotti M, Bellandi D, Manzoni V, Goulene K, Imbriani C, Badiale MS. Music therapy, emotions and the heart: a pilot study. *G Ital Med Lav Ergon* 2012; 34: 438-43.
9. Conrad C. Music for healing: from magic to medicine. *Lancet* 2010; 11: 1980-1981.
10. León-Carrion J, Damas J, Izzetoglu K, Pourrezai K, Martín-Rodríguez JF, Barroso y Martín JM, Domínguez-Morales MR. Differential time course and intensity of PFC activation for men and women in response to emotional stimuli: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neurosci Lett* 2006; 403: 90-95.
11. León-Carrión J, Martín-Rodríguez JF, Damas-López J, Pourrezai K, Izzetoglu K, Barroso y Martín, JM, Domínguez-Morales MR. A lasting post-stimulus activation on dorsolateral prefrontal cortex is produced when processing valence and arousal in visual affective stimuli. *Neurosci Lett* 2007; 422, 147-52.
12. Leff DR, Orihuela-Espina F, Elwell CE, Athanasiou T, Delpy DT, Darzi AW, Yang GZ. (2011) Assessment of the cerebral cortex during motor task behaviours in adults: a systematic review of functional near infrared spectroscopy (fNIRS) studies. *Neuroimage* 2011; 54: 2922-2936.
13. León-Carrion J, León-Domínguez U. Functional near-infrared spectroscopy (fNIRS): Principles and neuroscientific applications In P. Bright (Ed), *Neuroimaging methods*. Rijeka: Intech 2012: 47-74.
14. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, Lillemoe KD, Warshaw AL, Conrad C. The impact of music on metabolism. *Nutrition* 2012; 28: 1075-1080.
15. Chance B, Leigh Jr JS. Oxygen intermediates and mixed valence states of cytochrome oxidase: infrared absorption difference spectra of compounds A, B, and C of cytochrome oxidase and oxygen. *Proc Natl Acad Sci USA* 1977; 74: 4777-4780.
16. Vickhoff B, Malmgren H, Aström R, Nyberg G, Ekström SR, Engwall M, Snygg J, Nilsson M, Jörnsten R. Music structure determines heart rate variability of singers. *Front Psychol* 2013; 9: 1-16.
17. Lang P, Bradley M. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 1994; 25: 49-59.
18. Kawabata H, Zeki S. Neural correlates of beauty. *J Neurophysiol* 2004; 91: 1699-1705.
19. Gamelin FX, Berthoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure R-R intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 887-93.
20. Guzik P, Piskorski J, Krauze T, Schneider R, Wesseling KH, Wykretowicz A, Wysocki H. Correlations between the Poincare plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci* 2007; 57: 63-71.

21. Murray EA, O'Doherty JP, Schoenbaum G. What we know and do not know about the functions of the orbitofrontal cortex after 20 years of cross-species studies. *J Neurosci* 2007; 27: 8166-8169.
22. Wood NJ, Grafman J. Human prefrontal cortex: Processing representational perspectives. *Nat Rev Neurosci* 2003; 4: 139-147.
23. Bradley MM, Codispoti M, Sabatinelli D, Lang PJ. Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. *Emotio*, 2001; 1: 300-319.
24. Gur RC, Gunning-Dixon F, Bilker WB, Gur RE. Sex differences in temporo-limbic and frontal brain volumes of healthy adults. *Cereb Cortex* 2002; 12: 998-1003.
25. Wager TD, Ochsner KN. Sex differences in the emotional brain. *NeuroReport* 2005; 16: 85-87.

CAPÍTULO 5

COMO A MÚSICA PODE AUXILIAR 5 KM DE CORRIDA?

RESUMO

A proposta do presente estudo foi de investigar os efeitos da música não sincronizada e seu momento de aplicação durante 5 km de corrida. Para isso, 15 corredores amadores foram submetidos a 5 condições experimentais aleatórias durante 5 km de corrida em uma pista de atletismo vazia e oficial (PM: músicas motivacionais aplicadas antes do teste; SM: músicas motivacionais lentas aplicadas durante o teste; FM: músicas motivacionais rápidas aplicadas durante o teste; CS: Músicas calmas aplicadas após o teste; CO: Condição controle). Análises de espectroscopia funcional de infravermelho foram usadas previamente em uma tentativa de investigar as características motivacionais da música e sua ativação no córtex pré-frontal, tais parâmetros foram associados com a variabilidade da frequência cardíaca e avaliações psicológicas de ativação e prazer. Cada sujeito respondeu previamente o questionário de personalidade de Eysenck e avaliações psicofisiológicas foram também usadas antes (humor; sentimento; variabilidade da frequência cardíaca), durante (cada volta – tempo de volta; número de passos; percepção de esforço e frequência cardíaca) e após (recuperação – humor; sentimento; variabilidade da frequência cardíaca; percepção geral de esforço) os 5 km de corrida. Os resultados do presente estudo demonstraram que as músicas escolhidas foram agradáveis e também capazes de ativar os sujeitos, além disso, todo o córtex pré-frontal foi amplamente ativado, gerando respostas emocionais identificadas pela variabilidade da frequência cardíaca. A variação do sentimento percebido apresentou queda significativa somente para a condição CO (Z score Δ : - 2,198 a.u.; P = 0.028) e o tempo de volta foi menor durante os 800 metros iniciais para as condições SM e FM comparada com todas as outras ($p < 0,05$), além disso, a música apresentou alta probabilidade de beneficiar o desempenho dos corredores quando comparada com a condição controle (SM: 89%; FM: 85%; PM: 39%). Por fim, a música foi capaz de acelerar a reativação parasimpática e melhorar o processo de recuperação ($P < 0,05$). Podemos concluir que a música foi capaz de ativar a região do córtex pré-frontal, diminuir as sensações de esforço, melhorar o desempenho e acelerar o processo de recuperação em uma atividade aeróbica de intensidade máxima.

Palavras-chave: Corrida. Música. Córtex pré-frontal.

5.1 INTRODUÇÃO

A música tem sido amplamente utilizada no domínio do esporte e do exercício físico¹⁻⁵, na tentativa de melhorar o desempenho, diminuir a percepção de esforço ou modular parâmetros fisiológicos⁶⁻¹⁰. Existem muitos fatores externos que podem alterar e contribuir com as recomendações e orientações para o uso da música no exercício¹¹⁻¹³, como o momento de aplicação (antes, durante ou após a atividade), a sincronização (assíncrono ou síncrono), ritmo da música (músicas rápidas ou músicas lentas), a expressão da música (canções calmas ou canções de excitação) e o tipo de música (clássica, techno, arte popular,

auto-escolha , etc) ¹⁴, também , é importante notar que cada um desses fatores apresenta um propósito bastante específico e sua aplicação depende de um modelo elaborado e embasado no conhecimento da prática.

Todos esses componentes devem ser incluídos em um quadro conceitual que envolve diferentes modelos de exercício (corrida, ciclismo, levantamento de peso, artes marciais e assim por diante), pois cada tipo de exercício físico pode determinar fatores intrínsecos da música a ser inserida ¹⁵. Tate e seus colegas ⁸ têm mostrado uma melhoria de desempenho significativa em nadadores durante testes em piscina e execução de testes paralelos de esforço ($P < 0,05$) aplicando canções auto-selecionadas para fins de treinamento. Em resumo, cada tipo de exercício está relacionado à seleção de músicas adequadas, a aptidão física do sujeito e o tempo de aplicação da música, transformando esses fatores imprescindíveis para a escolha e aplicação dessa técnica ¹¹.

Correr é um dos exercícios físicos mais praticados no mundo, devido às suas próprias características (baixo custo e disponível para a maioria das pessoas) e altos benefícios aeróbicos ¹⁶. A música tem sido constantemente aplicada sobre este tipo de exercício ¹⁷⁻¹⁹, e tal tarefa representa um importante método para estudar os efeitos da música em variáveis psicofisiológicas ^{20,21} e centrais ²². O modelo de 5km de corrida é o primeiro objetivo da maioria dos corredores, e pode ser considerado uma vitória realizar tal tarefa em um tempo de até 30 minutos, neste contexto, a música teoricamente poderia ajudar este processo, agindo em paralelo no sistema de dissociação ^{23,24} ou aumentando a motivação/induzindo excitação (\uparrow catecolaminas cerebrais) ²⁵⁻²⁷.

A hipótese do processamento paralelo afirma que o processamento de informações de fontes internas ou externas, independentemente do exercício ou a falta dela, ocorre em paralelo. Isto significa que, basicamente, uma série de estímulos são recebidos, e processados pelo córtex cerebral de maneira pré-consciente, a fim de aumentar o foco de interpretação ao sinal considerado mais importante naquele momento ^{23,24}. Além disso, a hipótese motivacional indica uma mudança na excitação do sistema nervoso central ocorrendo particularmente durante a exposição musical, uma vez que a memória pode associar essa canção ou ritmo particular com uma situação anterior específica, promovendo sensações de relaxamento, raiva, saudade, felicidade, entre outros, que, no caso de exercício pode levar a mudanças no desempenho ^{28,29}.

Para atletas, as músicas são usadas com o intuito de diminuir a ansiedade pré-competitiva, ou para aumentar a motivação e o desejo de vencer. A partir desta

perspectiva, os estudos que se concentraram nesta teoria testam o uso da música como um ergogênico especificamente em diferentes condições de mudança no estado afetivo e humor durante o exercício ^{5,8,30}.

Ainda, após um exercício físico intenso, como 5 km de corrida, a resposta do corpo está relacionada a vários fatores corporais (potência aeróbia, sistema cardiovascular, respiratório e experiências) e o processo de recuperação é considerado um índice importante do nível de aptidão física e proteção cardíaca ^{31,32}. Acelerar tal componente; aumentando a velocidade de recuperação, representa uma boa maneira de evitar problemas pós-exercício, em pessoas saudáveis ou doentes ^{33,34}. Eliakim et al., ³ mostraram que as estratégias psicológicas como a inserção da música após o exercício pode melhorar significativamente parâmetros psicológicos (ex: percepção subjetiva de esforço) e resultados fisiológicos (ex: lactato). Tais pesquisadores têm usado faixas motivacionais na tentativa de induzir o aumento de vigor, número de passos e, posteriormente, maior remoção do lactato sanguíneo, representando uma forma interessante de usar a música durante o processo de recuperação.

