

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
ESCOLA DE EDUCAÇÃO FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS DO MOVIMENTO HUMANO**

**Medidas de EEG evocadas por tarefas de simulação de ação
relativas aos treinamentos de indivíduos com habilidades
percepto-motoras distintas
(bailarinas x voleibolistas).**

PORTO ALEGRE, 2012

CLÁUDIA DARONCH

**Medidas de EEG evocadas por tarefas de simulação de ação
relativas aos treinamentos de indivíduos com habilidades
percepto-motoras distintas
(bailarinas x voleibolistas).**

**Dissertação de mestrado em ciências do
movimento humano na Universidade
Federal do Rio Grande do Sul do Programa
de Pós Graduação da Escola de Educação
Física.**

**Orientador: Prof. Dr. Ricardo Demétrio de Souza Petersen
Coorientadora: Profa. Dra. Marilda Machado Spindola**

**PORTO ALEGRE
Setembro de 2012**

CIP - Catalogação na Publicação

Daronch, Cláudia

Medidas de EEG evocadas por tarefas de simulação de ação relativas aos treinamentos de indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas (bailarinas x voleibolistas) / Cláudia Daronch. -- 2012. 116 f.

Orientador: Ricardo Demétrio de Souza Petersen.
Coorientadora: Marilda Machado Spindola.

Dissertação (Mestrado) -- Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Escola de Educação Física, Programa de Pós-Graduação em Ciências do Movimento Humano, Porto Alegre, BR-RS, 2012.

1. Eletroencefalografia. 2. Integração sensoriomotora. 3. Habilidades percepto-motoras. I. Demétrio de Souza Petersen, Ricardo, orient. II. Machado Spindola, Marilda, coorient. III. Título.

AGRADECIMENTOS

- Ao meu estimado orientador, professor Dr. Ricardo Petersen, por todos os momentos de apoio, mas principalmente pelos momentos em que me “tirou o chão”;
- Ao estimado professor Dr. Marco Vaz, na realidade o grande responsável pelo impulso inicial deste projeto ao me apresentar ao conceito de eficiência neural;
- Ao querido professor Dr. Alberto Reppold Filho, pelo primeiro e mais importante ensinamento: o de que a pesquisa científica é uma oportunidade de aprendizado;
- À professora Dra. Marilda Spíndola, que mesmo à distância esteve sempre tão presente;
- Ao professor Dr. Lucas F. de Oliveira que acreditando nas minhas ideias, tornou este projeto possível;
- Aos bolsistas do laboratório de Biosinais do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Caxias do Sul (UCS), pelo desenvolvimento da metodologia para execução deste projeto;
- Ao professor Dr. Cícero Moraes pelos conhecimentos e indicações na área do vôlei;
- Ao professor Dr. Jefferson Loss, meu primeiro orientador, e ao grupo da biomecânica pelo primeiro contato com pesquisa científica;
- À querida amiga Carlla Bublitz, que abriu as portas da escola Ballet Vera Bublitz, cedendo suas bailarinas para participarem deste projeto;
- Aos treinadores Dênio Peixoto do Grêmio Náutico União e ao supervisor técnico Marcelo Sehn da Univates, por acreditarem neste projeto, empenhando-se em motivar suas atletas para participarem do projeto;
- Ao amigo Jean M. Geremia, pelos fundamentais auxílios estatísticos na reta final desta dissertação;
- À querida amiga e aluna Ana Lúcia Baron, por me mostrar os pontos positivos que meu senso crítico não me permitia perceber;
- À Karin Meirelles de Oliveira e a Simone Soares, talvez as pessoas mais entusiasmadas com as minhas modestas realizações;

- Aos meus alunos de Pilates que compreenderam a necessidade de me ausentar para concluir essa dissertação;
- Ao meu grande amigo Rafael Spíndola, pelos nossos proveitosos encontros semanais para discutir e relaxar;
- Ao Paulinho, meu querido “namorado”, pelo companheirismo, pela ausência na hora certa, por me dar o suporte necessário nesta caminhada;
- À minha família meu mais profundo agradecimento, sem vocês eu não conseguiria;
- Aos funcionários da ESEF/UFRGS, em especial do PPGCHH e do Lapex por toda disponibilidade e auxílio;
- A Capes pela bolsa de estudo;
- À banca examinadora deste estudo: prof. Dr. Marco Vaz, prof. Dr. Milton Zaro e profa. Dra. Flávia Martinez;

Dedico este trabalho à querida profa. Dra. Ilma Simoni Brum da Silva
por me apontar o caminho acadêmico...

RESUMO

Executantes habilidosos desenvolvem uma capacidade de perceber e processar uma vasta quantidade de informações com velocidade e precisão, bem como o de realizar ajustes eficientes quando necessário (Schmidt e Wrisberg 2001). Corticalmente, para obter esse controle mais refinado, a integração sensoriomotora é fundamental. Essa integração consiste no contínuo processamento, pelo sistema motor, das aferências sensoriais que preparam para o ato motor e melhoram a execução de atividades de controle motor fino (Minc et al., 2010). Atividades físicas que diferem exatamente em relação a como seus praticantes necessitam processar as informações sensoriais para gerar o movimento, devem resultar em integrações sensoriomotoras distintas. Este estudo tem como objetivo analisar a atividade eletroencefálica de indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas (indivíduos altamente habilidosos com treinamento em dança/TD e treinamento em vôlei/TV), evocados por tarefas de simulação de ação. A amostra do presente estudo foi intencional e composta por 14 participantes destros, cada grupo foi constituído por 07 mulheres com idade entre 18 anos e 29 anos. Através de EEG, foram extraídos os parâmetros de média de energia (processamento cortical ao longo do tempo), amplitude (número de elementos neuronais envolvidos na tarefa) e frequência (ritmo oscilatório predominante) na banda alfa e gama do sinal cerebral nos pontos C3, C4, Cz (córtex motor primário), F3 (área motora suplementar esquerda), F7 (córtex pré-motor esquerdo), P3, P4 e Pz (córtex parietal), evocados por tarefas envolvendo a observação e imaginação de gestos específicos dos dois treinamentos e gestos considerados como neutros. Os principais resultados encontrados forneceram evidências de que o grupo TD apresentou, nas tarefas de dança, um maior processamento cortical ao longo do tempo nos pontos referentes ao córtex motor primário (Minc et al., 2010), córtex pré-motor (Freund e Hummelsheim, 1984) e área motora suplementar (Serrien et al., 2002) esquerdos; maior número de elementos neuronais envolvidos na tarefa no ponto referente ao córtex motor primário esquerdo; diferenças na principal componente da frequência no ritmo alfa no córtex motor primário esquerdo; e diferenças na principal componente da frequência no ritmo gama no córtex motor primário direito. Nas tarefas referentes ao treinamento em vôlei, o grupo TV apresentou menor processamento ao longo do tempo nos pontos parietal (Wolpert et al., 1998); menor número de elementos neuronais envolvidos na tarefa nos pontos referentes aos córtices motor primário e pré-motor esquerdos e diferença na principal componente da frequência no ritmo gama no córtex motor primário esquerdo. Nas tarefas consideradas como neutras foram encontradas diferenças entre os grupos no córtex motor primário direito no ritmo alfa e no córtex parietal direito no ritmo gama. Os resultados encontrados no presente estudo nos parâmetros que representam o processamento cortical, que refletem o número de elementos neuronais envolvidos na tarefa e que representam o ritmo oscilatório predominante demonstraram claramente que as regiões corticais envolvidas na integração sensoriomotora apresentaram diferenças na forma como os dois grupos processaram a informação sensorial e prepararam o gesto motor. Tomados em conjunto, esses resultados demonstram que cada grupo apresentou um padrão constante de processamento sensoriomotor, independente da tarefa. Essas evidências nos permitem concluir que indivíduos com diferentes habilidades percepto-motoras apresentam integrações sensoriomotoras distintas.

Palavras-Chaves: Eletroencefalografia, integração sensoriomotora, imagem motora, alfa, gama.

ABSTRACT

Skilled performers develop an ability to perceive and process a vast amount of information with speed and accuracy, as well as to perform efficient adjustments when necessary (Schmidt and Wrisberg 2001). Cortically to achieve this finer control, sensorimotor integration is the key. This integration consists in continuous processing, by the motor system, the sensory afferents that prepare for the motor act and improve the performance of activities for fine motor control (Minc et al., 2010). Physical activities that differ over exactly how its practitioners need to process sensory information to generate movement should result in distinct sensorimotor integration. This study aims to analyze the electroencephalography activity of individuals with perceptual-motor skills (highly skilled individuals with training in dance/TD and training in volleyball/TV) evoked by action simulation tasks. The study sample was intentional and composed of 14 right-handed participants; each group consisted of 07 women aged between 18 and 29 years. Through EEG were extracted parameters mean energy (cortical processing over time), amplitude (number of neural elements involved in the task) and frequency (oscillating rhythm predominant) in alpha and gamma bands in the brain signal points C3, C4, Cz (primary motor cortex), F3 (left supplementary motor area), F7 (left premotor cortex), P3, P4 and Pz (parietal cortex), evoked by tasks involving observation and imagination of specific gestures of both training and gestures considered neutral. The main results provided evidence that the TD group presented the tasks of dance, a higher cortical processing over time in points for the primary motor cortex (Minc et al., 2010), left premotor cortex (Freund and Hummelsheim, 1984) and left supplementary motor area (Serrien et al. 2002); greater number of neural elements involved in the task at point for the left primary motor cortex; differences in the main frequency component of the alpha rhythm in the left primary motor cortex, and differences in the main component of the frequency gamma in the right primary motor cortex. In tasks relating to training volleyball, VT group showed lower processing over time at parietal points (Wolpert et al. 1998); smaller number of neural elements involved in the task at points related to left primary motor cortex and left premotor and main component difference in the frequency gamma in the left primary motor cortex. In the tasks considered neutral differences were found between groups in the right primary motor cortex in the alpha rhythm and in the right parietal cortex in the gamma rhythm. The results found in this study at the parameters that represent the cortical processing, that reflect the number of neuronal elements involved in the task and which represent the predominant rhythm oscillatory clearly demonstrated that cortical regions involved in sensorimotor integration showed differences in how the two groups processed sensory information and prepared the gesture motor. Taken together, these results demonstrate that each group had a consistent pattern of sensorimotor processing, regardless of the task. This evidence allows us to conclude that individuals with different perceptual-motor skills have distinct sensorimotor integration.

Key Words: Electroencephalography, sensorimotor integration, motor image, alpha, gamma.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Córtex motor.....	23
Figura 2	Cerebelo e núcleos da base.....	25
Figura 3	Registros eletroencefalográficos.....	38, 39
Figura 4	Sistema internacional 10-20 visão do lado esquerdo (A) e do topo (B).....	39
Figura 5	Equipamento EEG desenvolvido no laboratório de Biosinais da Ucs.....	48
Figura 6	Esquema do canal do EEG desenvolvido no laboratório de Biosinais UCS.....	49
Figura 7	Interface gráfica para visualização e programação no LabView v8. 0.....	50
Figura 8	Ambiente com conceito de Gaiola de Faraday desenvolvido no laboratório de Biosinais UCS_CARVI.....	51
Figura 9	Representação dos pontos coletados no escalpo.....	51
Figura 10	Média e DP da média de energia do sinal EEG dos pontos que apresentaram diferença significativa entre os grupos na tarefa dança 1.....	56
Figura 11	Média e DP da média de energia do sinal EEG dos pontos que apresentaram diferença significativa entre os grupos na tarefa vôlei 2.....	57
Figura 12	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre momentos na tarefa dança 1.....	57
Figura 13	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os momentos na tarefa vôlei 1.....	58

Figura 14	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os momentos na tarefa dança 2.....	59
Figura 15	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os momentos na tarefa vôlei 2.....	59
Figura 16	Principal componente da frequência e DP no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os grupos na tarefa dança 1.....	60
Figura 17	Principal componente da frequência e DP no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os momentos na tarefa vôlei 1.....	61
Figura 18	Principal componente da frequência e DP no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os grupos na tarefa dança 2.....	61
Figura 19	Principal componente da frequência e DP no ritmo alfa nos pontos com diferença significativa entre os grupos na tarefa vôlei 2.....	62
Figura 20	Principal componente da frequência e DP no ritmo alfa no ponto com diferença significativa entre os grupos na gesto neutro 1.....	62
Figura 21	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama no ponto com diferença significativa entre os grupos tarefa dança 1.....	61
Figura 22	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre os grupos na tarefa vôlei 1.....	64
Figura 23	Média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama no ponto com diferença significativa entre os grupos na tarefa vôlei 2.....	64
Figura 24	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre grupos na tarefa dança 1.....	65

Figura 25	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre grupos no momento 1 na tarefa dança.....	66
Figura 26	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre os momentos na tarefa vôlei 1.....	66
Figura 27	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre os grupos na tarefa dança 2.....	67
Figura 28	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama nos pontos com diferença significativa entre os grupos no momento 1 na tarefa dança 2.....	67
Figura 29	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama no ponto com diferença significativa entre grupos no momento 1 na tarefa gesto neutro 2....	68
Figura 30	Principal componente da frequência e DP no ritmo gama no ponto com diferença significativa entre grupos na tarefa gesto neutro 2.....	68