A inserção musical posterior na tentativa de melhorar o processo de recuperação é bastante limitada, e muitos componentes da música podem agir em diferentes maneiras para modular esse processo. Em outras palavras, as expressões da música (canções calmas ou canções de excitação) podem induzir de maneira indireta, momentos de relaxamento, através de uma via neuro-humoral durante respostas corporais ao estresse humano. Conrad et al. ³⁵ sugerem que as canções clássicas podem agir no córtex consciente e inconsciente, aumentando a atividade da hipófise e subsequente liberação dos hormônios de crescimento, seguido por uma modulação de estresse (↓ interleucina-6, ↓ epinefrina, ↓ deidroepiandrosterona), diminuindo a pressão arterial e a frequência cardíaca. Estes resultados devem acontecer devido a um efeito indireto sobre o sistema nervoso simpático, diminuindo reações inflamatórias.

No entanto, quais seriam os reais efeitos da música sobre as variáveis de desempenho, perceptivas, fisiológicas e de recuperação em 5 km de corrida? Qual seria o tempo correto de aplicação da música durante 5 km de corrida? Seriam corredores amadores, capazes de escolher músicas motivacionais em sua própria maneira? Essas músicas seriam capazes de alterar as respostas emocionais (↑ atividade do sistema autônomo) e ativação cerebral? No presente estudo, todas estas perguntas anteriores construíram o principal objetivo.

5.2 MÉTODOS

5.2.1 Participantes

Quinze corredores amadores (fisicamente ativo - International Physical Activity Questionnaire: IPAQ versão curta)³⁶ participaram do presente estudo ($25,72 \pm 3,11$ anos; $79,12 \pm 8,64$ kg; $175 \pm 0,9$ centímetros; $4,85 \pm 1,25$ anos de prática; $7 \pm 2,49$ horas de treinamento semana; $5,67 \pm 1,85$ competições). O tamanho da amostra foi calculado com o tempo total como a principal variável de Mohammadzadeh et al,⁶ que apresenta tarefa e tipo de população semelhante, assumindo valor de significância: 0,05; poder estatístico: 0,80; razão = 1, com média de diferenças entre duas condições experimentais, e desvio padrão do protocolo experimental (GPower 3.1[®]). Os indivíduos foram instruídos a abster-se de atividades vigorosas e ingestão de cafeína, substâncias que contenham álcool e auxiliares ergogênicos (BCAA, whey protein, creatina e etc..) 24 horas antes dos experimentos. Além disso, eles foram instruídos a manter seus hábitos alimentares e só realizar o teste físico em condições psicológicas normais (valores na Escala Sentimento que vão de 2 a 4 - como variável de controle), esses requisitos representam uma forma de controle ao longo do projeto, aumentando a possibilidade de alcançar condições experimentais semelhantes, e transformando a música, o fator mais importante para contribuir com as possíveis diferenças psicofisiológicas. Este estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa Institucional local. Todos os indivíduos leram e assinaram um documento de consentimento informado e aprovado pelo Conselho de Revisão Institucional da Universidade.

5.2.2 Modelo do Estudo

Todos os indivíduos realizaram cinco testes físicos individualmente (5 km no menor tempo possível) na primeira linha de uma pista de atletismo oficial e vazia (12 voltas e meia). O tempo entre cada ensaio variou de 72 horas (3 dias) a 168 horas (7 dia). Todos os testes foram realizados na mesma hora do dia ($\pm 0,25$ horas) com o intuito de evitar variações circadianas.

No presente estudo, cinco condições experimentais foram testadas (PM: músicas motivacionais, variando de 110 a 150 bpm, aplicadas antes da prova; SM: músicas motivacionais lentas, que vão de 80 a 100 bpm, aplicadas durante o teste, FM: músicas

motivacionais rápidas, variando de 140 a 160 bpm, aplicadas durante o teste, CS: canções calmas - músicas calmas aplicadas após o teste, variando de 80 a 100 bpm; CO: condição de controle, sem intervenção). Além disso, não houve qualquer tipo de conversa em qualquer uma das condições, pois os temas da conversa poderiam agir positiva ou negativamente nas percepções e afeto dos sujeitos, alterando o desempenho de forma aleatória.

O tempo médio das músicas escolhidas foi de $129,9 \pm 7,33$ bpm para PM, $89,1 \pm 6,30$ bpm para SM, $146,4 \pm 5,08$ bpm para FM e $93,6 \pm 7,76$ bpm para o CS. Os indivíduos só sabiam sobre o protocolo experimental que faziam no momento da chegada, e as condições experimentais foram randomizadas usando o seguinte método: Segunda criação com permutações aleatorizadas divididos em um bloco de 15 sujeitos (www.randomization.com).

5.2.3 Entrevista

Cada sujeito foi entrevistado separadamente antes do experimento, onde todos eles informaram suas medidas antropométricas (peso e altura), informações pessoais (idade, tempo de prática, o número de competições e volume de treinamento), e também responderam ao IPAQ - versão curta e ao questionário de personalidade Eysenck (EPQ)³⁷, este último representa uma das maiores dúvidas sobre estudos envolvendo música e exercício^{12,13}, transformando estratificações de acordo com a personalidade e verificando se a música poderia agir de forma diferente de acordo com as características pessoais. Todos os procedimentos subsequentes foram explicados e eles foram familiarizados com a escala de esforço percebido (PSE 15 pontos e CR10), Brunel Mood Scale (BRUMS) e a Escala de Sentimento (FS). Eles foram solicitados a selecionar 30 músicas motivacionais (10 - faixas lentas de velocidade, 10 faixas de velocidade média e 10 faixas de velocidade rápida) e a única informação foi selecionar canções capazes de aumentar seu vigor e motivação para realizar um exercício físico de alta intensidade.

Quando o número de faixas com bpm específico não apresentou a quantidade necessária de músicas para o cumprimento de 5 km de corrida, eles foram convidados a escolher esse número faltante até completar a lista de reprodução. A estratificação das músicas de acordo com bpm foi realizada inicialmente por dois softwares específicos (BPM Counter[®] e VirtualDJ[®]), seguido por um músico experiente.

5.2.4 Avaliação com fNIRS

Todos os sujeitos foram instruídos a estar no laboratório após a entrevista para realizar um teste de neuroimagem envolvendo a exposição de diferentes músicas, devendo os mesmos relatar sentimentos e percepções depois disso. Tal procedimento foi realizado em uma tentativa de demonstrar como a música motivacional auto-selecionada poderia invocar emoções e ativações cerebrais. Este resultado pode propor uma forma alternativa de assegurar que as canções escolhidas foram realmente capazes de causar a ativação cerebral, este também pode ser considerado um método validado para mostrar fisiologicamente as propriedades motivacionais da faixa ³⁸. Isto é baseado em estudo anterior, que demonstrou que alguns tipos de canções de música foram capazes de induzir a maior variação do fluxo sanguíneo em relação a outros ²⁹.

Um dispositivo fNIRS (Biopac Systems[®] - 16 sensores; 10 fotodetectores ; 4 emissores de luz, 2,5 mm de distância entre optodo) foi usado para obter a ativação cerebral de quatro faixas representativas (1 faixa aleatória para cada sujeitos dentre as selecionadas para cada uma das condições experimentais). Um técnico aplicou os sensores fNIRS em linha com posições FP1 - FP2 sobre o Sistema Internacional 10-20, projetado para gravação de dados a partir do córtex pré-frontal (PFC), o dispositivo foi posicionado na testa 0,5 centímetros acima da sobrancelha e todo o procedimento experimental foi feito em um quarto escuro evitando interferências de luzes externas.

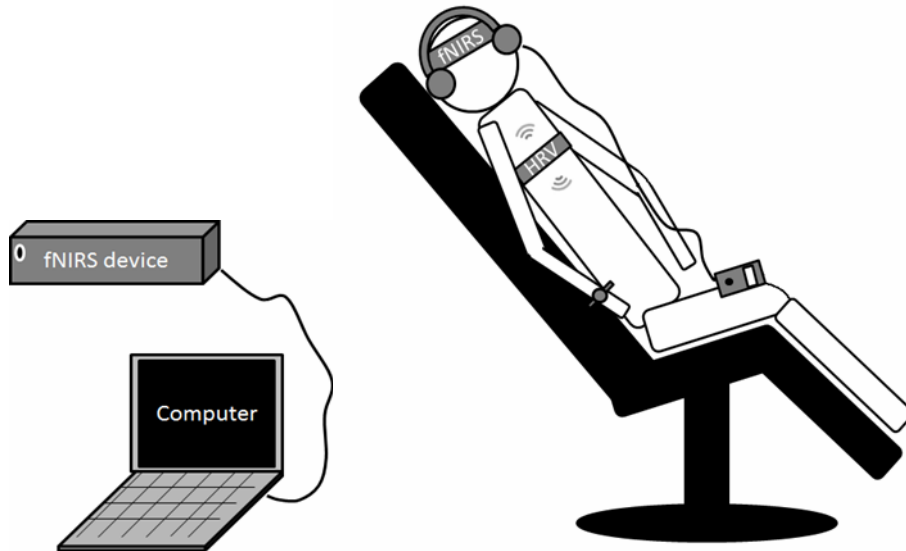
A espectroscopia funcional de infravermelho próximo (fNIRS) é uma modalidade de neuroimagem que mede as alterações hemodinâmicas no cérebro. Além disso, essa técnica representa uma estratégia simples, pequena, não invasivo, leve, de baixo custo e portátil. O instrumento foi desenvolvido de acordo com o Chance e Leigh, que se baseia na Lei de Beer-Lambert modificada. Cada fonte de luz contém dois diodos emissores de luz com comprimentos de onda de 730 nm e 850 nm, que representam o reflexo da Hb (hemoglobina desoxigenada) e O₂Hb (hemoglobina oxigenada) respectivamente.

A variação de Hb e O₂Hb é considerado uma resposta direta à função cerebral através da direção do fluxo de sangue, e esses eventos geralmente ocorrem quando são induzidos através de intervenções psicológicas, provocando alterações cerebrais (atividade) e desvio de sangue, dessa forma, o dispositivo fNIRS é capaz de identificar tal comportamento ³⁸.

Assim, inicialmente os participantes permaneceram sentados e responderam ao manequim de Auto-Avaliação (SAM), incluindo a análises de ativação e prazer ³⁹, que varia de 1 (mínima excitação/valência) a 9 (máxima excitação/valência). Após isso, um monitor de frequência cardíaca foi posicionado (Polar RS800[®]) para análise da variabilidade da frequência cardíaca (VFC), este tópico vai ser melhor descrito abaixo. Depois disso, eles permaneceram em concentração até que os seus valores (O₂Hb e Hb) mostrassem uma dispersão linear, e a linha de base foi calculada por dez segundos. O procedimento utilizado para considerar a linha de base foi: ruídos brancos (frequência conhecida) como plano de fundo durante 30 segundos (20 segundos antes do cálculo da linha de base). Os sujeitos absteram-se ao uso de cafeína e álcool por pelo menos 24 horas antes do exame e o córtex pré-frontal foi selecionado devido a sua ativação cortical durante a interpretação de canções ²⁹.

Quando este procedimento foi encerrado, os sujeitos ouviram quatro músicas (1 faixa aleatória de PM mais cinco minutos de silêncio, uma faixa aleatória de SM, uma faixa aleatória de FM e uma faixa aleatória de CS). A ordem dessas faixas foi randomizada e o ruído branco foi inserido entre cada um durante um curto período de tempo (30 segundos - gerando valores basais). O tempo de silêncio aplicado após PM foi utilizado na tentativa de esclarecer os efeitos residuais da música após sua indução ⁴⁰. Todas as faixas foram tocadas usando um dispositivo Ipod[®] e um fone de ouvido Onbongo[®], mantendo o volume em 75 (\pm 5) decibéis medidos diretamente na orelha com um decibelímetro (Icel[®] DL-4020). A Figura 1 representa um desenho ilustrativo da aplicação do fNIRS.

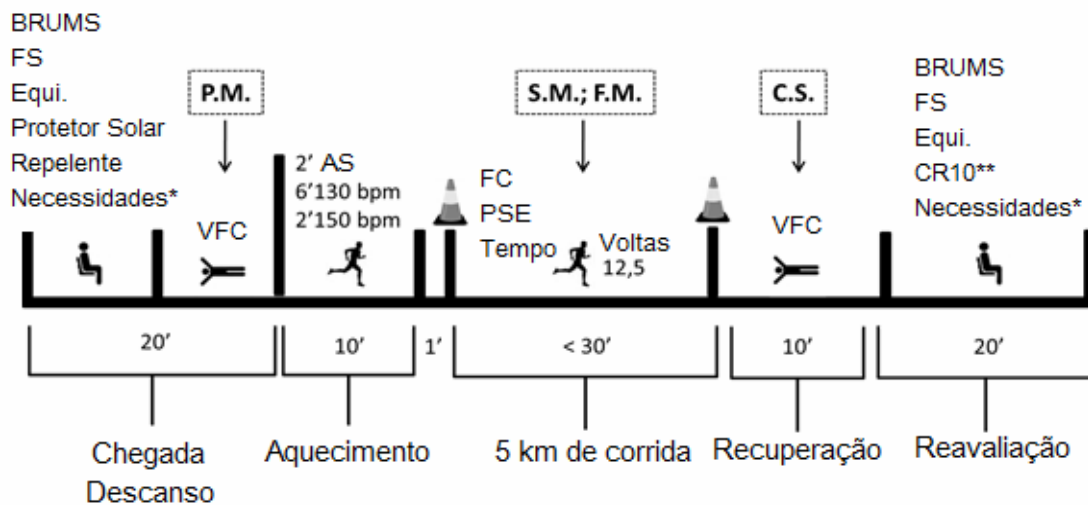
Figura 5.1 - Representação ilustrativa do fNIRS e seu procedimento experimental. fNIRS: Espectroscopia funcional de infravermelho próximo; VFC: Variabilidade da frequência cardíaca.



5.2.5 Protocolo Experimental

A figura 2 representa o protocolo experimental e o tempo de aplicação do estímulo em cada uma das condições estudadas. Os testes físicos tiveram início após as avaliações com fNIRS.

Figura 5.2 – Protocolo experimental, incluindo todos os testes físicos do estudo.



BRUMS: Escala de humor de Brunel; FS: Escala de sentimento; Equi.: Colocação ou retirada dos equipamentos; *: Ingestão de água/barra de cereal e uso do toalete; VFC: Variabilidade da frequência cardíaca; AS: Ritmo auto-selecionado; bpm: batidas por minutos; CR10: Percepção de esforço geral; **: 30' após recuperação; PM: Músicas motivacionais antes do teste; SM: Músicas lentas e motivacionais durante o teste; FM: Músicas rápidas e motivacionais durante o teste; CS: Músicas calmas após o teste.

Chegada: Os sujeitos permaneceram sentados por um curto período de tempo (10 minutos), onde eles responderam o BRUMS (Pré) e o FS (Pré). A primeira ferramenta (BRUMS) representa um questionário para avaliar os estados de humor, constituída por 24 adjetivos (0-16 Escala Likert) estratificadas entre os seis domínios do humor: raiva, confusão, depressão, fadiga, tensão e vigor ⁴¹. A segunda ferramenta representa o nível de sentimento expresso naquele exato momento (-5 a +5 apresentado em unidades arbitrárias), servindo como um indicador geral de percepção psicofisiológica e prazer ^{42,43}. Além disso, todos os equipamentos (monitor de frequência cardíaca e pedômetro - DigiWalker SW200, Yamax[®]) foram colocados nesse momento; ainda, eles poderiam fazer uso de protetor solar (Sundown[®]) e repelente (Repelex[®]) antes de realizar as etapas subsequentes. Eles também podiam, beber água e usar o banheiro nesse momento.

Descanso: Nos próximos 10 minutos, os indivíduos permaneceram deitados e a análise da VFC (descrita abaixo) foi realizada, com um período completo de silêncio (A condição PM foi aplicada neste momento).

Aquecimento: O período de aquecimento consistiu de 2 minutos de caminhada em um ritmo auto-selecionado, mais 6 minutos de corrida a 130 bpm - Frequência Cardíaca (permitindo ± 5 bpm de variação), mais 2 minutos de corrida a 150 bpm - Frequência Cardíaca (permitindo ± 5 bpm de variação) (adaptado de Škof & Strojnik) ⁴⁴ em um espaço sintético específico para aquecimento (raio: ± 10 metros) no meio da pista.

5 km de corrida: Os sujeitos tinham que correr 5 km o mais rápido possível, e em todas as voltas (400 metros) + 200 metros finais tiveram de informar a sua frequência cardíaca e responder o PSE (15 pontos), respondendo à seguinte pergunta: "Quão difícil é a tarefa, neste momento?" ⁴⁵. Durante todos os testes, os valores muito, muito leve (7) e muito, muito difícil (19) foram utilizados como pontos de ancoragem ⁴⁶. Os sujeitos também foram instruídos sobre a importância da veracidade sobre o PSE relatada, destacando o fato de que a resposta de um valor mais baixo ou mais alto de percepção não influenciaria na avaliação de desempenho. Além disso, o tempo de cada volta + 200 metros finais foi gravado com um cronômetro digital (iPod[®]) pelo mesmo avaliador. A estratégia de corrida era livre e eles poderiam contar o número de voltas por si só, tal informação não foi informada pelo avaliador. Para condições com música (PM, SM, FM, CS) todas as faixas foram tocadas usando outro dispositivo (outro iPod[®]) colocado em uma braçadeira (HammerHead[®]) com um fone de ouvido (Onbongo[®]), mantendo-se o volume em 75 (± 5) decibéis medidos diretamente na orelha com um decibelímetro (Icel[®] DL- 4020).

Recuperação: Após 5 km de corrida, os sujeitos tiveram que deitar-se imediatamente, e permanecer por um período de 10 minutos sob análise da VFC, com um período completo de silêncio. Para condição música (CS) todas as faixas (Enya - May It Be – New Age - 110 bpm ; Bach - Air , On the G String - Estilo Clássico - 106 bpm; Hilary Stagg - Pleasant Dreams - New Age - 95 bpm) foram escolhidos seguindo recomendação prévia⁴⁷ e a ordem faixas era sempre a mesma, apresentada acima.

Reavaliação: Finalmente, eles permaneciam sentados e respondiam o BRUMS (Pós) e FS (Pós) após o término da recuperação. Todos os equipamentos eram retirados e eles podiam beber água, usar o banheiro e comer uma barra de cereais (Nestlé®) neste momento. No final de 30 minutos após 5 km de corrida, eles respondiam ao CR10 (escala de 10 pontos), informando a percepção geral de esforço sobre todo o período de execução.

5.2.6 Variabilidade da Frequência Cardíaca

Corrida: Essa variável foi obtida em repouso para mensurar a influência da música sobre o sistema autônomo, comparando as condições de PM/CS e CO, e um filtro digital forte foi aplicado para suavizar possíveis ruídos. No domínio do tempo, a raiz quadrada da média das diferenças sucessivas (análise de 30 segundos de RMSSD - índice vagal) e o desvio-padrão dos intervalos RR (SDNN - atividade global do sistema autônomo) foram incluídos⁴⁸. A transformada rápida de Fourier (FFT) foi usada para estimar a densidade do espectro de potência, e esta densidade foi quantificada por dois filtros passa-banda: baixa frequência (LF) - 0,04 a 0,15 Hz (atividade global do sistema autônomo) e alta frequência (HF) - 0,15 de 0,40 Hz (índice vagal), e estes resultados foram apresentados como unidades normalizadas⁴⁸. Além disso, uma análise não-linear através da plotagem de Poincaré foi feita, obtendo os valores de SD1 (índice parassimpático) e SD2 (atividade global do sistema autônomo) como índices extras [49].

fNIRS: Essas mesmas variáveis foram obtidas no teste de neuroimagem, comparando as condições PM, SM, FM e CS, este procedimento representa a resposta fisiológica emocional à música através da análise da retirada vagal. O tempo de aplicação da música inteira foi considerada nos parâmetros da VFC e um filtro digital foi aplicado para suavizar possíveis ruídos. O processo de tratamento da VFC foi o mesmo descrito acima (6.3.6. Variabilidade da Frequência Cardíaca - *Corrida*).

5.2.7 Processamento dos Dados

Uma janela de 0,5 segundos foi aplicada a cada variável dependente do fNIRS e os dados foram analisados por meio de um software desenvolvido em Excel 2010 (Microsoft Office[®]) para estratificar, contar e separar por voxels e região/lado do PFC (Medial: mPFC - voxels 7, 8, 9 e 10; Dorsolateral direito: RdlPFC - voxels 11, 12, 13, 14, 15 e 16; Dorsolateral esquerdo: LdlPFC - voxels 1, 2, 3, 4, 5 e 6), interpretando os valores para O₂Hb e HbB. A diferença entre o teste de neuroimagem e de linha de base foi representado em μM . A diferença entre O₂Hb e HbB foi calculado anteriormente (Diffbase) e em cada faixa musical (Difftest), e a diferença dessas diferenças (Difftest - Diffbase = ativação) foi considerada como ativação do PFC³⁸, que representa o aumento de O₂Hb, a diminuição de HbB, ou considerações mútuas.