LISTA DE QUADROS E TABELAS

Quadro 1	Frequência do espectro do sinal cerebral.....	39
Tabela 1	Valores de média e desvio padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1	80
Tabela 2	Valores de média e desvio padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1	81
Tabela 3	Valores de média e erro padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.....	82
Tabela 4	Valores de média e erro padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.....	83
Tabela 5	Valores de média e erro padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 1.....	84
Tabela 6	Valores de média e erro padrão da energia do sinal EEG dos grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 2.....	84
Tabela 7	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.....	85
Tabela 8	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.....	86
Tabela 9	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.....	87
Tabela 10	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.....	88
Tabela 11	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 1.....	89
Tabela 12	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 2.....	89
Tabela 13	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.....	90
Tabela 14	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.....	91
Tabela 15	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.....	92
Tabela 16	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.....	93

Tabela 17	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 1.....	94
Tabela 18	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo alfa dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 2.....	94
Tabela 19	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gamados grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.....	95
Tabela 20	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.....	96
Tabela 21	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gamados grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.....	97
Tabela 22	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gamados grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.....	98
Tabela 23	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gamados grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 1.....	99
Tabela 24	Valores de média e erro padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 2.....	99
Tabela 25	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.....	100
Tabela 26	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.....	101
Tabela 27	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.....	102
Tabela 28	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.....	103
Tabela 29	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 1.....	104
Tabela 30	Valores da principal componente de frequência e desvio padrão do sinal EEG no ritmo gama dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa gesto neutro 2.....	104
Tabela 31	Valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro média de energia do sinal EEG.....	105
Tabela 32	Valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro amplitude do sinal EEG.....	105
Tabela 33	Valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro principal componente da frequência do sinal EEG.....	106
Tabela 34	Valores de p na comparação entre momentos na interação de fatores no parâmetro média de energia do sinal EEG.....	107

Tabela 35	Valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro amplitude do sinal EEG.....	107
Tabela 36	Valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro média de energia do sinal EEG.....	108

SUMÁRIO

1	Introdução.....	16
2	Objetivo Geral	20
2.1	Objetivos específicos	20
3	Referencial teórico.....	21
3.1	Controle motor	21
3.2	Aprendizado motor	26
3.3	Atividade neural.....	28
3.4	Habilidades motoras	30
3.4.1	Dança	34
3.4.2	Vôlei	36
3.5	Eletroencefalografia.....	38
4	Problema.....	44
5	Hipóteses	44
6	Materiais e métodos.....	44
6.1	Definição operacional das variáveis	44
6.1.1	Variáveis independentes	44
6.1.2	Variáveis dependentes	45
6.1.3	Variáveis intervenientes	45
6.2	Delineamento	46
6.3	Desenho experimental.....	46
6.4	Participantes.....	47
6.4.1	Aspectos éticos	47
6.4.2	Critérios de inclusão:	47
6.4.3	Critérios de exclusão:	47
6.5	Instrumentos de pesquisa:	48
6.5.1	Partes integrantes do equipamento de eletroencefalografia em hardware:.....	48
6.5.2	Partes integrantes do equipamento de eletroencefalografia em software:.....	49
6.5.3	Gaiola de Faraday	50
6.6	Procedimentos de coleta	51
6.7	Análise de dados:	53
6.7.1	Seleção de trechos de interesse.....	54
6.7.2	Correção dos artefatos	54
6.8	Análise Estatística.....	55
7	Resultados.....	55
7.1	Media de energia do sinal	56
7.1.1	Dança 1:.....	56
7.1.2	Vôlei 1	56
7.1.3	Dança 2	57
7.1.4	Vôlei 2	57
7.1.5	Salto Alternando pés.....	58
7.1.6	Salto com dois pés	58
7.2	Amplitude do sinal no ritmo Alfa	58
7.2.1	Dança 1:.....	58
7.2.2	Vôlei 1	59
7.2.3	Dança 2:.....	59
7.2.4	Vôlei 2	60
7.2.5	Salto alternando pés.....	60
7.2.6	Salto com dois pés	60
7.3	Principal componente da frequência no ritmo Alfa	61

7.3.1	Dança 1:.....	61
7.3.2	Vôlei 1	61
7.3.3	Dança 2	62
7.3.4	Vôlei 2	62
7.3.5	Gesto Neutro 1	63
7.3.6	Salto com dois pés	63
7.4	Amplitude do sinal no ritmo Gama.....	63
7.4.1	Dança 1:.....	63
7.4.2	Vôlei 1:	64
7.4.3	Dança 2:.....	65
7.4.4	Vôlei 2:	65
7.4.5	Salto alternando pés:.....	65
7.4.6	Salto com dois pés	65
7.5	Principal componente da frequência no ritmo Gama.....	66
7.5.1	Dança 1:.....	66
7.5.2	Vôlei 1:	67
7.5.3	Dança 2:.....	67
7.5.4	Vôlei 2:	68
7.5.5	Salto Alternando pés.....	68
7.5.6	Gesto Neutro 2.....	68
8	Discussão	69
9	Conclusão	74
10	Considerações finais e direções futuras.....	75
	REFERÊNCIAS	76
	Anexo 1/ Resultados.....	80
10.1.1	Dança 1:.....	80
10.1.2	Vôlei 1	81
10.1.3	Dança 2	82
10.1.4	Vôlei 2	83
10.1.5	Gesto neutro 1/Salto Alternando pés	84
10.1.6	Gesto neutro 2/Salto com dois pés	84
10.2	Amplitude do sinal no ritmo Alfa	85
10.2.1	Dança 1:.....	85
10.2.2	Vôlei 1	86
10.2.3	Dança 2:.....	87
10.2.4	Vôlei 2	88
10.2.5	Gesto neutro 1/Salto alternando pés	89
10.2.6	Gesto neutro 2/Salto com dois pés	89
10.3	Principal componente da frequência no ritmo Alfa	90
10.3.1	Dança 1:.....	90
10.3.2	Vôlei 1	91
10.3.3	Dança 2	92
10.3.4	Vôlei 2	93
10.3.5	Gesto neutro 1/Salto alternando pés	94
10.3.6	Salto com dois pés	94
10.4	Amplitude do sinal no ritmo Gama	95
10.4.1	Dança 1:.....	95
10.4.2	Vôlei 1:	96
10.4.3	Dança 2:.....	97
10.4.4	Vôlei 2:	98

10.4.5	Gesto neutro 1/Salto alternando pés:.....	99
10.4.6	Gesto neutro 2/Salto com dois pés	99
10.5	Principal componente da frequência no ritmo Gama	100
10.5.1	Dança 1:.....	100
10.5.2	Vôlei 1:.....	101
10.5.3	Dança 2:.....	102
10.5.4	Vôlei 2:.....	103
10.5.5	Gesto neutro 1/Salto Alternando pés	104
10.5.6	Gesto neutro 2/Salto com dois pés	104
10.5.7	Resultados das análises de interação de fatores.....	105
Anexo 2	109
Anexo 3	111
	111
Anexo 4	113

1 Introdução

O sistema nervoso (SN) é considerado o produto biológico mais elaborado e complexo da nossa história evolutiva. Um dos mecanismos que nos possibilitou essa capacidade adaptativa é a plasticidade neural. A plasticidade neural é uma propriedade intrínseca do encéfalo que permite ao SN moldar-se às necessidades e às experiências individuais, modulando seus substratos neurais. O ambiente fornece estímulos captados pelos receptores sensoriais que, convertidos em impulsos elétricos, são analisados e utilizados pelo SN para o controle de respostas vegetativas, motoras e cognitivas (Skinner, 1982).

O termo plasticidade, numa referência à susceptibilidade do comportamento humano às modificações, foi introduzido pela primeira vez em 1890, por William James em “Princípios da psicologia”. Anos depois, em 1904, Santiago Ramon e Cajal argumentou que essa modificabilidade comportamental deveria ter uma base anatômica no encéfalo, ampliando assim o conceito de plasticidade para o substrato neural. De acordo com o autor, ocorreria um processo em duas etapas para a consolidação dessas modificações do substrato neural. Com a aquisição de novas habilidades, o encéfalo deveria mudar através do rápido reforço de caminhos neurais pré-estabelecidos e posteriormente com a formação de novos, hipótese comprovada no estudo de Pascual Leone et al. (1995). A primeira parte do citado estudo consistiu na comparação, através de mapeamento cortical por estimulação magnética transcraniana (TMS), de um grupo de indivíduos que praticaram durante uma semana uma tarefa motora (exercício ao piano) com outro grupo que apenas praticou mentalmente essa tarefa. Notavelmente, esse segundo grupo apresentou mapas corticais semelhantes aos do primeiro grupo, evidenciando que a simulação mental dos movimentos ativou algumas das mesmas estruturas neurais requisitadas para a execução real dos movimentos envolvidos na tarefa. Dessa forma, a prática mental pode ser suficiente para promover a modulação plástica de circuitos neurais, presumivelmente através do reforço de conexões existentes e acelerando o processo de germinação de novas conexões neurais e posterior consolidação de memória. A plasticidade neural não é um estado ocasional do SN, ao contrário, é o estado normal em curso durante todo o ciclo de vida do indivíduo (Pascual Leone, 2005).

O controle motor é um sistema constituído estruturalmente por quatro subsistemas que modulam, através de diferentes contribuições, o movimento. Os movimentos voluntários são resultado da consolidação de diferentes conexões sinápticas, fruto da

aprendizagem motora do indivíduo (Purves et al., 2005), fornecendo uma fonte importante para investigação científica acerca dos padrões de processamento cortical.

Durante o aprendizado motor é possível perceber diferentes fases de aprendizado na execução do ato motor. O controle motor migra de um estágio, que é inicialmente explícito, para um estágio praticamente autônomo. Em termos de comportamento, esta automação é caracterizada pela execução mais veloz e coordenada dos movimentos, assim como uma diminuição na ocorrência de erros. Corticalmente, para obter esse controle mais refinado, a integração sensoriomotora é fundamental. Essa integração consiste no contínuo processamento, pelo sistema motor, das aferências sensoriais que preparam para o ato motor e melhoram a execução de atividades de controle motor fino (Minc et al., 2010).

O processamento neural é responsável por todo ato cognitivo, e é baseado em processos eletrofisiológicos que transmitem a informação de um neurônio para outro, disparados por potenciais de ação (Varela et al., 2001). Os potenciais pós-sinápticos são, provavelmente, os principais responsáveis pela geração de campos elétricos extracelulares que podem ser registrados graficamente através de eletrodos fixados ao couro cabeludo (Ganong, 2003). Essa técnica é chamada de eletroencefalografia (EEG).

Medidas com base na EEG têm atuação destacada na formação dos conceitos atuais sobre os aspectos cognitivos de desempenho de habilidades específicas (Hatfield et al., 2004). Suas vantagens residem na sua resolução espaço-temporal (potencialmente 1 cm e menos de 1 milésimo de segundo) e na possibilidade de obter as medidas da função cortical nas mesmas condições em que a tarefa é normalmente efetuada. Estudos sobre desempenho de habilidades específicas têm focado nas comparações entre pares de eletrodos homólogos e entre grupos que variam no nível de habilidade. Normalmente esses estudos envolvem atletas de elite que tenham treinado para seus esportes durante vários anos. Tais participantes altamente motivados oferecem oportunidade de observar padrões estáveis de ativação cortical que evoluíram ao longo de um extenso período de treinamento. A literatura apresenta inúmeros estudos onde o foco de comparação é o grau de habilidade dos praticantes de uma mesma modalidade (Deeny et al., 2003; Hatfield et al., 2004; Haufler et al., 2000). Essa comparação pode ser estendida à indivíduos, equivalentemente habilidosos, mas que diferem na modalidade praticada, como uma forma de investigar diferenças inerentes às práticas específicas.

Existem diferentes formas como o SNC processa as informações sensoriais para gerar o movimento habilidoso. Uma dessas maneiras é chamada de sistema de controle de

circuito fechado, que consiste em um tipo de controle que envolve o uso da informação sensorial (*feedback*) para detecção e correção de erro. Em situações onde os indivíduos precisam produzir movimentos rápidos, não gerando tempo para o sistema processar *feedbacks* sobre erros e corrigi-los, os movimentos são organizados e produzidos em forma de sistema de controle de circuito aberto. A classificação de uma habilidade motora em aberta ou fechada está relacionada às demandas impostas ao praticante em responder às alterações ambientais, as quais podem ocorrer em frações de segundo. Já a classificação em relação à predominância dos elementos motores ou cognitivos, está relacionada à maior importância da qualidade do movimento (elementos motores) ou da tomada de decisão e aspectos perceptivos (elementos cognitivos) para o sucesso do movimento executado (Schmidt e Wrisberg, 2001).

Indivíduos praticantes de uma atividade física com predomínio de determinadas características, devem desenvolver processamentos sensoriais e comandos motores eferentes específicos resultantes da aprendizagem motora dessa atividade. Atividades físicas que diferem exatamente em relação a como seus praticantes necessitam processar as informações sensoriais, nas metas a serem alcançadas pelos seus movimentos e no tipo de sistema de controle utilizado na prática dessa atividade, devem resultar em integrações sensoriomotoras distintas. Essas distintas integrações sensoriomotoras podem ser entendidas como sendo o padrão de ativação cortical inerente à prática da habilidade específica.