Os componentes espectrais e temporais de VFC foram analisados através do programa HRV Kubios Software[®] (Biosignal Laboratory, da Universidade de Kuopio, Finlândia).

5.2.8 Análise dos Dados de fNIRS

A suavização de dados foi feita através da identificação de *outliers* e posterior substituição foi realizada através da aplicação de imputação múltipla de 6 células para todas as variáveis. A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas usando o teste de Shapiro –Wilk e Levene, respectivamente. A seguinte variável mPFC, LR, SAM (VAL e ACT), HF, LF e SD1 apresentaram distribuição de Gauss e dispersão escalar (apresentados como média e desvio padrão), tornando avaliações paramétricas possíveis (Anova one-way, seguido por teste de comparações múltiplas - post-hoc de Bonferroni).

No entanto, as variáveis: RdlPFC, LdlPFC e RMSSD não mostraram a mesma distribuição (apresentada como mediana e intervalo interquartil), além disso, a elevada dispersão não permitiu qualquer tipo de correção (log 10, quadrado e etc...), sendo realizadas somente avaliações não-paramétricas (Kruskal Wallis seguido do teste U de Mann Whitney). Por fim, as variáveis: SDNN e SD2 apresentaram inicialmente distribuição não paramétrica, mas as correções logarítmicas de base 10 através da computação de variáveis foram capaz de corrigir tal dispersão, permitindo comparações paramétricas, como descrito acima. As comparações pareadas entre o período off (PM) e a inserção de música foram feitas através do

teste " t " de Student para variáveis paramétricas (ativação cerebral e análises de VFC) e o teste de Wilcoxon foi aplicado para variáveis não-paramétricas. O nível de significância foi fixado em $P < 0,05$ e a análise estatística foi realizada utilizando o programa PASW 18.0 (SPSS Inc ® , Chicago, IL , EUA).

5.2.9 Análise dos Dados dos 5 km de Corrida

A suavização dos dados foi feita através da identificação de *outliers* e posterior substituição foi realizada através do método de imputação múltipla de 8 células para todas as variáveis. A normalidade e homogeneidade dos dados foram verificadas usando o teste de Shapiro –Wilk e Levene, respectivamente. Variáveis psicológicas (BRUMS e FS) foram processadas através de análise não paramétrica, devido à alta dispersão (zero ou valores negativos) e distribuição não-escalar (apresentada como mediana e intervalo interquartil).

As variáveis citadas foram comparadas entre os momentos pré e pós teste por meio do teste de Wilcoxon e dentro de cada momento pelo teste U de Mann Whitney, além disso, a variação dos momentos foi calculada posteriormente (Δ), e tal índice foi comparado entre todas as condições experimentais como resultado do exercício somado ao efeito da intervenção, e comparadas pelo teste Kruskal Wallis seguido do teste U de Mann Whitney quando necessário.

As variáveis da VFC foram analisadas de forma paramétrica (teste “t” de Student não pareado), para as variáveis computadas de forma logarítmica (RMSSD e SD1) e de distribuição normal. A análise temporal para o RMSSD foi comparada de forma similar, aplicando o teste *Anova two-way* para medidas repetidas seguido do *post-hoc* de Tukey, e a aplicação de cada avaliação foi dividida em períodos janelados de 30 segundos.

Além disso, as variáveis: PSE, HR e LP foram comparadas através da *Anova One-Way* seguida do *post-hoc* de Bonferroni para subseqüentes comparações múltiplas de cada volta separadamente (13 comparações), também , o número de passos e o tempo total foram comparados utilizando o mesmo caminho. A menor variação dos valores foram usados para o tempo total na tentativa de verificar a possibilidade do efeito ser prejudicial, trivial ou benéfico (*Smallest Worthwhile Change* – SWC). As possibilidades existentes no ensaio foram classificadas em < 1 % quase certeza de que não, 1 % a 5 % muito improvável, de 5% a 25 % improvável , 25% a 75 % possível, 75 % a 95 % provável, 95 % a 99 % muito provável; > 99% quase certeza. Se a chance do benefício e a queda foram ambos superiores a 5%, o

exame final foi considerado indeterminado. A descrição dos resultados apresentam a seguinte distribuição: Primeiros valores significam os benefícios, valores centrais significam os efeitos triviais e valores finais significam o efeito prejudicial (Primeiro/Segundo/Terceiro)³⁹. O nível de significância foi fixado em $P < 0,05$ e a análise estatística foi realizada usando o SPSS 18.0 (SPSS Inc[®], Chicago, IL, EUA).

5.3 RESULTADOS

5.3.1 *fNIRS*

Na tabela 5.1 são apresentadas as análises envolvendo o PFC mostraram atividade cerebral em toda região do córtex para as músicas auto-selecionadas, assim como um interessante efeito residual. A ativação das diferentes regiões do córtex foram avaliadas e comparadas separadamente entre as condições experimentais, mostrando nenhum resultado significativo (Tabela 1): mPFC: ($F = 0,605$; $P = 0,615$), RdlPFC: ($X^2 = 2,53$; $P = 0,471$), LdlPFC: ($X^2 = 0,67$; $P = 0,880$). No entanto, o período de silêncio demonstrou um aumento significativo na região medial e direita do PFC (mPFC: Z score $\Delta = -1,76$, $P = 0,032$; RdlPFC: Z score $\Delta = -1,69$, $P = 0,046$; LdlPFC: $\Delta = -1,57$, $P = 0,123$). Além disso, o teste de Kruskal-Wallis não mostrou diferenças entre as áreas do PFC comparadas dentro de cada condição experimental (PM: $X^2 = 0,51$, $P = 0,761$; SM: $X^2 = 0,39$, $P = 0,798$; FM: $X^2 = 1,91$, $P = 0,374$; CS: $X^2 = 0,31$, $P = 0,853$)

Tabela 5.1 - Ativação do córtex pré-frontal (RdlPFC, mPFC and LdlPFC) (a.u. μM) para diferentes tempos musicais (PM, SM, FM and CS), ($n = 15$ homens). Dados são apresentados como mediana e intervalo interquartil para todas as áreas do PFC (Q1-Q3).

	RdlPFC	mPFC	LdlPFC
PM	0,43 (0,09-1,42)	0,35 (0,06-1,17)	0,31 (0,26-0,77)
Off	1,42 (0,19-2,46)*	2,11 (0,19-2,51)*	0,46 (0,39-2,74)
SM	0,35 (0,18-0,87)	0,29 (0,19-0,90)	0,22 (0,08-1,02)
FM	0,25 (0,22-0,71)	0,02 (-0,36-0,42)	0,49 (0,06-0,74)
CS	0,07 (-0,36-0,72)	0,22 (-0,18-1,03)	0,05 (-0,29-0,43)

Nota: PM: Música motivacional de tempo médio ($129,9 \pm 7,33$ bpm); Off: Análise de 5 minutos de silêncio após PM (efeito residual da música); SM: Música motivacional calma ($89,1 \pm 6,30$ bpm); FM: Música motivacional rápida ($146,4 \pm 5,08$ bpm); CS: música calma ($101,2 \pm 2,71$ bpm); RdlPFC: Dorsolateral direito do córtex pré-frontal; mPFC: Córtex pré-frontal medial; LdlPFC: Dorsolateral esquerdo do córtex pré-frontal; *: Diferenças existentes entre as condições pareadas (PM e Off) ($P < 0,05$).

Além disso, as músicas escolhidas para PM, SM e FM apresentaram uma satisfatória apreciação, prazer e ativação (LR: $8,07 \pm 1,87$ au; VAL: $6,33 \pm 1,62$ au; ACT: $5,93 \pm 1,02$ - PM, LR: $7,60 \pm 1,51$ au; VAL: $6,67 \pm 1,59$ au; ACT: $5,47 \pm 1,73$ - S, LR: $8,03 \pm 1,33$ au; VAL: $6,60 \pm 1,18$ au ; ACT: $5,77 \pm 1,54$ au - FM), sem diferenças entre eles (LR: $F = 0,39$, $P = 0,672$; VAL : $F = 0,20$, $P = 0,817$; ACT: $F = 1,67$, $P = 0,201$). No entanto, a condição CS mostrou diferenças significativas em comparação com as outras três para LR e ACT (LR: $5,53 \pm 2,26$ au, $F = 6,56$, $P = 0,012$; VAL: $5,60 \pm 1,35$ au, $F = 1,64$, $P = 0,190$; ACT: $3,23 \pm 1,67$ au, $F = 3,13$, $P = 0,033$).

A análise da VFC forneceu informações úteis sobre a resposta emocional relacionada a música. As seguintes variáveis não mostraram qualquer diferença significativa entre as condições experimentais: SDNN: $F = 2,14$, $P = 0,105$; LF: $F = 1,3$, $P = 0,262$; HF: $F = 1,52$, $P = 0,217$; SD2: $F = 2,26$, $P = 0,091$), por outro lado, SD1 (F geral = $2,95$, $p = 0,040$) e RMSSD ($X^2 = 10,67$ geral, $P = 0,14$) demonstraram diferenças importantes e significativas quando CS (SD1: $35,33 \pm 10,58$ ms; RMSSD: 52 (20.1) ms) foi comparado com SM (SD1: $27,52 \pm 7,76$ ms, $P = 0,014$; RMSSD: 37 (12,2) ms , $\text{escore } Z \Delta = - 2,69$, $P = 0,006$) e FM (SD1: $29,53 \pm 9,55$ ms, $P = 0,048$; RMSSD: 39 (9,4) ms, $\text{escore } Z \Delta = - 2,38$, $P = 0,017$) . Além disso, as comparações pareadas entre a inserção de música em PM e o período Off (5 minutos de silêncio) não mostraram qualquer diferença significativa para o SDNN ($t = -0,25$, $P = 0,801$), RMSSD ($Z = -0,56$, $P = 0,572$), LF ($t = -0,78$, $P = 0,443$), HF ($t = 0,62$, $P = 0,545$), SD1 ($t = 0,92$, $P = 0,369$) e SD2 ($t = - 0,31$, $P = 0,358$) .