Uma característica marcante dos bailarinos é a sua consciência corporal. Os bailarinos necessitam monitorar continuamente a posição do tronco e membros em relação uns aos outros e ao espaço (Hänggi et al., 2010). Supõe-se que o treinamento em balé clássico desenvolve uma habilidade espacial onde se cria uma relação de referência do corpo interna. Segundo a classificação das habilidades motoras de Schmidt e Wrisberg (2001), pode-se caracterizar o controle recrutado para executar os movimentos no balé como sendo um sistema de controle de circuito fechado e como tendo maior importância dos elementos motores. Outra caracterização possível é em relação à previsibilidade ambiental. Na dança há um predomínio de habilidades fechadas. O bailarino relaciona-se com um espaço estável, quer seja o palco, a sala de aula, ou mesmo outro bailarino. Será que essa característica da dança, que possibilita ao bailarino desenvolver um foco interno é a variável responsável pelo desenvolvimento dessa consciência corporal mais marcante? O que aconteceria se comparássemos a habilidade espacial de bailarinos com a habilidade espacial desenvolvida por atletas que pratiquem uma atividade onde a

percepção espacial desempenha um papel diferente da recrutada na dança? Por exemplo: os jogadores de volei necessitam monitorar seu corpo em relação a um objeto móvel (habilidade aberta), quer seja a bola quer sejam os outros jogadores, desenvolvendo uma habilidade espacial onde a relação de referência do corpo é externa e não havendo tempo para detecção e correção de erros com base em informações sensoriais.

O EEG é válido para mensurar o aprendizado motor e estudar diferentes estratégias cognitivas envolvidas no processo (Luft e Andrade, 2006). Uma das limitações da técnica de EEG na investigação de estratégias cognitivas envolvidas em habilidades motoras é o fato do registro do equipamento ser muito sensível aos movimentos do indivíduo. Uma forma de se evitar essa limitação é a modelação do experimento baseado na teoria de simulação motora.

A possibilidade de acessar experimentalmente estados cognitivo-mentais caracterizados pela ausência de ação externa representa uma grande possibilidade para as neurociências. Essa possibilidade é denominada teoria da simulação (Jeannerod, 2001). No campo da cognição motora humana, percebeu-se que a ação motora envolve uma etapa interna (cognitivo-mental). A ativação do sistema motor durante as etapas internas é um pré-requisito para a teoria da simulação: é o que dá ao estado cognitivo-mental seu conteúdo motor. Sendo assim, a ação simulada é definida como a representação interna da programação motora sem a presença do movimento externo. Essa ação simulada pode ser entendida como sendo uma imagem motora, que é definida como sendo uma simulação mental do movimento (Neuper et al., 2005). A literatura tem demonstrado que a imagem mental de ações motoras pode reproduzir padrões replicáveis de EEG sobre as principais áreas sensoriomotoras.

Assim, o presente estudo investigou os padrões de processamento cortical em uma tarefa cognitiva espacial comparando indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas. Este estudo justifica-se na necessidade de investigação de aspectos cognitivos mais específicos, buscando melhorar a identificação e compreensão das adaptações neurais decorrentes de processamento neural específico relativo às aprendizagens motoras distintas. Desta forma, pretende-se contribuir para as descobertas sobre padrões de organização e funcionamento do controle motor humano. Especificamente, a proposta deste estudo é o de comparar, através do uso de EEG, o padrão de atividade eletroencefálica (integração sensoriomotora) entre bailarinas e voleibolistas experientes durante um teste de observação de ação e de imaginação de ato motor. Foi modelado um experimento onde a cognição espacial dos indivíduos foi avaliada. Os participantes do

experimento assistiram a vídeos contendo movimentos específicos de cada treinamento e imaginaram-se executando esses movimentos, e imaginaram-se executando movimentos considerados como neutros (comum a ambos os treinamentos).

A metodologia proposta para o presente estudo foi desenvolvida por Marilda Spindola em sua tese de doutorado: Habilidade cognitiva espacial: uma medida com eletroencefalografia. Para o citado estudo foi desenvolvido um aparelho para aquisição do sinal de EEG, o hardware (conjunto de amplificadores e filtros) utilizado na análise dos sinais, e foi construída uma gaiola de Faraday para evitar ruídos eletromagnéticos durante a aquisição do sinal eletroencefálico.

Entretanto, estudos que investiguem aspectos cognitivos mais específicos, como o processamento cortical ao longo do tempo, o número de elementos neuronais envolvidos e o ritmo oscilatório predominante, melhorando a identificação e compreensão das adaptações neurais decorrentes de processamento neural específico de habilidades abertas e fechadas, não foram encontrados na literatura. Além disso, só foram encontrados estudos onde o espectro de frequência de indivíduos com diferentes graus de habilidade dentro de uma mesma modalidade são comparados. Dessa forma, existem lacunas na literatura no que se refere às investigações das adaptações neurais relativas às aprendizagens motoras distintas a serem preenchidas.

2 OBJETIVO GERAL

- Analisar o padrão de atividade eletroencefálica de indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas, evocados por tarefas de simulação de ação.

2.1 Objetivos específicos

- Comparar os padrões de atividade eletroencefálicos entre os grupos na simulação de ação de uma tarefa motora associada à prática de vôlei.
- Comparar os padrões de atividade eletroencefálicos entre os grupos na simulação de ação de uma tarefa motora associada à prática da dança.
- Comparar os padrões de atividade eletroencefálicos entre os grupos na simulação de ação uma tarefa motora comum aos dois treinamentos.
- Desenvolver metodologia para análise do sinal EEG, extraindo parâmetros para a comparação das ativações eletroencefálicas entre os grupos.

3 Referencial teórico

3.1 Controle motor

O movimento, seja ele voluntário ou involuntário, é uma das respostas geradas pelo sistema nervoso. As estruturas responsáveis pelo planejamento, execução e correção dos movimentos compõem o sistema motor. O SN desenvolveu diferentes centros neurais responsáveis por atender as diferentes demandas de movimentos necessitadas pelo corpo.

O sistema motor pode ser dividido em quatro subsistemas distintos. Estes subsistemas operam de forma interativa, cada um com a sua contribuição individual para o controle motor. São eles: circuito local; neurônios motores superiores; cerebelo e núcleos da base (Purves et al. 2005).

O primeiro desses subsistemas, o circuito local, fica localizado na matéria cinzenta da medula e a circuitaria análoga no tronco encefálico e é composto pelos neurônios de circuito local e pelos motores inferiores, também chamados de motoneurônios alfa. Os motoneurônios alfa enviam seus axônios para fora da medula e do tronco encefálico, conectando-se diretamente aos músculos estriados dando início a contração muscular. Seus corpos celulares estão localizados no corno ventral da matéria cinzenta na medula espinhal e nos núcleos motores dos nervos cranianos no tronco encefálico. Os neurônios motores alfa são considerados como a via final para o movimento. Assim, os neurônios motores alfa fornecem a base física para traduzir o sinal neural em ações mecânicas (Gazzanga, 2006). Os neurônios do circuito local, localizados dentro da medula espinhal e do tronco encefálico, são responsáveis pelos padrões espaciais e temporais de ativação dos motoneurônios alfa. Os neurônios de circuito local modulam a atividade dos neurônios motores alfa, sendo sua principal fonte de aferências sinápticas. Os neurônios do circuito local recebem aferências diretas de neurônios sensoriais, mediando dessa forma, importantes reflexos sensoriomotores operados no tronco encefálico e na medula espinhal. Os neurônios de circuito local recebem também, através de vias descendentes, comandos de neurônios motores localizados no córtex ou em centros do tronco encefálico. Dessa forma, os neurônios do circuito local são responsáveis pela formação de circuitos que coordenam os diferentes grupos musculares, o que é essencial para a organização do movimento.

Os neurônios motores, que através de vias descendentes, modulam a ação dos neurônios de circuito local, constituem o segundo subsistema. Esses neurônios são chamados de neurônios motores superiores e são responsáveis por estabelecer conexões

sinápticas com os neurônios de circuito local e, mais raramente, diretamente com os neurônios motores inferiores. Muitas estruturas neurais do sistema motor estão no tronco encefálico, o qual contém os doze nervos cranianos essenciais para os reflexos cruciais que envolvem a respiração, a mastigação, os movimentos oculares e as expressões faciais (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 2006). Os neurônios motores superiores originados no tronco encefálico são responsáveis pela regulação do tônus muscular e pela orientação dos olhos, da cabeça e do tronco a respeito da informação sensorial vestibular, somática, auditiva e visual. Suas contribuições são fundamentais para os movimentos de navegação básica do corpo e controle postural. As vias do neurônio motor superior com origem no córtex cerebral são essenciais para a iniciação do movimento voluntário e para sequências temporais complexas de movimento (Purves et al., 2005). Em particular, projeções descendentes de áreas corticais do lobo frontal, incluindo o córtex motor primário, córtex pré-motor e a área motora suplementar são essenciais para planejar, iniciar e direcionar sequências temporais de movimentos voluntários. Estas regiões estão representadas na Figura 1.

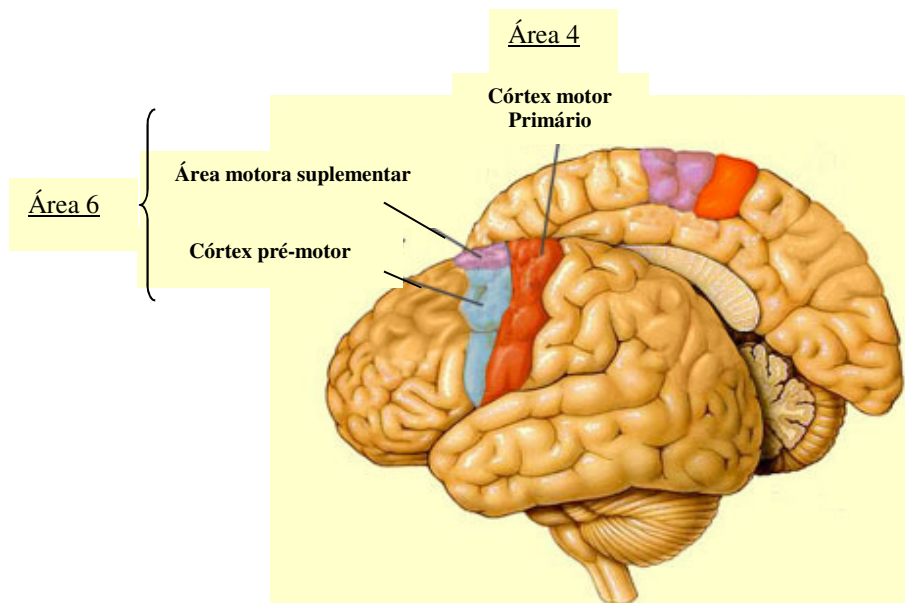


Figura 1: Córtex motor : constituído pela área 4, córtex motor primário e pela área 6, subdividida em córtex pré-motor e área motora suplementar.

Fonte: Purves et al., 2005.

O córtex motor, localizado anteriormente ao sulco central, é dividido em duas áreas principais: a área 4 chamada de córtex motor primário e a área 6; subdividida em mais duas subáreas chamadas de córtex pré-motor (ou córtex pré-motor lateral) e área motora suplementar (ou córtex pré-motor medial).

O córtex motor primário é a principal fonte de projeções descendentes para os neurônios motores na medula espinhal e núcleos de nervos cranianos (Purves et al., 2005). Localizado no giro pré-central, é essencial para o controle do movimento voluntário. O córtex pré-motor é formado pelas áreas associativas no lobo frontal anterior ao córtex motor primário. Acredita-se que essas áreas estejam envolvidas no planejamento ou programação dos movimentos voluntários. O córtex pré-motor auxilia a guiar os movimentos do corpo através da integração das informações sensoriais, ajudando a regular a postura por fornecer uma posição ótima para o córtex motor para um dado movimento. Esta área controla os músculos axiais. A área motora suplementar está envolvida no planejamento de movimentos complexos e na coordenação de movimentos envolvendo ambas as mãos (Serrien et al., 2006).

O conceito vigente sobre a organização funcional do córtex motor e suas modificações com o aprendizado e a cognição sofreram propostas de mudanças. O conceito de que o córtex motor primário é basicamente um teclado neural estático, com uma organização discreta sobre o qual os movimentos são reproduzidos é considerada insustentável (Sanes e Donoghue 2000). A literatura demonstra evidências de que o córtex motor primário é funcionalmente organizado em módulos especializados em diferentes segmentos corporais (braços, pernas, cabeça, etc.). A organização melhor conhecida é a do braço, e acredita-se que ela seja representativa dos outros módulos. Fica evidente que os ajustes no equilíbrio entre sinapses excitatórias e inibitórias no córtex motor primário alteram a sua organização e revelam uma rica arquitetura que pode suportar muitas estruturas organizacionais. A rede estrutural pode ajustar-se dinamicamente para encontrar a necessidade imediata do sistema, como visto nos ajustes posturais. Além disso, sinapses no córtex motor primário são plásticas permitindo que a organização neural de cada módulo possa ser configurada em escalas de tempo com maior duração, com base em atividade contínua.

Entretanto, o córtex motor primário, o córtex pré-motor e a área motora suplementar não são as únicas partes do córtex envolvidas com a geração de movimentos voluntários. O córtex pré-frontal e o córtex parietal posterior também desempenham importantes funções na geração destes movimentos. O córtex parietal posterior desempenha um papel relevante para a execução dos movimentos voluntários, avaliando o contexto em que estes estão sendo feitos (Azañon et al. 2010). O córtex parietal recebe as aferências somatossensoriais, proprioceptivas e visuais, usando-as para determinar aspectos tais como a posição do corpo e o destino no espaço. Assim, ele produz modelos

internos de movimento a serem feitos antes do envolvimento do córtex pré-motor e motor. O córtex pré-frontal está relacionado com o planejamento de ações e movimentos, assim como no pensamento abstrato (Jueptner et al., 1997). Tantas diferentes estruturas do encéfalo estão envolvidas nas funções motoras que alguns cientistas afirmam que praticamente todo o encéfalo contribui para a execução dos movimentos do corpo.