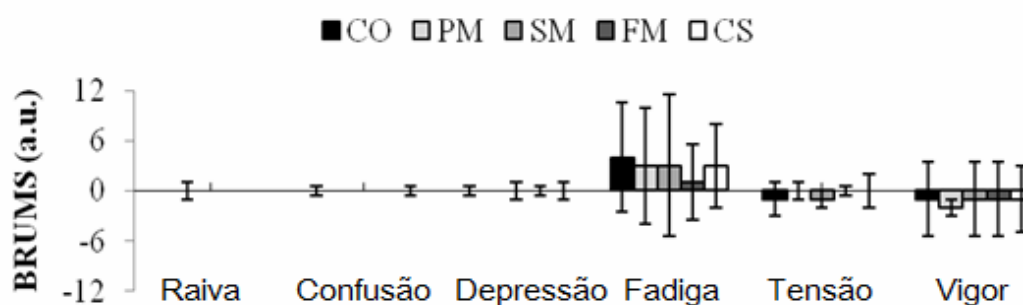
5.3.2 Análise Psicológica: 5 km de Corrida

A análise da personalidade apresentou baixa dispersão entre os indivíduos (quatro coléricos; três melancólicos, um fleumático, sete sanguíneos), sendo 11 considerados extrovertidos (colérico e sanguíneos) e 8 instáveis (colérico e melancólico). Esta característica de personalidade semelhante pode ser influenciada pela prática física, tornando os dados muito consistentes e transformando estratificações paralelas como improváveis.

Os seis domínios do questionário de BRUMS demonstraram nenhuma diferença entre as condições experimentais comparadas com o momento Pré (Raiva: $X^2 = 2,61$, $p = 0,624$; Confusão: $X^2 = 4,11$, $P = 0,391$; Depressão: $X^2 = 0,52$, $P = 0,901$; Fadiga: $X^2 = 2,03$, $P = 0,730$; Tensão: $X^2 = 3,34$, $P = 0,501$; Vigor: $X^2 = 0,98$, $P = 0,912$) ou Pós (Raiva: $X^2 = 2,09$, $P = 0,718$; Confusão: $X^2 = 3,27$, $P = 0,513$; Depressão: $X^2 = 0,77$, $P = 0,942$;

Fadiga: $X^2 = 1,43$, $P = 0,838$; Tensão: $X^2 = 5,70$, $P = 0,222$; Vigor: $X^2 = 0,76$, $P = 0,943$). Além disso, as análises delta entre os momentos mostraram nenhuma diferença estatisticamente significativa (Raiva: $X^2 = 1,34$, $P = 0,854$; Confusão: $X^2 = 6,67$, $P = 0,270$; Depressão: $X^2 = 3,29$, $P = 0,510$; Fadiga: $X^2 = 2,92$, $P = 0,571$; Tensão: $X^2 = 2,44$, $P = 0,655$; Vigor: $X^2 = 0,45$, $P = 0,978$). Dessa forma a aplicação musical durante 5 km de corrida não foi capaz de alterar parâmetros de humor como apresentado pela figura 5.3.

Figura 5.3 - Variação do estado de humor (seis domínios) durante 5 km de corrida, apresentada segundo 5 diferentes condições experimentais



Nenhuma diferença foi encontrada ($P > 0,05$). BRUMS: Escala de humor de Brunel; CO: Condição controle; PM: Músicas motivacionais aplicadas antes dos 5 km de corrida; SM: Músicas motivacionais lentas aplicadas durante 5 km de corrida; FM: Músicas motivacionais rápidas aplicadas durante 5 km de corrida; CS: Músicas calmas aplicadas após 5 km de corrida.

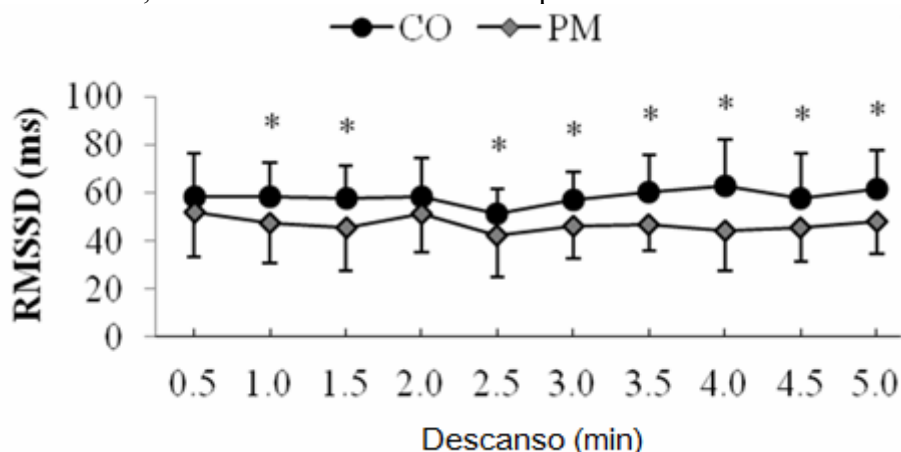
Além disso, as análises de FS forneceram uma perspectiva diferente relacionada as avaliações psicológicas após 5 km de corrida. Uma significativa diminuição de prazer foi claramente evidenciada na condição CO entre os momentos Pré e Pós (Z score Δ : -2,19; $P = 0,028$), ainda, o mesmo resultado não foi encontrado entre as outras condições experimentais (PM: Z score Δ : -1,18, $P = 0,236$; SM: Z score Δ : -0,97; $P = 0,329$; FM: Z score Δ : -0,78; $P = 0,437$; CS: Z score Δ : 0,86; $P = 0,389$). É importante notar que todas as condições experimentais foram consideradas iguais no momento Pré ($p = 0,903$) e Pós ($p = 0,851$). Esses resultados sugerem que a música foi capaz de manter a percepção dos sentimentos, evitando maiores decréscimos após um exercício aeróbico de alta intensidade.

5.3.3 VFC: 5 km de Corrida

A análise geral do período de descanso e recuperação do teste mostrou diferenças estatisticamente significantes para as condições PM e CS de acordo com os índices parasimpáticos. A música motivacional aplicada antes do teste não afetou o RMSSD geral

(CO: $63,1 \pm 14,81$ ms vs PM: $54,5 \pm 21,82$ ms; $t = 1,60$; $P = 0,120$), o SDNN (CO: $79,14 \pm 22,63$ ms vs PM: $81,17 \pm 22,12$ ms; $t = -0,24$; $P = 0,805$), o LF (CO: $61,65 \pm 15,60$ n.u. vs PM: $61,52 \pm 14,31$ n.u.; $t = 0,02$; $P = 0,981$), o HF (CO: $38,41 \pm 15,59$ n.u. vs PM: $38,38 \pm 14,31$ n.u.; $t = -0,01$; $P = 0,990$) e o SD2 (CO: $101,14 \pm 28,56$ ms. vs PM: $106,63 \pm 28,50$ ms; $t = -0,52$; $P = 0,603$), mas foi capaz de influenciar o indicador não linear da resposta vagal (SD1) (CO: $41,97 \pm 9,61$ ms vs PM: $38,52 \pm 15,58$ ms; $t = 19,32$; $P = 0,002$). Além disso, análises janeladas mostraram que houve uma interessante retirada vagal durante a aplicação de música motivacional no momento pré- teste (PM) apresentado pela figura 5.4.

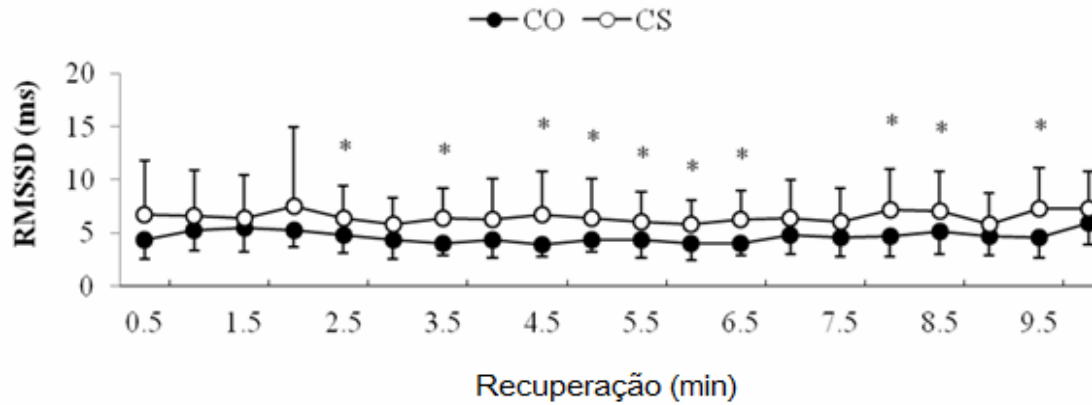
Figura 5.4 - Análise temporal durante o período de descanso para a variável RMSSD (Raíz quadrada média do desvio padrão: indicador parasimpático no domínio do tempo) comparado entre duas condições experimentais (CO: Condição controle; PM: Músicas motivacionais aplicadas antes de 5 km de corrida).



*Diferença estatisticamente significante ($P < 0,05$).

Durante o momento de recuperação, as músicas calmas não demonstraram qualquer efeito para as variáveis: SDNN (CO: $50,96 \pm 16,60$ ms vs CS: $45,42 \pm 13,93$ ms; $t = -0,99$; $P = 0,331$) e SD2 (CO: $67,58 \pm 28,70$ ms. vs CS: $59,54 \pm 24,25$ ms; $t = -0,82$; $P = 0,414$), por outro lado, todos os outros parâmetros tiveram uma melhora significativa durante o processo de retomada vagal: RMSSD (CO: $4,78 \pm 1,87$ ms vs CS: $7,69 \pm 4,60$ ms; $t = 12,1$; $P < 0,001$); LF (CO: $88,93 \pm 5,55$ n.u. vs CS: $82,24 \pm 10,11$ n.u.; $t = -2,22$; $P = 0,034$); HF (CO: $11,09 \pm 5,46$ n.u. vs CS: $17,75 \pm 8,12$ n.u.; $t = 2,21$; $P = 0,035$); SD1 (CO: $3,4 \pm 1,3$ ms vs CS: $5,36 \pm 3,22$ ms; $t = 11,86$; $P < 0,001$). Por fim, análises do RMSSD ao longo do tempo mostraram uma distribuição visual do processo de retomada vagal através de duas condições experimentais (melhor volta a calma) (CO e CS – Figura 5.5).