Os dois últimos subsistemas são constituídos por estruturas subcorticais que controlam o movimento através da regulação da atividade dos neurônios motores superiores, e não através do acesso direto aos neurônios de circuito local ou aos neurônios motores inferiores (Purves et al., 2005). O terceiro subsistema é o cerebelo, localizado na superfície dorsal da ponte. O cerebelo é uma estrutura compacta que recebe muitas aferências sensoriais, incluindo informações das vias somatossensorial, vestibular, visual e auditiva. Também recebe aferências das áreas sensoriais e motoras corticais. As aferências projetam-se primeiramente para o córtex cerebelar, provavelmente a região do sistema nervoso com maior densidade neuronal. Na verdade, existem mais células no cerebelo do que no resto do sistema nervoso (Gazzaniga, Ivry e Mangun, 2006). O córtex cerebelar, contudo, não envia eferências diretas a outras regiões do encéfalo. A informação do córtex cerebelar passa primeiramente pelos núcleos profundos localizados na porção central do cerebelo – todas as eferências cerebelares provem desses núcleos. O cerebelo age através dessas vias eferentes sobre os neurônios motores superiores como um mecanismo de correção, detectando a diferença entre o movimento pretendido e o movimento realizado.

O quarto subsistema consiste de um grupo de estruturas, localizadas nas profundezas do prosencéfalo, conhecidas como núcleos da base. Os núcleos da base são uma coleção de cinco núcleos. Os núcleos da base e o cerebelo apresentam semelhança em relação à organização dos sinais neurais. As aferências se restringem principalmente aos dois núcleos que constituem o estriado (o caudado e o putâmen). As eferências são quase que exclusivamente pelo segmento interno do globo pálido e de parte da substância nigra, enquanto os demais componentes (a outra parte da substância nigra, o núcleo subtalâmico e o segmento externo do globo pálido) estão em uma condição de moduladores das eferências do globo pálido. Assim como no cerebelo, as eferências dos núcleos da base são basicamente ascendentes. A função dos núcleos da base é a de reduzir movimentos indesejados e preparar os circuitos de neurônios motores superiores para iniciar os movimentos. O cerebelo e os núcleos da base estão representados na Figura 2.

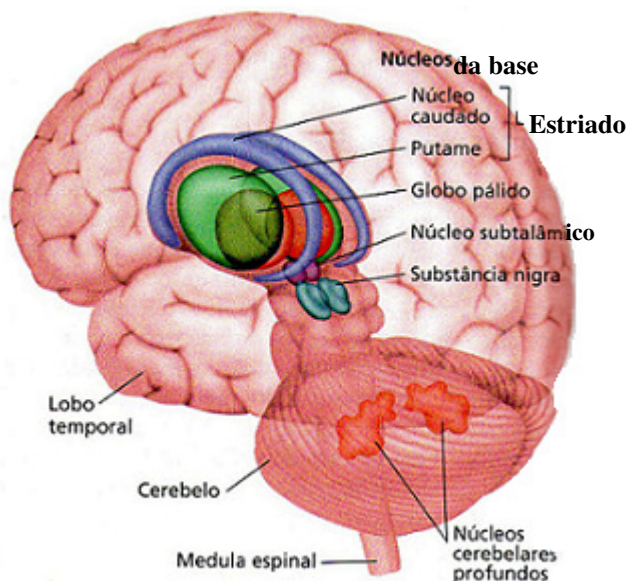


Figura 2: Cerebelo e núcleos da base

Fonte: Gazzaniga, Ivry, Mangun (2006).

Um motoneurônio alfa inerva várias fibras musculares de um único músculo, e todos os motoneurônios que inervam o mesmo músculo formam um conjunto de motoneurônios. Esses conjuntos de motoneurônios formam um agrupamento em forma de bastão correndo paralelamente ao longo do eixo da medula por um ou mais segmentos. Existe uma relação evidente entre a localização dos conjuntos de motoneurônios e os músculos inervados por eles, provendo um mapa espacial da musculatura do corpo. No sentido longitudinal da coluna, os conjuntos de motoneurônios envolvidos com a inervação dos braços localizam-se na expansão cervical da medula e aqueles que inervam as pernas estão no alargamento lombar. Num mapeamento espacial no sentido médio-lateral ocorre uma relação diretamente proporcional: quanto mais distal é a musculatura inervada pelo motoneurônio mais lateralmente estará localizado seu corpo celular na medula. Desse modo, os conjuntos de motoneurônios envolvidos com a musculatura axial têm uma localização mais medial na medula; enquanto aqueles que inervam a musculatura das mãos localizam-se mais lateralmente. Nesse sentido também existe uma organização das vias descendentes provenientes dos neurônios motores superiores. As vias originadas no tronco encefálico, responsáveis pela regulação do tônus muscular e pela orientação dos olhos, da cabeça e do tronco, terminam medialmente na medula; já as originadas no córtex cerebral têm sua terminação mais lateralmente (Purves et al., 2005).

Em resumo, o controle motor é um sistema constituído estruturalmente por quatro subsistemas que modulam, através de diferentes contribuições, o movimento. Os

movimentos voluntários são resultado da consolidação de diferentes conexões sinápticas, fruto da aprendizagem motora do indivíduo, fornecendo uma fonte importante para investigação científica acerca dos padrões de processamento cortical.

3.2 Aprendizado motor

O aprendizado é um conjunto de processos que provoca mudanças relativamente permanentes na capacidade de resposta, e a aprendizagem motora resulta em mudanças, majoritariamente, no comportamento motor (Givens et al., 1997). Todo aprendizado motor resulta em mudanças na atividade neural, principalmente nas áreas relativas à programação motora (Fattaposta et al., 1996). Essas regiões estão envolvidas com a pré-programação, execução dos movimentos e controle da performance.

Diferentes mecanismos participam na complexa aprendizagem motora, a qual envolve vários níveis de estruturas corticais (Velasques et al., 2007). Um conceito importante quando se pensa em habilidades motoras é o de memória, frequentemente vista como a armazenagem do material resultante das atividades dos vários estágios dos processamentos de informações (Schmidt e Wrisberg, 2001).

Aprendizagem e memória são processos correlatos e indissociáveis (Cunha et al., 2004). A aprendizagem corresponde à aquisição de novos conhecimentos e consequente modificação de comportamento, enquanto a memória pode ser entendida como a retenção deste conhecimento (Maxwel, 2003). Desta forma, estes dois processos compartilham mecanismos neurais similares sendo estes também responsáveis pela atenção, integração sensorial e percepção (Jueptner et al., 1997).

Schmidt e Wrisberg (2001) apresentam o processamento de informações como sendo composto de vários estágios, que resumidamente podem ser apresentados da seguinte forma: a) identificação do estímulo; b) seleção da resposta; e c) programação da resposta. Toda vez que a informação ambiental é captada pelo indivíduo, esta é inicialmente processada no primeiro estágio, o de identificação do estímulo. Completado esse estágio, a informação que permanece é passada para o segundo estágio, onde a resposta é selecionada através de um processamento adicional. O resultado é passado para o terceiro estágio onde, com mais processamento, a programação da resposta é selecionada até que a ação seja efetuada. Tem sido postulado pelo menos três sistemas distintos de memória, cada um envolvidos de alguma maneira no processamento de informação que resulta na produção de movimento. São eles:

a) armazenamento sensorial de curto prazo (ASCP)- inicialmente os estímulos são captados pelo indivíduo e brevemente armazenados em diferentes compartimentos de acordo com sua modalidade (auditivo, cinestésico, visual, tátil, etc.); A informação se mantém nesses compartimentos por um breve período de tempo, poucas centenas de milésimos de segundos. Acredita-se que o ASCP ocorra antes do envolvimento consciente do executante e resulta em muito pouca transformação da informação sensorial;

b) memória de curto prazo (MCP)- nem toda informação sensorial que entra na ASCP atinge a consciência do executante. Existe um mecanismo de atenção seletiva que identifica a informação sensorial relevante e a seleciona para processamento adicional. Essa seleção está relacionada com a relevância da informação para a tarefa almejada. As pessoas utilizam a atenção seletiva para direcionar a informação para MCP, que é considerada um tipo de espaço de trabalho temporário onde as atividades de processamento de informações controladas podem ser aplicadas às informações relevantes. A capacidade de armazenamento da MCP é bastante limitada, e a informação só se mantém enquanto direcionamos a atenção a ela;

c) memória de longo prazo (MLP): é considerada como o espaço de armazenamento para a informação muito bem aprendida que as pessoas colecionam ao longo da vida. A MLP é considerada sem limites, tanto na capacidade de armazenamento quanto na duração de tempo que a informação é preservada. A informação armazenada na MLP é resultante de um processo controlado e geralmente realizado sem esforço. Algo aprendido significa algo que foi processado na MCP e transferido para MLP. Este conceito aplica-se também para o aprendizado de habilidades motoras, onde os executantes processam programas motores para a ação na MCP e então as armazenam na MLP. Porém, estudos que investigaram se a MCP é apenas um estágio inicial para a consolidação da MLP, demonstraram a independência entre ambos os processos. A literatura trás evidências de que através de bloqueios farmacológicos da formação de MCP, a consolidação da MLP não é afetada (Izquierdo et al., 1999).

Alterações produzidas no SN em função da aquisição de habilidades motoras tem sido foco de vários estudos (Cunha et al. 2004). A aprendizagem motora, também conhecida como memória de procedimento, é resultante do aumento da performance e proporcionalmente do incremento do gesto motor. Este incremento da performance, tem sido associado a complexos mecanismos de consolidação de memória de longo prazo. Em função da diversidade de componentes que são organizados plasticamente, o

entendimento dos efeitos da aprendizagem motora no córtex tornou-se um desafio para as neurociências. Acomodações plásticas neurais do sistema nervoso têm norteado a compreensão de modelos experimentais sobre o arquivamento de informações motoras. Essas acomodações plásticas são resultado da atividade neural, que é a transmissão de informação entre os neurônios, e que ocorre durante os estágios de percepção de estímulos, processamento de informações e execução das respostas.

3.3 Atividade neural

A atividade metabólica do encéfalo humano vivo exposto ao treinamento de determinadas tarefas sofre alterações na sua estrutura micro anatômica, comprovando que as informações advindas dos exteroceptores, proprioceptores e viceroceptores se dirigem, primeiramente, para áreas primárias específicas do encéfalo; e depois, ficam difusas por áreas secundárias e terciárias justapostas, quando se tornam conscientes ou não (Dinesh et al. 2003).

A atividade neural é a responsável por todo ato cognitivo (Varela et al. 2001). Uma das bases da neurofisiologia é a clássica teoria da polarização dinâmica. A partir de um determinado axônio, correntes provocadas por algum evento, chegam aos dendritos. A soma das correntes dendríticas que chegam ao neurônio supera o seu limiar de excitabilidade, gerando um potencial de ação. Conduzido ao longo do axônio do elemento pós-sináptico, esse potencial de ação pode ser transmitido a um neurônio vizinho via sua rede dendrítica através de sinapse química, chegando assim ao seu alvo (Ganong 2003). Estes eventos são decorrentes do grande número de células nervosas conectadas cuja atividade se dá na ordem de milissegundos (ms) enquanto que, basicamente cada neurônio possui uma região receptora e outra efetora em relação à condução do sinal e ao processamento de informações. As sinapses produzem voltagem como resposta a estimulações, primeiramente de forma temporária relativa à memória de curto prazo; e posteriormente de forma permanente relativa à memória de longo prazo, se o estímulo for repetido.

No estudo sobre memória de Klimesch de 1996, é colocado o confronto ao qual toda teoria sobre memória precisa enfrentar: representar como a informação é armazenada. O autor afirma que o nível neuronal é um dos mais explícitos e concretos que se pode alcançar para explicar os processos cognitivos e de memória. Qualquer representação precisa abordar aspectos estruturais e de processamento. Os primeiros

aspectos são relativos ao tipo de conectividade entre os neurônios, e os segundos, relativos às propriedades eletrofisiológicas do sinal processado. Dado o fato de que a transmissão de informação no encéfalo é baseada nos processos eletrofisiológicos, que são mediados e modificados por processos bioquímicos, o nível eletrofisiológico neuronal é o nível mais específico de hipóteses de representação que se pode alcançar.

A integração em larga escala representa o mecanismo neural que seleciona e coordena a atividade difusa do encéfalo para produzir todo ato cognitivo (Varela et al. 2001). Os arranjos neurais fornecem uma rede conceitual para a integração da atividade neural difusa. Arranjo neural é definido como: rede local difusa de neurônios transitoriamente conectados por conexões dinâmicas recíprocas. Neurônios pertencentes a determinados arranjos estão conectados através de interações seletivas, ou seja, eles interagem preferencialmente com um subarranjo de outros neurônios que estão interconectados. Essas interconexões são mediadas através de conexões tipicamente recíprocas, podendo ser diretas (monossinápticas) ou indiretas (polissinápticas). É importante a distinção entre dois tipos de conexões. Aquelas conexões recíprocas dentro da mesma área cortical ou entre áreas situadas num mesmo nível de rede, daquelas conexões que conectam diferentes níveis da rede em diferentes regiões do encéfalo a um mesmo arranjo neural. Conexões deste segundo tipo são tradicionalmente descritas como *feedforward* (*bottom up* ou de entrada) e *feedback* (*top down* ou de saída). A variável relevante necessária para descrever esses arranjos neurais não é tanto a atividade individual dos seus componentes, mas sim, a natureza dinâmica das conexões entre eles.

Vindo ao encontro de Varela et al. (2001), a organização funcional do córtex motor em módulos especializados no controle de diferentes sistemas corporais (por exemplo: braço, pernas cabeça), proposta por Sanes e Donoghue (2000) onde a distribuição de neurônios dentro do módulo do braço é composta por uma rede neural distribuída, em que cada neurônio constituinte dessa rede, potencialmente contribui para cada ação do braço, é um exemplo de conexões recíprocas dentro de uma mesma área cortical. Cada neurônio do córtex motor primário relativo ao braço está inserido em uma rede de conexões horizontais e laterais com outros neurônios do córtex motor primário de mesma natureza. Em estudo envolvendo primatas não humanos, Asanuma e Arissian (1984) sugeriram a existência de um circuito de *feedback* entre o córtex motor e os membros periféricos como base para o controle motor. Os autores propuseram que esse circuito cortico-periferia-cortical desempenharia um papel relevante no controle motor, alterando a precisão dos neurônios eferentes do córtex motor envolvendo estruturas

subcorticais. Esse circuito cortico-periferia-cortical serve como exemplo de conexões que conectam diferentes níveis da rede em diferentes regiões do encéfalo a um mesmo arranjo neural.

A função fundamental do córtex motor primário é a de controlar movimentos voluntários (Sanes e Donoghue 2000). Recentes evidências da literatura sugerem que este papel desempenhado pelo córtex motor primário emerge a partir de redes neurais distribuídas ao invés de uma discreta representação, e que em mamíferos adultos essas redes neurais são capazes de modificarem-se. Registros neuronais e padrões de ativação revelados por métodos de neuroimagem têm demonstrado uma considerável plasticidade nas representações e propriedades celulares do córtex motor primário seguido de mudanças patológicas ou traumáticas e em relação às experiências diárias, incluindo o aprendizado de habilidades motoras e ações cognitivas. As conexões neurais intrínsecas horizontais no córtex motor primário são um substrato, forte candidato, para a reorganização do seu mapa organizacional. Elas interconectam amplas regiões do córtex motor primário, exibem plasticidade atividade-dependente, e modificam em associação com a aprendizagem de uma habilidade motora.

3.4 Habilidades motoras

As habilidades motoras podem ser definidas como a habilidade para a qual os principais determinantes são o sucesso e a qualidade do movimento que o executante produz, e tem na pessoa de Franklin M. Henry (1904-1993), o pioneiro nas pesquisas nesta área (Schmidt e Wrisberg, 2001). Essas habilidades podem ser classificadas segundo:

a) a organização da tarefa: com sendo uma habilidade discreta (com início e fim definidos) / uma habilidade seriada (ações discretas conectadas) / habilidades contínuas (início e fim indefinidos);

b) em relação ao predomínio cognitivo ou motor nos movimento: a maneira mais correta de classificar as habilidades é a de considerar o grau com o qual os elementos cognitivos e perceptivos (maior importância da estratégia ou da decisão) e os elementos motores (maior importância da qualidade do movimento) contribuem para o sucesso do movimento. Devido a isso, as habilidades são chamadas de psicomotoras ou percepto-motoras, e;

c) o nível de previsibilidade ambiental: o qual enfatiza as demandas relativas impostas aos executantes para responder as variações ambientais, classificando-as em habilidades fechadas (alto grau de estabilidade e previsibilidade ambientais, onde o executante atua sobre o mesmo) e habilidades abertas (ambiente instável e imprevisível, onde o executante deve utilizar os processos de percepção, reconhecimento de padrão e tomada de decisão para ajuste do movimento, geralmente, em pouco tempo como resposta às mudanças ambientais).

Na realidade, as habilidades não são puramente discretas, fechadas ou cognitivas. O que ocorre é uma predominância de uma das características sobre as outras, ou mesmo, uma alternância de padrão.

Performance altamente qualificada é associada com maior eficiência na medida em que experts utilizam mais adequadamente o processamento cortical do que indivíduos menos habilidosos para a realização de determinada tarefa (Hatfield e Hillman 2001). O que resulta em alta qualidade (economia) e comando motores eferentes mais consistentes. Fitts e Posner em 1967 propuseram três fases na aprendizagem de uma habilidade motora. A primeira fase, chamadas de estágios cognitivos, é caracterizada pelo esforço de processamento dos estímulos perceptivos e da regulação consciente do movimento. A fase intermediária, chamadas de estágios associativos, caracterizada pelo refinamento do processamento sensorial de estímulos relevantes e maior eficiência no tempo e execução motora. E na fase final do desenvolvimento de uma habilidade, chamada de estágios autônomos, prevalece à automação sobre a regulação consciente do movimento. Essas idéias foram refinadas ao longo das últimas décadas pela psicologia cognitiva e do desporto, mas o princípio básico de Fitts e Posner relativa à realização da automação permanece amplamente aceito (Denny et al., 2003).

Executantes habilidosos desenvolvem uma capacidade de perceber e processar uma vasta quantidade de informações com velocidade e precisão, bem como de realizar ajustes eficientes quando necessário (Schmidt e Wrisberg 2001). O sucesso na performance habilidosa depende do quão eficaz o participante é em detectar, perceber e utilizar a informação sensorial relevante. As fontes de informação sensorial podem vir do ambiente (exteroceptiva) ou de dentro do próprio corpo (interoceptiva). A principal fonte exteroceptiva para a produção de movimentos habilidosos é a visão. É através desse sentido que a estrutura física do ambiente é definida bem como são identificados os movimentos de objetos no ambiente. Outra importante função da visão é o de auxiliar na detecção de aspectos temporais e espaciais dos próprios movimentos do executante no

ambiente. A segunda fonte exteroceptiva é a audição. Algumas atividades dependem de uma percepção auditiva bem desenvolvida, como por exemplo, aquelas que necessitem de informações auditivas para orientação espacial ou rítmica. As fontes de informação sensorial interoceptivas mais relevantes para o controle motor, chamadas de propriocepção ou cinestesia, vem de importantes receptores que proporcionam ao sistema neuromuscular informações sobre as posições relativas das articulações, a tensão nos músculos e a orientação do corpo no espaço. Esses receptores são: a) aparelho vestibular: localizado dentro do ouvido interno, detecta movimentos da cabeça e é sensível à sua orientação em relação à gravidade; b) fusos musculares: fibras musculares especializadas que tem a função de informar a velocidade de contração do músculo, bem como, mudanças de posição das articulações; c) órgão tendinoso de Golgi: localizados nas junções miotendíneas, sinalizam o nível de força gerado pelo músculo; e d) receptores cutâneos: que informam sobre pressão, temperatura e informações táteis.

Reflexos do movimento, a atividade muscular e outros aspectos relativos ao comportamento motor nas propriedades do córtex motor primário não são surpreendentes, dado o fato de que o córtex motor primário parece ser uma rede plástica situada no meio de um sistema recebendo e produzindo sinais relacionados às ações motoras diversas (Sanes e Donoghue 2000).

Durante o aprendizado motor é possível perceber diferentes fases de aprendizado na execução do ato motor (Minc et al. 2010). O controle motor migra de um estágio, que é inicialmente explícito, para um estágio praticamente autônomo, em sintonia com a proposta de Fitts e Posner (1967). Em termos de comportamento, esta automação é caracterizada pela execução mais veloz e coordenada dos movimentos, assim como, uma diminuição na ocorrência de erros. Corticalmente, para obter esse controle mais refinado, a integração sensoriomotora é fundamental. Essa integração consiste no contínuo processamento, pelo sistema motor, das aferências sensoriais que preparam para o ato motor e melhoram a execução de atividades de controle motor fino. Neste processo, o sistema nervoso central integra informações vindas de múltiplos canais sensoriais, permitindo a execução de movimentos com metas específicas. O córtex cerebral é composto por áreas que não são nem puramente sensoriais nem puramente motoras, mas associativas, e servem para funções integrativas de alta ordem. Essas áreas do córtex são chamadas de áreas associativas, associando informações sensoriais com respostas motoras e executando aqueles processos mentais que intervêm entre as aferências sensoriais e as eferências motoras.

Diferentes fontes de informação sensorial estão disponíveis para o controle do movimento e existem diferentes maneiras como essas variadas fontes de informação sensorial podem ser utilizadas pelo sistema nervoso central para a produção de movimentos habilidosos (Schmidt e Wrisberg 2001). Uma dessas maneiras é chamada de sistema de controle de circuito fechado, que consiste em um tipo de controle que envolve o uso de *feedback* e a atividade dos processos de detecção e correção de erro para manter a meta desejada (movimento). No sistema de controle de circuito fechado o resultado ou ação é determinado pelo executivo (neurônios motores superiores), executado pelo efetor (subsistema de circuito local) e, então, trazido de volta para o comparador (subsistema cerebelo e núcleos da base) na forma de informação sensorial ou *feedback*, semelhante ao circuito cortico-periferia-cortical proposto por Asanuma e Arissian (1984).

A vantagem que o sistema de controle de circuito fechado apresenta, é que o processamento de informações oferece uma flexibilidade no controle do movimento e permite uma variedade de estratégias e opções de movimento. A maior desvantagem é que ele torna o controle de movimento muito lento. Este sistema é muito eficaz em ambientes estáveis, pois uma vez que o movimento específico é selecionado, o sistema utiliza os estágios de processamento, seleciona um movimento e organiza-o para iniciar. Uma vez que o movimento é iniciado, o sistema executará o movimento como ele foi planejado. Havendo alterações no ambiente após o início do movimento é muito difícil ocorrer uma correção do mesmo antes dele ser concluído. Em situações onde os indivíduos precisam produzir movimentos rápidos, não gerando tempo para o sistema processar *feedback* sobre erros e corrigi-los, os movimentos são organizados e produzidos em forma de controle de circuito aberto. No sistema de controle de circuito aberto os movimentos são planejados/treinados antecipadamente e executados com o mínimo de envolvimento da informação sensorial.

Indivíduos praticantes de uma atividade física com predomínio de determinadas características, devem desenvolver processamentos sensoriais e comandos motores eferentes específicos resultantes da aprendizagem motora dessa atividade. Atividades físicas que diferem exatamente em relação a como seus praticantes necessitam processar as informações sensoriais, nas metas a serem alcançadas pelos seus movimentos e no tipo de sistema de controle utilizado na prática dessa atividade, devem resultar em integrações sensoriomotoras distintas. Essas distintas integrações podem ser entendidas como sendo o padrão de ativação cortical inerente à prática da habilidade específica.

Não data de hoje, o grande interesse da comunidade científica em investigar os aspectos cognitivos de desempenho de habilidades específicas. Qual seria o resultado da comparação entre atividades que diferem na forma como seus praticantes precisam integrar as informações sensoriomotoras? Duas atividades que diferem exatamente nessa questão são: a dança e o vôlei.

3.4.1 Dança

A dança provavelmente tem sua origem junto ao nascimento do *Homo Sapiens*, e em toda nossa história, a dança tem sido universalmente praticada em todas as sociedades (Bachner-Melman et al. 2005). A dança teatral que conhecemos atualmente iniciou sua trajetória quando Luís XVI fundou a Academia Nacional de Dança, em 1661. Essa academia tem funcionado ininterruptamente até os dias de hoje, uma vez que se transformou naquilo que hoje são a Escola e o Balé da Ópera de Paris. Assim, através de uma linha ininterrupta de bailarinos e professores, temos naquele país o desenvolvimento dessa arte desde o século XVII (Faro, 1986).

O balé clássico é caracterizado pela busca constante de padrões estéticos de movimento, ou seja, movimentos de grande amplitude articular que vão além dos limites anatômicos (Fração et al. 1999). Força muscular e elevadas amplitudes de movimentos nas articulações dos quadris (manutenção da rotação externa de 90 graus) e do joelho (hiperextensão), além de controle extremo da articulação do tornozelo são algumas das características que levam as bailarinas a movimentos nada anatômicos. Esses padrões de movimento não anatômicos associados às características musculoesqueléticas e fisiológicas variadas, diferenciam o balé clássico da grande maioria das práticas desportivas (Kandel et al. 1992).

A dança é uma atividade humana universal caracterizada pela complexidade do processamento auditivo de estímulos musicais e de sincronização simultânea dos movimentos do corpo coordenados de acordo com os padrões de percepção auditiva (Hänggi et al. 2010). Ressalta-se a importância da cognição espacial em dança: bailarinos necessitam monitorar continuamente a posição espacial do tronco e membros e fazê-lo, principalmente, com base na informação proprioceptiva dos órgãos sensoriais dos músculos, tendões e articulações, confirmando o uso de sistema de controle de circuito fechado pelos bailarinos para execução dos movimentos. Segundo os autores citados anteriormente, evidências sugerem que treinamentos motores, sensoriais e cognitivos

modulam estruturas cerebrais envolvidas na prática específica. Os autores esperavam que o treinamento intensivo de balé modulasse estruturas da rede sensoriomotora, tais como: o putâmen, córtex pré-motor, área motora suplementar e o tracto corticoespinhal. Foi investigado o volume da substância cinzenta e branca, anisotropia fracionada e difusividade média utilizando morfometria baseada em ressonância magnética e *diffusion tensor imaging* entre grupo de bailarinos profissionais e grupo controle. Foi observado no grupo de bailarinos uma diminuição do volume da substância cinzenta no córtex pré-motor esquerdo, na área motora suplementar, putâmen, giro frontal superior e diminuição do volume da substância branca em ambos os tractos corticoespinhais, ambas cápsulas internas, no corpo caloso e no cíngulo anterior esquerdo. A anisotropia fracionada, que tem sido referida na literatura como uma indicação do grau de integridade das fibras, foi menor na substância branca subjacente aos córtices pré-motores direito e esquerdo dos bailarinos. Os achados do estudo complementam os resultados encontrados na literatura de estudos com uso de imagem funcional de experts que revelam redução na atividade neural em indivíduos habilidosos quando comparados com novatos. De acordo com a literatura, reduções na atividade cerebral são acompanhadas por diminuições locais no volume das substâncias cinzenta e branca e diminuição na anisotropia fracionada.