Figura 5.5 - Análise temporal durante o período de recuperação para a variável RMSSD (Raiz quadrada média do desvio padrão; índice parasimpático no domínio do tempo) comparado entre duas condições experimentais (CO: Condição controle; CS Músicas calmas aplicadas após 5 km de corrida)



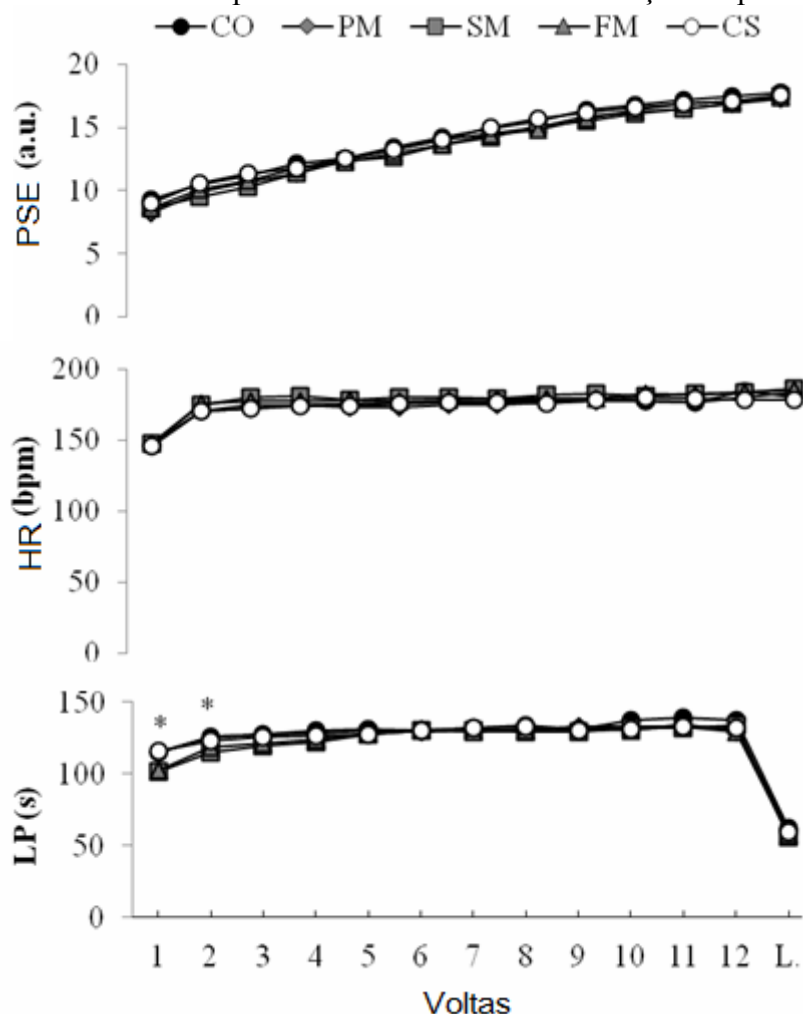
*Diferença estatisticamente significante ($P < 0,05$).

5.3.4 Respostas Psicofisiológicas: 5 km de Corrida

As variáveis: HR, PSE (15 pontos) e LP foram testadas em cada uma das doze voltas e meia e comparadas entre as cinco condições experimentais. Nenhuma diferença foi encontrada em nenhum dos protocolos para as variáveis HR e PSE em nenhuma das voltas, representando um estresse psicológico e fisiológico bastante similar, por outro lado, o tempo por volta dos primeiros 800 metros foi diferente nas condições SM e FM quando comparado com todas as outras condições experimentais.

Entretanto, o resultado final (tempo total) foi considerado o mesmo, apesar de diferenças visuais (CO: $1639 \pm 143s$; PM: $1605 \pm 148s$; SM: $1560 \pm 146s$; FM: $1565 \pm 144s$; CS: $1636 \pm 150s$; $F = 0,415$; $P = 0,797$). Avaliações com SWC foram realizadas demonstrando alta probabilidade de obter benefícios segundo aplicação musical durante o exercício de 5 km (PM vs CO: 39/60/1 – possível; SM vs CO: 89/11/0 - provável; FM vs CO: 85/15/0 - provável), ainda, o número de passos foi o mesmo entre as diferentes condições experimentais (CO: 4543 ± 668 passos; PM: 4491 ± 584 passos; SM: 4476 ± 577 passos; FM: 4510 ± 605 ; CS: 4550 ± 647 passos; $F = 0,041$; $P = 0,977$). As comparações psicofisiológicas durante 5 km de corrida são apresentadas na figura 6.

Figura 5.6 - Parâmetros psicofisiológicos (PSE and HR) e de desempenho (LP) durante 5 km de corrida comparados entre 5 diferentes condições experimentais.



PSE: Percepção Subjetiva de esforço (15 pontos); a.u.: unidades arbitrárias; HR: Frequência cardíaca; bpm: Batidas por minuto; LP: tempo de volta; L: Volta final; CO: Condição controle; PM: Músicas motivacionais aplicadas antes dos 5 km de corrida; SM: Músicas motivacionais lentas aplicadas durante 5 km de corrida; FM: Músicas motivacionais rápidas aplicadas durante 5 km de corrida; CS: Músicas calmas aplicadas após 5 km de corrida. *Diferenças estatisticamente significantes entre as condições SM e FM comparadas com as condições CO, PM e CS ($P < 0,05$). Barras de erro foram escondidas para melhorar a visualização.

5.4 DISCUSSÃO

O objetivo do presente estudo foi investigar como a música poderia ajudar 5 km de corrida sobre variáveis psicofisiológicas, de desempenho e recuperação, aplicada em diferentes momentos, assim como, verificar a resposta cerebral e emocional para tais estímulos externos. Assim, a música mostrou-se capaz de ativar a área pré-frontal do córtex cerebral (áreas medial e dorsolateral esquerda/direita), provocando respostas emocionais importantes (prazer e ativação), mantendo o estado geral de sentimento após a execução de 5

km de corrida, diminuindo o tônus vagal antes de executar a tarefa (preparando-se para um exercício físico de alta intensidade), aumentando o mesmo índice parassimpático após a execução da tarefa (acelerando o processo de recuperação), melhorando a velocidade inicial até oitocentos metros, e mostrando alta probabilidade em obter benefícios sobre o tempo total. Além disso, é importante notar que o presente estudo realizou uma situação ecológica e com importante aplicação no ambiente prático (5 km de corrida – espaço aberto e canções auto-selecionadas).

Inicialmente, a música tem demonstrado uma ativação interessante sobre as três áreas estudadas do córtex pré-frontal (PFC mPFC, RdIPFC e LdIPFC), sem diferenças entre as condições experimentais. O PFC tem sido amplamente estudado devido a sua grande rede neural com áreas paralelas (amígdala, hipocampo, córtex cingulado e córtex parietal), o que representa um elo importante para análises de estímulo externo. Essas áreas citadas indicam que as músicas escolhidas de alguma maneira foram capazes de induzir uma resposta emocional ou relacionada a memória, também, o córtex cingulado e parietal são conhecidos por extenso monitoramento de desempenho e processamento sensorial, respectivamente ^{50,51}.

No entanto, essa ligação emocional tem sido esperada através da inserção de música, mas os efeitos foram maiores em um período posterior, ou seja, durante o tempo de silêncio mostrando que a música pode induzir benefícios, pelo menos a médio prazo antes de tarefas físicas. Estes dados concordam com León- Carrión et al, ⁵², que testaram uma tarefa muito semelhante com 30 indivíduos saudáveis (15 homens; $25,84 \pm 7,62$ anos), aplicando clipes de muitos filmes realizados com recursos emocionais (17-in) e demonstraram maior HbO₂ durante a cessação do estímulo (off - tempo silêncio).

Além disso, a avaliação por SAM e a análise da VFC têm proporcionado um resultado de acompanhamento, mostrando que a condição CS foi considerada realmente calma em comparação com as outras três (PM, SM e FM), também, o RMSSD e o SD1 (índices parassimpáticos) apresentaram valores mais elevados para CS em comparação com SM e FM. Estes resultados sugerem um efeito da música em modular o nervo vago via áreas corticais inconscientes e conscientes em seres humanos, diminuindo o estresse através de uma maior ação da hipófise (\downarrow interleucina-6, \downarrow epinefrina, \downarrow deidroepiandrosterona) ³⁵.

As condições de música não foram suficientes para alterar o estado de humor dos corredores, representado pelo questionário de BRUMS. Estes resultados podem realizar um paralelo com outros importantes estudos que envolvem exercícios de circuito aberto, e, provavelmente, essa diferença pode indicar um efeito psicológico mais importante

da inserção de música para exercícios livres comparados com protocolos de contra-relógio ⁵, já que o ponto final para o exercício físico é capaz de criar um tipo de cálculo interior dentro de mentes treinadas.

O presente estudo mostrou uma resposta emocional através da aplicação musical anterior e posterior aos 5 Km de corrida. A capacidade de aumentar a excitação e calma foi claramente demonstrada durante esse estudo. Tal efeito representa uma ferramenta muito importante para o controle de ativação e recuperação, sem efeitos colaterais. Vários estudos têm aplicado música de forma prévia (durante o aquecimento), encontrando resultados controversos devido a muitos métodos aplicados de forma diferente (baseadas nos modelos de exercício) ^{1,25,27}, no entanto, as melhorias no processo de recuperação usando música são bastante raros ³ e o aumento da atividade do ramo parassimpático após exercício cíclico de alta intensidade (aeróbica máxima; ~ 30 minutos), representa uma estratégia fácil e adequada para a manipulação da VFC através do sistema sensorial. Além disso, as músicas impostas foram aceitas pelos corredores, sendo esse um fator preponderante para afetar o estado de ativação e através do mecanismo de ação proposto por Conrad ³⁵.

Apesar da estabilização dos resultados de HR e PSE, a primeira e segunda volta mostraram um aumento no desempenho, o que representa consequentemente uma economia de energia nas condições SM e FM, fato já evidenciado por uma série de estudos ^{7,9,56,57}. Apesar de PM indicar 39% de chance de benefício e diminuir o tônus vagal antes da corrida, não foram encontradas diferenças para todas as variáveis nesta condição experimental, que considera provável que essa estratégia anterior foi rapidamente coberta pela importância do exercício físico (estímulos periféricos mais importantes para o sistema nervoso central, em vez de efeitos residuais da música). Do mesmo modo, o efeito pode ter acontecido para voltas médias e finais para condições SM e FM. Além disso, vale ressaltar que SM e FM têm características muito semelhantes, e apesar de canções assíncronas terem sido testadas, mecanismos de sincronização podem ter acontecido, influenciando a atividade dos corredores de forma inconsciente ⁵⁸, tornando as condições SM e FM mais semelhantes do que o esperado.