Inicialmente, os estudos que envolviam a dança focavam principalmente os aspectos biomecânicos relativos às lesões relacionadas com a sua prática. Com o crescente interesse dos neurocientistas na investigação das habilidades e adaptações inerentes à sua prática, alguns estudos têm focado a investigação de variáveis como: aquisição motora, estratégias posturais, coerência corticomuscular, simulações de ações e aspectos anatômicos e biológicos da criatividade.

Uma característica marcante dos bailarinos é a sua consciência corporal. Supõe-se que o treinamento em balé clássico desenvolve uma habilidade espacial onde se cria uma relação de referência do corpo interna-sistema de controle de circuito fechado (Hänggi et al. 2010). Segundo a classificação das habilidades motoras de Schmidt e Wrisberg (2001), podem-se caracterizar os movimentos executado no balé como tendo maior importância dos elementos motores, sendo a qualidade do movimento executado um fator determinante do sucesso nos movimentos executados por um bailarino. Outra caracterização possível é em relação à previsibilidade ambiental. Na dança há um predomínio de habilidades fechadas. O bailarino relaciona-se com um espaço estável, quer seja o palco, a sala de aula, ou mesmo outro bailarino. Será que essa característica da dança, que possibilita ao bailarino desenvolver um foco interno, é a variável

responsável pelo desenvolvimento dessa consciência corporal mais marcante? O que aconteceria se comparássemos a habilidade espacial de bailarinos com a habilidade espacial desenvolvida por atletas que pratiquem uma atividade onde a percepção espacial desempenha um papel diferente da recrutada na dança? Por exemplo: os jogadores de volei necessitam monitorar seu corpo em relação a um objeto móvel, quer seja a bola, quer sejam os outros jogadores (habilidade aberta), resultando num ambiente extremamente instável, onde a resposta motora deve ser efetuada em questão de frações de segundos, não havendo tempo para feedback sensorial (sistema de controle de circuito aberto). Os movimentos executados no volei podem ser caracterizados como tendo maior importância dos elementos cognitivos, sendo a tomada de decisão um fator determinante de sucesso nos movimentos executados por voleibolistas. Devido a essas características, supõe-se que os voleibolistas desenvolvem uma habilidade espacial onde a relação de referência do corpo é externa.

3.4.2 Vôlei

O Voleibol apresenta características bem específicas que são resultantes da sua dinâmica estrutura funcional e da própria regulamentação, constituindo-se assim, um sistema complexo (múltiplas dimensões e componentes) e dinâmico (mutável), constituído por inúmeros elementos que formam estruturas coerentes resultantes da ação conjunta dos subsistemas. Por isto identificado por um jogo de natureza complexa e imprevisível em razão da flutualidade das condições de acontecimento das ações de jogo (Mesquita e Graça, 2003).

Diante disto, o jogo de Voleibol deriva de uma conjugação inseparável, relativa ao seu desenho estrutural e funcional. O Voleibol como jogo é, então, estruturado a partir de um conjunto de condicionantes (regras) que suscitam determinados princípios que regulam o comportamento dos jogadores, dando-lhe um sentido de racionalidade. Contudo, sua dinâmica não deriva apenas de limites impostos pelo regulamento, mas potencialmente em razão das exigências resultantes do acaso e expressado pela aleatoriedade e não linearidade das ações durante o acontecimento do jogo (Moraes 2009).

As ações executadas pelos voleibolistas podem ser associadas com a complexidade das tarefas a serem realizadas. Estas tarefas são de natureza complexa em razão de três fatores: a) a instabilidade do meio – o grau de imprevisibilidade para

realizar as ações é elevado em função, entre outros aspectos, do espaço, velocidade, ritmo, e bola com trajetórias sempre diferentes; b) o caráter arbitrário na duração da tarefa – o início e fim das ações para executar as tarefas são sempre arbitrário, diferente das ações para realizar tarefas, como por exemplo, no atletismo, que são claramente identificáveis; e c) o grau de especificações da tarefa – a definição concreta do fim a alcançar é difícil de delimitar, pois a tomada de decisão não depende só de uma equipe, mas decisivamente da atuação também imprevisível do adversário, podendo-se definir isto como cooperação “intra-equipe” (Mesquita e Graça, 2003).

A prática de voleibol desenvolve várias capacidades físicas, e estão estabelecidas relações entre esporte de alto nível e as características antropométricas do atleta. A especificidade do treinamento esportivo, ou seja, a semelhança mecânica, fisiológica e de controle motor dos exercícios de treino com os gestos esportivos, é considerada um fator crítico para a melhoria do desempenho esportivo (Zatsiosky e Duarte 1999). Obviamente essa especificidade do treinamento leva às adaptações neuromusculares do praticante, adaptações essas, já demonstradas no estudo de Frasson et al. (2007). Nesse estudo foram comparadas as relações torque-ângulo e torque-velocidade dos dorsiflexores e flexores plantares entre bailarinas e voleibolistas, onde as adaptações dos flexores plantares foram explicadas por alterações musculares intrínsecas e alterações na ativação voluntária máxima e adaptações dos dorsiflexores somente puderam ser explicadas por mudanças nas propriedades intrínsecas. Se essas alterações foram verificadas na parte efetora do sistema nervoso, certamente é porque houve adaptações neurais na parte de programação motora.

Tanto os resultados encontrados por Frasson et al. (2007) como os encontrados por Hänggi et al. (2010), são evidências das alterações musculo-esqueléticas e adaptações neurais, respectivamente, que indivíduos submetidos ao treinamento intensivo de específicas atividades sofreram. As alterações musculo-esqueléticas representam as adaptações do subsistema de controle motor de circuito local que é modulado pelas aferências dos neurônios motores superiores que também sofreram alterações estruturais como consequência da integração sensoriomotora. Essas alterações estruturais são decorrência do balanço entre sinapses excitatórias e inibitórias, alterando a organização do córtex motor, servindo como exemplo da plasticidade das sinapses no córtex motor citada por Sanes e Donoghue (2000). Porém, lembrando Klinesch (1996), há que se investigar também os aspectos funcionais/eletrofisiológicos dessas alterações. Como por exemplo: o

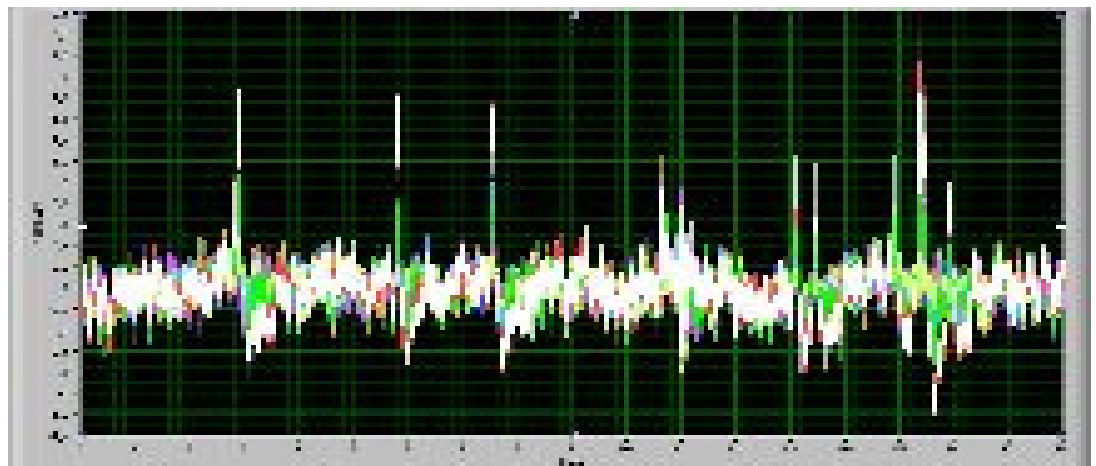
rítmo da atividade entre os neurônios e a dinâmica cortical específicas de cada treinamento.

3.5 Eletroencefalografia

A comunicação entre as estruturas cerebrais é pensada como sendo efetuada pelo acoplamento ou pela sincronização (Minc et al. 2010). Esses processos permitem que arranjos neurais, que são espacialmente distantes, trabalhem simultaneamente. O eletroencefalógrafo (EEG) permite gravar a soma das atividades de milhões de neurônios através de suas atividades dendríticas (Gevins et al., 1997). Os potenciais pós-sinápticos são, provavelmente, os principais responsáveis pela geração de campos elétricos extracelulares que vão influenciar na formação do registro cortical captado através do EEG (Ganong, 2003).

Diferentemente de outras modernas técnicas de neuroimagem, o EEG mede a atividade neural em tempo real, tornando-se uma ótima ferramenta para estudar as interações entre áreas cerebrais e redes neurais dinâmicas. A Figura 3 apresenta dois registros EEG: (a); sinal completo/padrão cortical e (b) sinal de um canal/eletrodo.

A



B

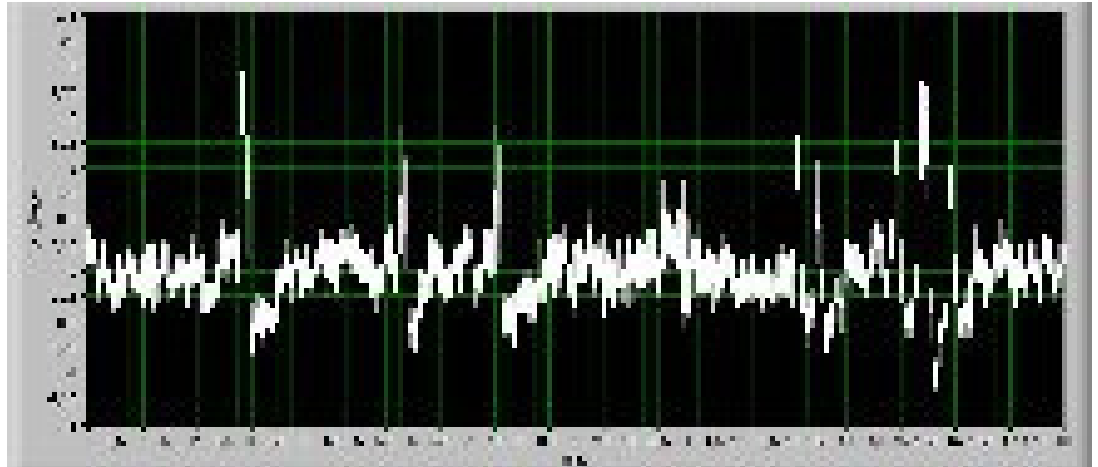


Figura 3: EEG: (a) sinal completo; (b) sinal de um eletrodo.

Fonte: Spindola (2010).

Através de eletrodos fixados no couro cabeludo, podem ser captados sinais amplificados que registram perto de 6 cm² da superfície do córtex cerebral humano, correspondendo a 100 mil neurônios por eletrodo aproximadamente. As regiões a partir das quais os eletrodos são organizados no EEG são conhecidas por denominações abreviadas. A letra inicial corresponde à região: préfrontal (Fp), frontal (F), temporal (T), central (C), parietal (P) e occipital (O) e o número ao hemisfério (ímpares: esquerdo, pares: direito). Quando a região vier seguida da letra z é a área média da região, por exemplo: Fz, Cz, Pz e Oz. A colocação dos eletrodos, demonstrada na Figura 4, segue o sistema internacional 10-20 que se refere a um padrão de colocação dos eletrodos que utiliza marcas anatômicas para demarcar a colocação e distância entre eletrodos.

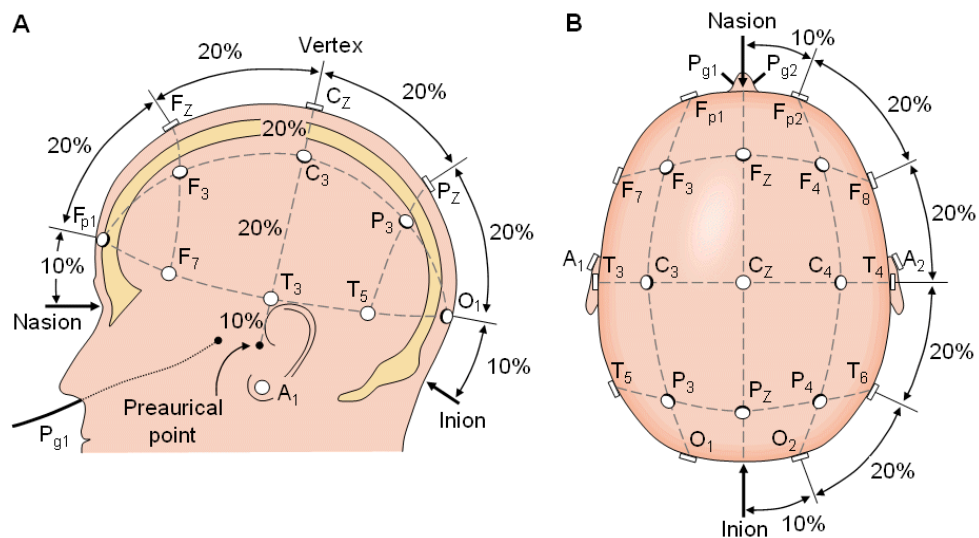


Figura 4: Sistema Internacional 10-20 visão do lado esquerdo (A) e do topo (B)
Fonte: [BARTOŠOVÁ, 2008]

A atividade rítmica no córtex é caracterizada por sua frequência, que é a taxa na qual uma onda se propaga dentro de um segundo; que é medida em Hertz ((Hz) ciclos por segundo). O EEG permite monitorar, identificar e classificar sinais bioelétricos eletrofisiológicos em faixas de frequências, ou bandas de atividades, relacionadas aos estados de vigília e não-vigília, e estão demonstradas no Quadro 1 (Pfurscheller, 1997 e Mackay, 1997).

Designação do Ritmo	Faixa de Frequência	Atividade
Delta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ menor que 3,5 Hz ▪ amplitude alta: maior que 50 μV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante sono profundo
Teta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 4 a 7,5 Hz ▪ amplitude média: 50 μV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vigília com estado de atenção forçada (concentração); ▪ Resolução de problemas lógicos, cálculos matemáticos e processamento de memórias.
Alfa	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 8 a 13 Hz ▪ amplitude média: 50 μV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Durante vigília e relaxamento
Beta	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 14 a 40 Hz ▪ baixa amplitude: menor que 30 μV 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vigília com estado de atenção
Gama	40 a 100 Hz	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Fenômeno de Sincronização – processo de aprendizagem ▪ Estado de programação motora: transmissão de informações corticais antes do evento motor acontecer

Quadro 1 - Frequências do espectro do sinal cerebral
 Fonte: [NIEDERMEYER. SILVA, 1993].

Baseado no seu modelo de conectividade, que tem como pressuposto central que o aumento na performance da memória está relacionado com o aumento na velocidade de processamento, Klimesch (1996) demonstra evidências científicas de que o ritmo alfa está relacionado com a performance de memória. A literatura trás inúmeros estudos que relacionam o ritmo alfa à eficiência neural (Haufler et al., 2000, Deeny et al., 2003 e Hatfield et al., 2004). A atividade alfa é importante nas pesquisas em aprendizagem motora porque pode indicar se houve ou não aprendizado, ao demonstrar a melhora na performance do sujeito quanto este passa a apresentar maior oscilação no ritmo alfa na execução da tarefa avaliada. Os estudos citados anteriormente utilizaram o EEG na investigação da dinâmica cortical cerebral em atiradores experts comparados com novatos. Os resultados apontaram para um aumento global na atividade alfa dos experts, que indica uma diminuição na atividade cortical (relativa à eficiência neural). Os experts

apresentaram menor ativação cortical na região temporal esquerda em relação ao que normalmente é observada na região temporal direita. Tal assimetria não foi encontrada em novatos. Finalmente, tais mudanças EEG são específicas da execução da habilidade aprendida, não ocorrendo em testes onde a tarefa cognitiva executada foi igualmente familiar aos dois grupos.

Ressalta-se a importância da banda Gama relacionada aos processos sensoriais e cognitivos do controle motor, relacionada tanto em modelo animal como em modelo humano na literatura. Dentre as funções descritas, está a de construir bloqueios para evitar a perda de atenção seletiva necessária para o aprendizado do controle motor (Mackay1997). A banda de frequência gama tem sido explorada para compreender seu papel na dinâmica oscilatória cortical. Acredita-se que oscilações da banda gama proporcionam um mecanismo para ligação de elementos corticais funcionalmente relacionados, como: atenção, memória, planejamento motor, integração sensoriomotora e cognição (Minc et al. 2010). Dados recentes demonstram através de modelos sinápticos que o ritmo gama desempenha importante papel nos processos de memória e indução do disparo neuronal temporal-dependente.

Estudos com *neurofeedback* (técnica que permite ao indivíduo controlar a própria atividade cerebral) sugerem a associação positiva entre atividade teta e memória de trabalho (também conhecida como memória de curto prazo) e também, entre atividade do ritmo sensoriomotor (RSM), processamento da atenção e MCP. Baseados em pesquisas que demonstraram que a MCP utiliza o córtex posterior de associação, envolvido no armazenamento de informação sensorial, e o córtex pré-frontal, que atualiza essa informação, Vernon et al. (2003) propuseram que essas duas regiões seriam conectadas pela atividade teta. O treinamento da atividade teta se denomina *Teta neurofeedback* e tem o objetivo de melhorar a MCP. Neste mesmo estudo foi sugerido que a atividade do RSM estaria diretamente relacionada com o processamento da atenção e que o treinamento desse ritmo facilitaria o aprendizado. O RSM é caracterizado por uma atividade rítmica nas regiões centrais (equivalentes às áreas sensoriomotoras do encéfalo) com uma frequência entre 12-15 Hz. O aparecimento da atividade RSM está diretamente relacionado a melhores níveis de processamento de atenção e de MCP. O nível de atenção aos estímulos está diretamente relacionado com a aprendizagem motora.

Cada estudo apresenta algumas particularidades metodológicas de investigação do EEG de uma tarefa específica (Luft e Andrade 2006). O EEG tem muitos canais e permite muitas montagens e derivações diferentes. Normalmente, o objetivo de cada

estudo define a montagem, a derivação e a frequência a ser analisada. A maioria dos estudos investiga o EEG pela frequência espectral (teta, alfa, beta, gama) através da comparação de pares homólogos de eletrodos, hemisférios ou entre grupos com diferentes graus de habilidade. Também é feita a análise da inferência cognitiva que tem sido utilizada para identificar os processos neurocognitivos inerentes às mudanças no EEG, e a técnica de coerência intereletrodo que analisa a comunicação corticocortical entre regiões topográficas específicas. Outra metodologia utilizada é ERP (*event-related-potentials*/potencial relativo à evento) que é a resultante dos potenciais elétricos de uma população de neurônios e consiste de uma série de ondas positivas e negativas que podem ser identificadas numericamente ou de acordo com sua latência. Segundo Luck (2005), os principais componentes da ERP são N1 (pico negativo em 100ms), P2 (pico positivo em 200ms), N2 (pico negativo em 200ms) e P3(pico positivo em 300ms). Segundo Luft e Andrade (2006), o EEG é válido para mensurar o aprendizado motor e estudar diferentes estratégias cognitivas envolvidas no processo.

Hatfield et al (2009) formularam um modelo de eficiência motora, que postula essencialmente que: o refinamento da atividade cortical mais a atenuação da comunicação corticocortical supérflua com as regiões do encéfalo envolvidas com o planejamento motor, resultam em performances superiores. Especificadamente neste estudo comparando atiradores expert e novatos, foi percebida uma notável relação entre a atividade temporal e parietal no hemisfério esquerdo durante o período de preparação para o tiro, de tal forma, que o “relaxamento” (aumento na atividade do ritmo alfa) nessas regiões está relacionado à performance de alta qualidade.

Estudos com EEG sugerem que o papel potencial das áreas parietais é o de integrar informações sensoriais provenientes dos exteroceptores e proprioceptores. Juntamente com os sistemas motores centrais, as áreas parietais também contribuem para a transformação de informações sensoriais em comandos motores operacionais (Balbinot e Spíndola, 2008). A coerência espectral EEG tem sido interpretada como evidência de acoplamento funcional, troca de informações múltiplas, integridade das vias de conexão e coordenação funcional. A idéia básica que está por trás dessas definições, é que quando a atividade de duas áreas corticais está coordenada funcionalmente os ritmos eletroencefalicos dessas áreas demonstram inter-relação linear. Os processos perceptivos, cognitivos e motores estão associados com o circuito funcional paralelo dos ritmos EEG alfa e beta, como uma função da extensão e do tipo de rede neural engajada (Pfurtscheller e Silva, 1999).

Uma das limitações da técnica de EEG na investigação de estratégias cognitivas envolvidas em habilidades motoras é o fato do registro do equipamento ser muito sensível ao movimento do indivíduo. Uma forma de se evitar essa limitação é a modelação do experimento baseado na teoria de simulação motora.

A possibilidade de acessar experimentalmente estados cognitivo-mentais caracterizados pela ausência de ação externa representa uma grande possibilidade para as neurociências (Jeannerod 2001). No campo da cognição motora humana, percebeu-se que a ação motora envolve uma etapa interna (cognitivo-mental). Esta etapa interna é uma representação do futuro, que inclui o objetivo da ação, os meios para alcançá-lo e suas consequências sobre o organismo e o mundo externo. Etapas internas e externas representam, portanto um contínuo, de modo que cada ação executada implica na existência de uma etapa interna, enquanto que etapas internas não acabam necessariamente tornando-se ações externas. A ativação do sistema motor durante as etapas internas é um pré-requisito para a teoria da simulação: é o que dá ao estado cognitivo-mental seu conteúdo motor. Sendo assim, a ação simulada é definida como a representação interna da programação motora sem a presença do movimento externo.

Rizzolatti e Graighero (2004) afirmaram a existência de uma estreita correlação entre os padrões de atividade neurais mensurados enquanto observa-se, imagina-se ou pratica-se um ato. Roth et al. (1996) demonstraram inequivocamente, através de ressonância magnética funcional, que os pixels ativados resultantes da contração de um grupo muscular são também ativados durante a imaginação de movimentos que envolvam o mesmo grupo muscular. Gerardin et al. (2000) demonstraram que a ativação do córtex motor primário durante imagens motoras apresentou 30% do nível observado durante a execução do movimento envolvido nas imagens. Hari et al. (1998), através de magnetoencefalografia, revelaram uma ativação significativa do córtex motor pré-central durante observação de movimentos. Na literatura, estudos demonstram a ativação do córtex pré-motor e de áreas associativas no córtex parietal e pré-frontal durante a simulação de movimentos (Dinesch et al., 2003; Wolpert et al., 1998).

Essas evidências corroboram com a importância da integração sensoriomotora para a aquisição e aperfeiçoamento de habilidades motoras específicas e indicam um caminho para a investigação de possíveis diferenças no processamento cortical entre indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas.

4 Problema

Indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas apresentarão padrões diferenciados de processamento cortical quando comparados em tarefas relativas aos seus treinamentos?

5 Hipóteses

Baseado na ideia de que indivíduos com habilidades percepto-motoras distintas apresentam processamentos corticais distintos, as seguintes hipóteses foram formuladas:

1. Bailarinas e as jogadoras de vôlei deverão apresentar diferenças na ativação neural nas tarefas de dança relativas ao processamento cortical ao longo do tempo, ao número de elementos neuronais evocados e quanto ao principal ritmo oscilatório, representando diferenças no processamento cortical.
2. Bailarinas e as jogadoras de vôlei deverão apresentar diferenças na ativação neural nas tarefas de vôlei relativas ao processamento cortical ao longo do tempo, ao número de elementos neuronais evocados e quanto ao principal ritmo oscilatório, representando diferenças no processamento cortical.
3. Bailarinas e as jogadoras de vôlei deverão apresentar diferenças na ativação cortical nas tarefas de imaginação de ação do gesto salto alternando pés e salto com dois pés, relativas ao processamento cortical ao longo do tempo, ao número de elementos neuronais evocados e quanto ao ritmo oscilatório predominante, representando diferenças no processamento cortical.

6 Materiais e métodos

6.1 Definição operacional das variáveis

6.1.1 Variáveis independentes

- Treinamento em dança: alunas de ballet clássico que tenham completado o curso básico.
- Treinamento em voleibol: jogadoras de vôlei de alto rendimento.

6.1.2 Variáveis dependentes

- Sinais EEG: média de energia demandada durante a tarefa cognitiva; magnitude e respectiva frequência das ondas eletroencefálicas evocadas pelas tarefas do experimento, registradas por EEG em diferentes intervalos de tempo (relativos a cada tarefa). Esses parâmetros foram obtidos através da aplicação de modelos matemáticos (Transformadas rápida (FFT) e discreta (DFT) de Fourier) e foram interpretados como medidas de esforço cognitivo dos indivíduos, representando o padrão de processamento cortical (integração sensoriomotora) dos indivíduos com diferentes habilidades percepto-motoras.