Uma série de limitações no presente estudo podem ter acontecido ao longo do tempo, isso ocorre devido ao modelo de pesquisa (alta validade ecológica). Primeiro de tudo, o tempo representa um dos problemas mais importantes deste estudo, tornando impossível qualquer forma de controlar este fator interveniente, em segundo lugar, a música assíncrona pode induzir menores resultados do que síncrona, mas esta estratégia apresenta

maior adaptação à vida real (corredores amadores usando música para correr). Por fim, a contagem das voltas pode criar uma espécie de fator distrativo, principalmente para as condições música, tornando o exercício mais agradável e perdendo o conhecimento do ponto final.

5.5 CONCLUSÃO

Concluiu-se que as condições de música foram capazes de ativar a área do córtex pré-frontal (medial e dorsolateral - esquerda e direita), causando efeitos residuais, gerando sensações de satisfação, aumentando a retirada vagal antes de correr, melhorando a recuperação do sistema nervosa autônomo após a execução e diminuindo os tempos das 2 primeiras voltas.

O presente estudo mostra aplicações muito significativas da música em 5 km de corrida, embora muitos aspectos devem ser levados em conta para próximas repetições como avaliações de pista coberta, análise cerebral completa (fMRI ou EEG), mesmo durante o exercício ⁵⁹ e tentativa de sincronizar a música usando programas *on-line* para alcançar a sincronização real durante exercícios cíclicos ⁶⁰.

REFERÊNCIAS

1. Jarraya M, Chtourou H. The effects of music on high-intensity short-term exercise in well trained athletes. *Asian J Sports Med* 2012; 3: 233–238.
2. Bigliassi M, Dantas J, Carneiro J, Smirmaul B, Altimari L. Influence of music and its moments of application on performance and psychophysiological parameters during a 5km time trial. *Revista Andaluza de Medicina del Deporte* 2012; 5: 83–90.
3. Eliakim M, Bodner E, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. Effect of rhythm on the recovery from intense exercise. *J Strength Cond Res* 2012; 27: 1–18.
4. Biagini M, Brown L, Coburn J, Judelson D, Statler T, et al. Effects of Self-Selected Music on Strength, Explosiveness, and Mood. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 1934–1938.
5. Terry PC, Karageorghis CI, Saha AM, D’Auria S. Effects of synchronous music on treadmill running among elite triathletes. *J Sci Med Sport* 2011; 15: 52–57.
6. Mohammadzadeh H, Tartibiyani B, Ahmadi A. The effects of music on the perceived exertion rate and performance of trained and untrained individuals during progressive exercise. *Facta Univ Phys Educ Sport* 2008; 6: 67–74.

7. Lim HBT, Atkinson G, Karageorghis CI, Eubank MR, Eubank MM. Effects of differentiated music on cycling time trial. *Int J Sports Med* 2009; 30: 435–442.
8. Tate A, Gennings C, Hoffman R, Strittmatter A, Retchin S. Effects of Bone-Conducted Music on Swimming Performance. *J Strength Cond Res* 2012; 26: 982–988.
9. Atkinson G, Wilson D, Eubank M. Effects of music on work-rate distribution during a cycling time trial. *Int J Sports Med* 25: 611–615.
10. Karageorghis C, Jones L, Stuart DP. Psychological effects of music tempi during exercise. *Int J Sports Med* 2008; 29: 613–619.
11. Yanguas Leyes J. Influencia de la música en el rendimiento deportivo. *Apunts Medicina de l'Esport* 2006; 41: 155–165.
12. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis (Part I). *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 44–66.
13. Karageorghis C, Priest D. Music in the exercise domain : a review and synthesis (Part II). *Int Rev Sport Exerc Psychol* 2012; 5: 67–84.
14. Karageorghis C, Terry P. The psychophysical effects of music in sport and exercise: a review. *J Sport Behav* 1997; 20: 54–68.
15. Bigliassi M, Estanislau C, Carneiro J, Kanthack T, Altimari L. Music: A psychophysiological aid to physical exercise and sport. *Archivos de Medicina del Deporte* 2013; 157: 227-236.
16. Kemi O, Wisløff U. High-intensity aerobic exercise training improves the heart in health and disease. *J Cardiopulm Rehabil Prev* 2010; 30: 2–11.
17. Brownley KA, McMurray RG, Hackney AC. Effects of music on physiological and affective responses to graded treadmill exercise in trained and untrained runners. *Int J Psychophysiol* 1995; 19: 193–201.
18. Crust L. Effects of familiar and unfamiliar asynchronous music on treadmill walking endurance. *Percept Mot Skills* 2004; 99: 361–368.
19. Karageorghis C, Mouzourides D, Priest D, Sasso T, Morrish D, et al. Psychophysical and ergogenic effects of synchronous music during treadmill walking. *J Sport Exerc Psychol* 2009; 31: 18–36.
20. Szmedra L, Bacharach DW. Effect of music on perceived exertion, plasma lactate, norepinephrine and cardiovascular hemodynamics during treadmill running. *Int J Sports Med* 1998; 19: 32–37.
21. Yamashita S, Iwai K, Akimoto T. Effects of music during exercise on PSE, heart rate and the autonomic nervous system. *J Sports Med Phys Fitness* 2006; 46: 425–430.
22. Montinaro A. The musical brain: myth and science. *World Neurosurg* 2010;73: 442–453.

23. Rejeski W. Perceived exertion: an active or passive process? *J Sport Psychol* 1985; 7: 371–378.
24. Rejeski W. The perception of exertion: A social psychophysiological integration. *J Sport Psychol* 1981; 3: 305–320.
25. Eliakim M, Meckel Y, Nemet D, Eliakim A. The effect of music during warm-up on consecutive anaerobic performance in elite adolescent volleyball players. *Int J Sports Med* 2007; 28: 321–325.
26. Eliakim M, Meckel Y, Gotlieb R. Motivational music and repeated sprint ability in junior basketball players. *Acta Kinesiol Univ Tartu* 2012; 18: 29–38.
27. Yamamoto T, Ohkuwa T, Itoh H, Kitoh M, Terasawa J, et al. Effects of pre-exercise listening to slow and fast rhythm music on supramaximal cycle performance and selected metabolic variables. *Arch Physiol Biochem* 2003; 111: 211–214.
28. Green A, Baerentsen K, Stodkilde-Jorgensen H, Roepstorff A, Vuust P. Listen, learn, like! Dorsolateral prefrontal cortex involved in the mere exposure effect in music. *Neurosci Res Int* 2012: 1–11.
29. Moghimi S, Kushki A, Guerguerian A, Chau T. Characterizing emotional response to music in the prefrontal cortex using near infrared spectroscopy. *Neurosci Lett* 2012; 525: 7–11.
30. Simpson S, Karageorghis C. Effects of synchronous music on 400-metre sprint performance. *J Sports Sci* 2006; 24: 1095–1102.
31. Wang L, Su SW, Celler BG Time constant of heart rate recovery after low level exercise as a useful measure of cardiovascular fitness. *Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc* 2006; 1: 1799–1802.
32. Buchheit M, Chivot A, Parouty J, Mercier D, Al Haddad H, et al. Buchheit - Monitoring endurance running performance using cardiac parasympathetic function. *Eur J Appl Physiol*. 2010; 108: 1153–1167.
33. Kannankeril P, Goldberger J. Parasympathetic effects on cardiac electrophysiology during exercise and recovery. *Am J Physiol Heart Circ Physiol* 2002; 282: 2091–8.
34. Jouven X, Empana J, Schwartz P, Desnos M, Courbon D, et al. Heart-rate profile during exercise as a predictor of sudden death. *N Engl J Med* 2005; 352: 1951–1958.
35. Conrad C, Niess H, Jauch K-W, Bruns CJ, Hartl WH, et al. Overture for growth hormone: Requiem for interleukin-6?*. *Crit Care Med* 2007; 35: 2709–2713.
36. Lee P, Macfarlane D, Lam T, Stewart S. Validity of the International Physical Activity Questionnaire Short Form (IPAQ-SF): a systematic review. *Int J Behav Nutr Phys Act* 2011; 8: 115.
37. Aluja A, García Ó, García L A psychometric analysis of the revised Eysenck Personality Questionnaire short scale. *Pers Individ Differ* 2003; 35: 449–460.

38. León-Carrión J, León-Domínguez U. Functional Near-Infrared Spectroscopy (fNIRS): Principles and Neuroscientific Applications. In: Bright P, editor. *Neuroimaging-Methods*. Rijeka: Intech. 2012; 47–74.
39. Bradley M, Lang P. Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. *J Behav Ther Exp Psychiatry* 1994; 25: 49–59.
40. León-Carrión J, Martín-Rodríguez J, Damas-López J, Pourrezai K, Izzetoglu K, et al. A lasting post-stimulus activation on dorsolateral prefrontal cortex is produced when processing valence and arousal in visual affective stimuli. *Neurosci Lett* 2007; 422: 147–152.
41. Lan M, Lane A, Roy J, Hanin N. Validity of the Brunel Mood Scale for use with Malaysian athletes. *J Sports Sci Med* 2012; 11: 131–135.
42. Hardy CJ, Rejeski WJ. Not What , But How One Feels : The Measurement of Affect During Exercise. *J Sport Exerc Psychol* 1989; 11: 304–317.
43. Parfitt G, Hughes S. The Exercise Intensity–Affect Relationship: Evidence and Implications for Exercise Behavior. *J Exerc Sci Fit* 2009; 7: 34–41.
44. Skof B, Strojnik V. The effect of two warm-up protocols on some biomechanical parameters of the neuromuscular system of middle distance runners. *J Strength Cond Res* 2007; 21: 394–399.
45. Borg G. Psychophysical bases of perceived exertion. *Med Sci Sports Exerc* 1982; 14: 377–381.
46. Marcora SM, Staiano W. The limit to exercise tolerance in humans: mind over muscle? *Eur J Appl Physiol* 2010; 109: 763–770.
47. Yamasaki A, Booker A, Kapur V, Tilt A, Niess H, et al. The impact of music on metabolism. *Nutrition* 2012; 28: 1–6.
48. Gamelin F, Brethoin S, Bosquet L. Validity of the polar S810 heart rate monitor to measure RR intervals at rest. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 887–893.
49. Guzik P, Piskorski J, Krauze T, Schneider R, Wesseling K, et al. Correlations between the Poincaré plot and conventional heart rate variability parameters assessed during paced breathing. *J Physiol Sci* 2007; 57: 63–77.
50. Wood J, Grafman J. Human prefrontal cortex: processing and representational perspectives. *Nat Rev Neurosci* 2003; 4: 139–147.
51. Murray E, O’Doherty J, Schoenbaum G. What we know and do not know about the functions of the orbitofrontal cortex after 20 years of cross-species studies. *J Neurosci* 2007; 27: 8166–8169.
52. Leon-Carrion J, Damas J, Izzetoglu K, Pourrezai K, Martín-Rodríguez J, et al. Differential time course and intensity of PFC activation for men and women in response to emotional stimuli: a functional near-infrared spectroscopy (fNIRS) study. *Neurosci Lett*. 2006; 403: 90–95.

53. St Clair Gibson A, Lambert EV, Rauch LHG, Tucker R, Baden D, et al. The role of information processing between the brain and peripheral physiological systems in pacing and perception of effort. *Sports Med* 2000; 36: 705–722.
54. Noakes T. Physiological models to understand exercise fatigue and the adaptations that predict or enhance athletic performance. *Scand J Med Sci Sports* 2000; 10: 123–145.
55. Noakes T. Time to move beyond a brainless exercise physiology : the evidence for complex regulation of human exercise performance. *Appl Physiol Nutr Metab* 2011; 36: 23–35.
56. Crust L. Carry-over effects of music in an isometric muscular endurance task. *Percept Mot Skills* 2004; 98: 985–991.
57. Boutcher S, Trenske M The effects of sensory deprivation and music on perceived exertion and affect during exercise. *J Sport Exerc Psychol* 1990; 12: 167–177.
58. Karageorghis CI, Terry PC, Lane AM, Bishop DT, Priest D-L. The BASES Expert Statement on use of music in exercise. *J Sport Sci* 2012; 30: 953–956.
59. Fontes E, Okano A, De Guio F, Schabort E, Min L, et al. Brain activity and perceived exertion during cycling exercise: an fMRI study. *Brit J Sport Med* 2013
60. Vlist B, Bartneck C, Mäueler S. moBeat: Using Interactive Music to Guide and Motivate Users During Aerobic Exercising. *Appl Psychophys Biof* 2011; 36: 135–145.

CAPÍTULO 6

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A música atua de forma eficiente como um auxílio ergogênico, particularmente em intensidades de exercício submáximas.
- Os mecanismos e as hipóteses relacionadas ao efeito da música durante o exercício ainda carecem de explicação.
- No que se refere ao momento de aplicação do estímulo, a maioria dos estudos aplicam a música em paralelo ao exercício. No entanto, seu uso não é raro antes da competição esportiva.
- O PFC foi totalmente ativado para ambos os sexos e canções; no entanto, o RdIPFC forneceu informações sobre quão poderoso influências externas como a música podem agir com maior efeito para os homens em relação às mulheres.
- A alta atividade do RdIPFC para os homens, é também dirigida a um propósito histórico como explicação, no qual o gênero feminino ainda mantém alguma proteção contra influências externas.
- A análise da VFC tem sido caracterizada como uma importante ferramenta para avaliar as respostas emocionais.
- É também importante notar, que os parâmetros da VFC têm mostrado resultados muito particulares de acordo com gênero, estilo de música e tempo de exposição.
- Os índices de percepção obtidos através do SAM/LR demonstraram uma seqüência cognitiva/emocional parcial.
- Músicas motivacionais representam um tipo de sinal externo muito interessante para avaliação de resultados emocionais, devido às suas características intrínsecas (lembranças de vigor, devido a um método de auto-selecção) e uma relação direta com o exercício físico.
- As mulheres apresentaram valores mais baixos de atividade do córtex pré-frontal para músicas motivacionais e calmas, bem como menores efeitos residuais.
- A música provocou respostas emocionais importantes (prazer e ativação), mantendo o estado geral de sentimento após a execução de 5 km de corrida e diminuindo o tônus vagal antes de executar uma tarefa física.

- Músicas aplicadas após 5 km de corrida foram capazes de aumentar a velocidade de reativação parassimpática, acelerando o processo de recuperação.
- A música motivacional demonstrou alta probabilidade de aumentar o desempenho em 5 km de corrida quando aplicada em paralelo ao exercício.

CAPÍTULO 7

ANEXOS

7.1 TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Eu, _____, concordo em participar do estudo "Influência da música em 5km de corrida", que envolverá exercícios dinâmicos até o encerramento de cinco quilômetros. Os testes que realizarei têm o objetivo de avaliar a influência dos estímulos ou privações sensoriais (músicas) sobre a capacidade de percorrer o percurso de 5km no menor tempo possível durante 5 vezes.

Declaro estar ciente de que o estudo será desenvolvido durante quatro encontros, sob a orientação do professor Leandro Ricardo Altimari e pelo aluno de mestrado Marcelo Bigliassi e autorizo a realização dos seguintes procedimentos:

-Informações sobre minha massa corporal, estatura e idade e avaliações psicológicas

-Colocação cardiofrequencímetro e pedômetro em meu corpo.

-Realização de corrida durante 5 km por 5 vezes tentando percorrer todas as vezes no menor tempo possível.

-Durante a condição estar sujeito a perguntas a cada volta para questionamento sobre minha percepção de esforço naquele momento.

Eu entendo que durante os testes poderá haver riscos mínimos, desconforto e cansaço muscular temporário. Há a possibilidade de mudanças de minha frequência cardíaca e pressão arterial durante o período de testes. Contudo, entendo que posso interromper os testes e deixar o estudo a qualquer momento, sob meu critério. Entendo que tenho a liberdade de recusar a participar ou retirar o consentimento em qualquer fase do estudo, sem sofrer penalização ou prejuízo, e que não haverá compensação financeira pela minha participação no estudo, assim como no caso de surgimento de uma lesão física resultante diretamente de minha participação. Também entendo que os dados relativos à minha pessoa serão confidenciais e disponíveis somente sob minha autorização escrita. Caso sejam publicados, os dados não serão associados à minha pessoa.

Londrina, _____, de _____, de _____.

Participante:

Nome Completo:

Número de Identidade:

Assinatura:

7.2 PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA



COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA ENVOLVENDO SERES HUMANOS
 Universidade Estadual de Londrina
 Registro CONEP 5231



Parecer CEP/UEL:	220/2011
CAAE:	0210.0.268.000-11
Processo:	24697/2011
Pesquisador(a):	Leandro Ricardo Altimari
Unidade/Orgão:	CEFE – Departamento de Educação Física

Prezado(a) Senhor(a):

O "Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina" (Registro CONEP 5231) – de acordo com as orientações da Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares, avaliou o projeto:

"Influência da Música Sobre o Desempenho Físico e Variáveis Psicofisiológicas de Corredores de Meio Fundo e Fundo"

Situação do Projeto: **Aprovado**

Informamos que deverá ser comunicada, por escrito, qualquer modificação que ocorra no desenvolvimento da pesquisa, bem como deverá ser encaminhado ao CEP/UEL relatório final da pesquisa, conforme prevê a Resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde/MS e Resoluções Complementares.

Londrina, 11 de julho de 2012.

Prof. Dra. Alexandrina Aparecida Maciel Cardelli
 Coordenadora do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos
 Universidade Estadual de Londrina

7.3 APÊNDICES

APÊNDICE A

Escala de sentimento

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

APÊNDICE B

Escala de humor de Brunel

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.

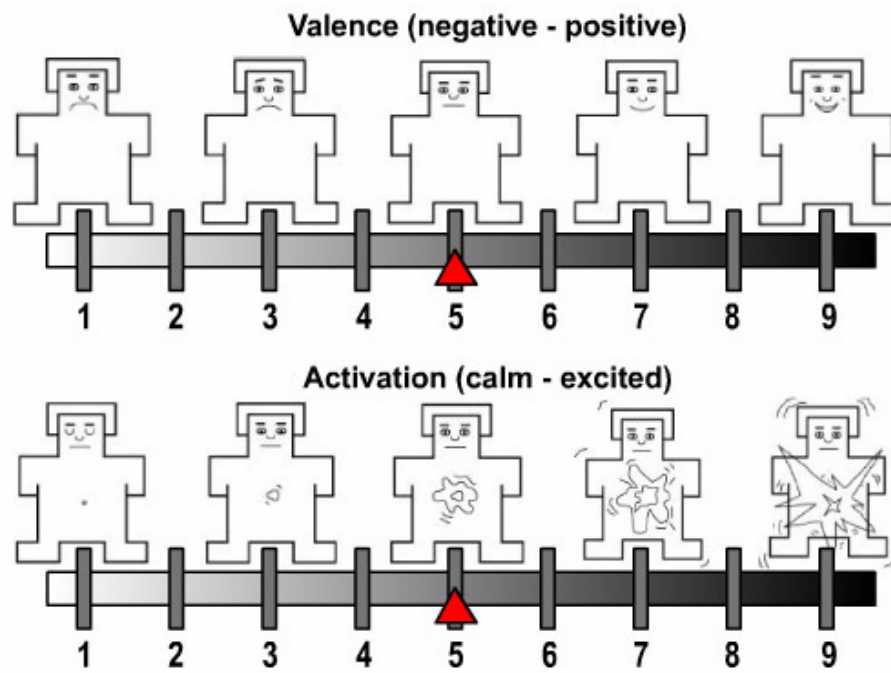
Escala:

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"/>

APÊNDICE C

Avaliação do prazer e ativação percebidos



APÊNDICE D

Percepção subjetiva de esforço – 10 pontos

rating	description
0	NOTHING AT ALL
0.5	VERY, VERY LIGHT
1	VERY LIGHT
2	FAIRLY LIGHT
3	MODERATE
4	SOMEWHAT HARD
5	HARD
6	
7	VERY HARD
8	
9	
10	VERY VERY HARD (MAXIMAL)

APÊNDICE E

Percepção subjetiva de esforço – 15 pontos

PERCEPÇÃO SUBJETIVA DE ESFORÇO
(Borg & Noble, 1974)

6	-
7	muito fácil
8	-
9	fácil
10	-
11	relativamente fácil
12	-
13	ligeiramente cansativo
14	-
15	cansativo
16	-
17	muito cansativo
18	-
19	exaustivo
20	-

APÊNDICE F

Escala de apreciação musical

What are you thinking about this song right now?
How much do you like this song right now?
Please, try to quantify your enjoyment at this liking rating.

Bad

Regular

Good

1 2 3 4 | 5 6 | 7 8 9 10

Adapted from Green et al., 2012 and Kawabata and Zeki, 2004

Marcelo Bigliassi