6.1.3 Variáveis intervenientes

- Ruídos intrínsecos: A fim de evitar imprecisões de montagem e calibração do equipamento EEG utilizado para as coletas de sinal, foi executado um procedimento de calibração do equipamento antes de cada coleta, utilizando o circuito calibrador do EEG, que foi previamente aferido por um osciloscópio Tektronix 60 MHz.
- Ruídos extrínsecos: ondas eletromagnéticas e/ou eletrostáticas presentes no ambiente de coleta capazes de interferir na qualidade do sinal captado, diminuindo assim, a confiabilidade dos dados coletados. Para minimizar esses ruídos, as coletas foram realizadas dentro de uma gaiola de Faraday, que reduz o ruído eletromagnético em torno de 70 % do sinal original. A aquisição dos dados para o experimento foi realizada na sala do Laboratório de Biosinais, dentro de um ambiente isolado de ruídos eletromagnéticos, sem ruídos audíveis, nem outros estímulos que poderiam distrair o participante do objetivo do experimento.
- Impedância dos eletrodos: A coleta do sinal EEG é realizada através de eletrodos que entram em contato com a pele através de gel a base de água. Foi respeitado o prazo de validade tanto do gel quanto dos eletrodos para a aquisição dos dados. Foi efetuado procedimento de limpeza da superfície de contato com o gel, pois a sudorese é um fator que pode causar impedância entre a superfície e eletrodo gerando perda do sinal. Assim, para cada coleta foi realizada a limpeza da superfície de contato com os eletrodos, limpeza dos eletrodos e substituição do gel utilizado.
- Estado comportamental do sujeito de pesquisa: As condições neurológicas e fisiológicas do sujeito podem estar alteradas devido à: estado de ansiedade, de sono, de fome, uso de algum tipo de droga, sudorese, ciclo menstrual, etc. Antes de cada

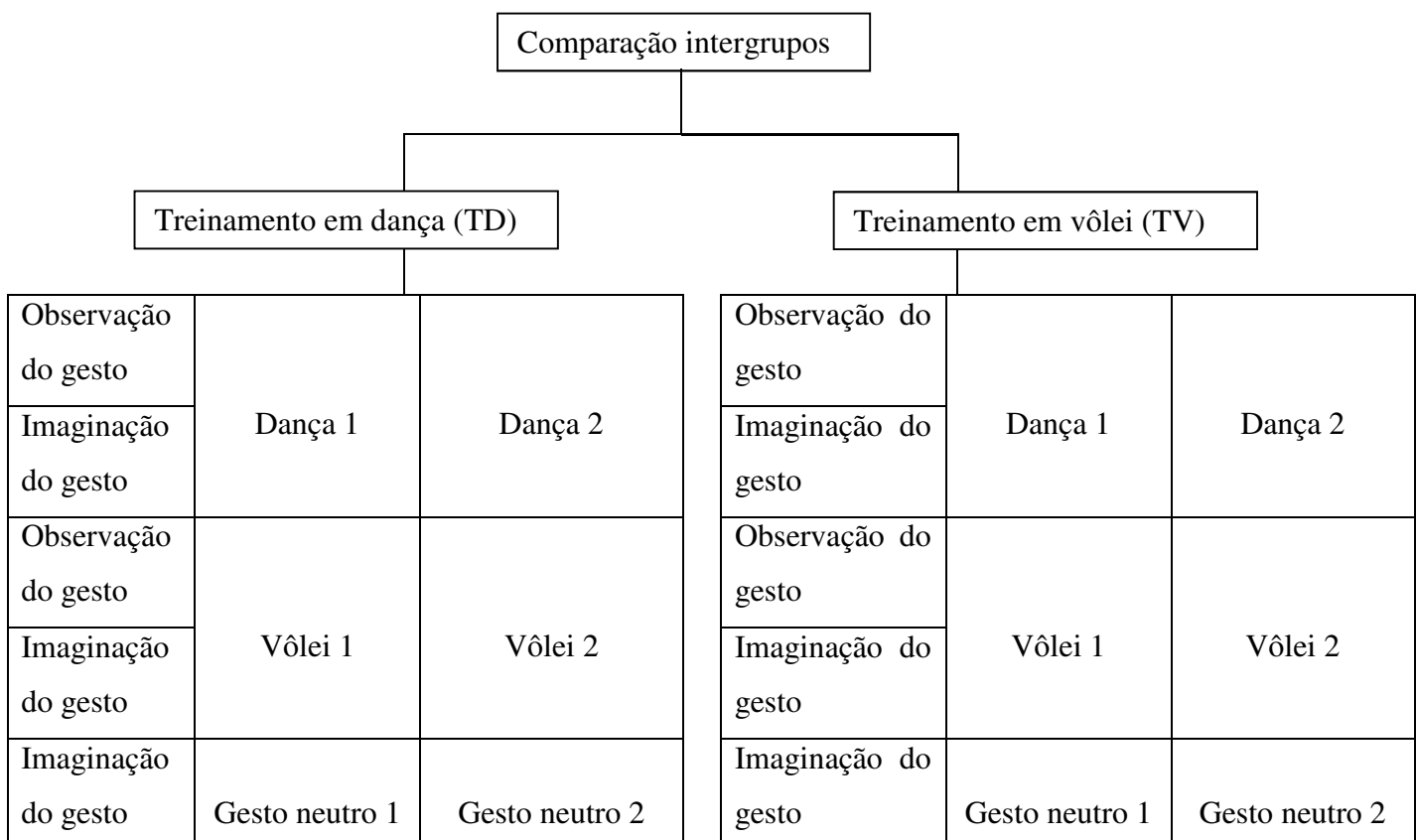
coleta, foi verificado o estado comportamental do sujeito em relação aos estados acima citados através da aplicação do questionário investigativo (Anexo 2).

6.2 Delineamento

O presente estudo é do tipo *Ex-post-facto* de corte transversal, no modelo descritivo comparativo entre grupos treinados. Os dados foram coletados na Universidade de Caxias do Sul (UCS), Campus da Região dos Vinhedos (CARVI) em Bento Gonçalves. As demais etapas do estudo foram conduzidas no Laboratório de Pesquisa do Exercício (LAPEX) da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Todos os participantes foram informados dos procedimentos da pesquisa e assinaram um termo de consentimento livre esclarecido (Anexo 4) antes da submissão ao protocolo da coleta, o qual foi aprovado por meio do ofício CEP/FUCS - 01/2008 (Anexo 3).

6.3 Desenho experimental

A fim de atingir o objetivo do estudo, o seguinte desenho experimental foi adotado:



6.4 Participantes

A amostra do presente estudo foi intencional e composta por 14 indivíduos do sexo feminino, divididas em dois grupos, que preencheram os critérios de inclusão com idade entre 18 anos e 29 anos. De acordo com Haywood e Getchell (2010) esta é uma faixa etária onde os indivíduos provavelmente atingiram a maturação dos sistemas musculoesquelético, endócrino e nervoso. Os sujeitos da pesquisa foram alunas da escola *Ballet Vera Bublitz* de Porto Alegre para o grupo com treinamento em dança, e do time de vôlei feminino adulto do Grêmio Náutico União e Univates para o grupo com treinamento em vôlei.

6.4.1 Aspectos éticos

Esta pesquisa atendeu a resolução 196/96 do Conselho Nacional de Saúde a qual aprova as diretrizes e normas regulamentadoras de pesquisas envolvendo seres humanos e que assegura aos indivíduos quatro preceitos éticos básicos: a autonomia, para participar da pesquisa o indivíduo consentiu e teve liberdade para desistir a qualquer momento do estudo; a não maleficência, qualquer dano previsível foi evitado; a beneficência, ponderação de riscos e benefícios para o então comprometimento com o máximo de benefícios e o mínimo de danos e riscos; justiça, a pesquisa apresenta relevância social e os indivíduos envolvidos tiveram igualdade na consideração de seus interesses.

6.4.2 Critérios de inclusão:

- Treinamento em dança: Alunas que pratiquem 3h 3x por semana, com pelo menos 9 anos de prática
- Treinamento em vôlei: Atletas de alto rendimento integrantes do time de vôlei feminino adulto do Grêmio Náutico União e da Universidade Univates.

6.4.3 Critérios de exclusão:

- Treinamento em dança: bailarinas que já tivessem praticado ginástica rítmica.
- Treinamento em vôlei: jogadoras de vôlei que já tivessem praticado ballet
- Indivíduos com qualquer patologia de origem neurológica, assim como patologias osteomusculares em fase aguda.

6.5 Instrumentos de pesquisa:

Foi utilizado para a aquisição de dados o equipamento de eletroencefalografia desenvolvido no laboratório de Biosinais do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Caxias do Sul (UCS), Campus da Região dos Vinhedos (CARVI) em Bento Gonçalves, Centro de Ciências Exatas, da Natureza e Tecnológicas (CENT). O *hardware* do eletroencefalógrafo foi desenvolvido por professores pesquisadores e bolsistas vinculados ao projeto de pesquisa intitulado “*EEG: uma ferramenta para análise de sinal cognitivo*” institucionalizado na UCS e apoiado pelo Programa BIC_UCS (bolsa de Iniciação Científica da Universidade de Caxias do Sul).

6.5.1 Partes integrantes do equipamento de eletroencefalografia em hardware:

- Touca - para a aquisição do sinal foi utilizado um sistema de touca com eletrodos pré-fixados (capuz com 24 eletrodos) no sistema internacional 10-20% (Sistema Jasper), conforme aparece na Figura 5 e sistema adaptador de impedâncias com cabos blindados; os eletrodos foram fixados com gel condutor a base de água ao couro cabeludo (este procedimento permite normatizar a coleta e assegura melhor qualidade na aquisição dos dados).

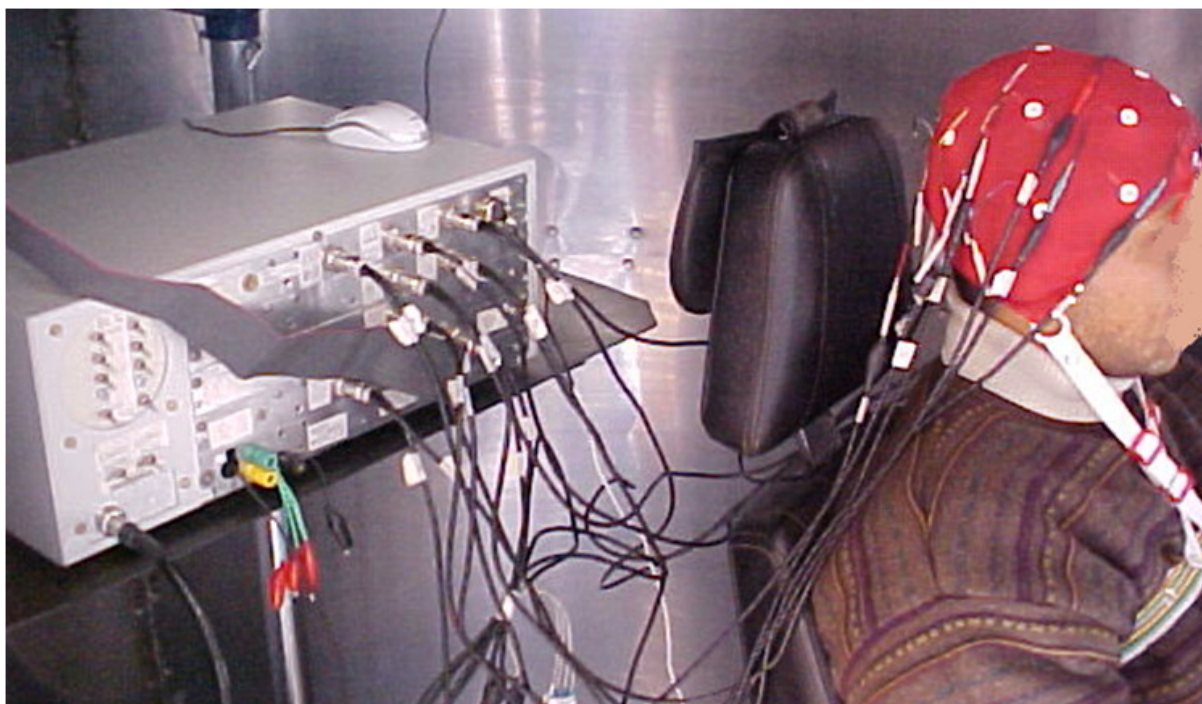


Figura 5- Equipamento EEG desenvolvido no Laboratório de Biosinais UCS

Fonte: Arquivo de imagens do Laboratório de Biosinais da UCS.

- Sinal de referência - circuito calibrador responsável pela aferição dos sinais capturados por cada canal do equipamento; este sistema injeta uma corrente elétrica pré-estabelecida e igual a todos os amplificadores simultaneamente (cada canal de aquisição possui um circuito amplificador) e permite testar todo o sistema, garantindo sinais de saída com mesmo nível de amplitude;
- Canal do EEG – cada canal possui um conjunto de circuitos amplificadores com ganho total de até 20000 vezes, que permite amplificar os sinais cerebrais de pequena amplitude (microvolts - μV); o sistema é constituído de um amplificador de instrumentação com ganho de 12,4x, um amplificador com ganho ajustável entre 2 a 101x e ainda o ganho do amplificador do filtro ajustado em 84x; cada canal tem duas entradas referenciadas em um único ponto (Ground do sistema) e configuradas no modo monopolar; o filtro de cada canal é um tipo passa alta com frequência de corte (f_c) de 0,01Hz, que eliminam o sinal DC (sinal constante de frequência igual a 0 Hz) conforme Figura 6 e
- Placa de conversão de 16 bits da National Instruments (PCI-MIO-16E-1), utilizada como conversor analógico-digital (ADC).

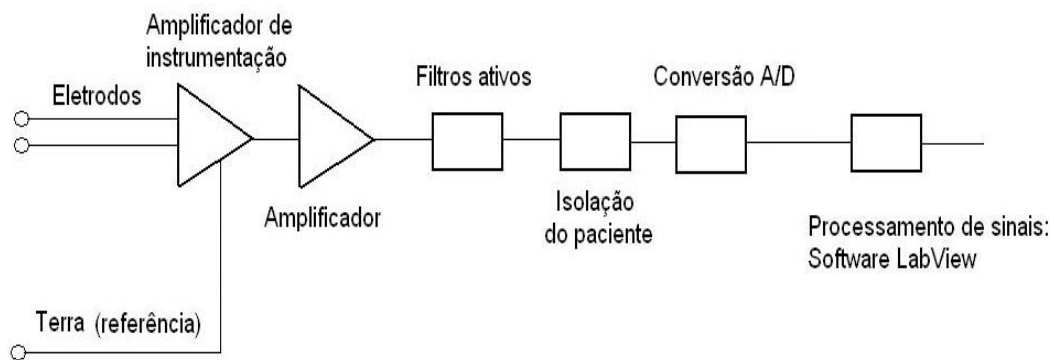


Figura 6: Esquema do Canal do EEG desenvolvido no Laboratório de Biosinais UCS
Fonte: Spindola (2010)

6.5.2 Partes integrantes do equipamento de eletroencefalografia em software:

- Sistema de aquisição e processamento dos sinais: sistema LabVIEWⁱ8.0;
- Interface gráfica para visualização e programação pelo usuário conforme apresentado na Figura 7.

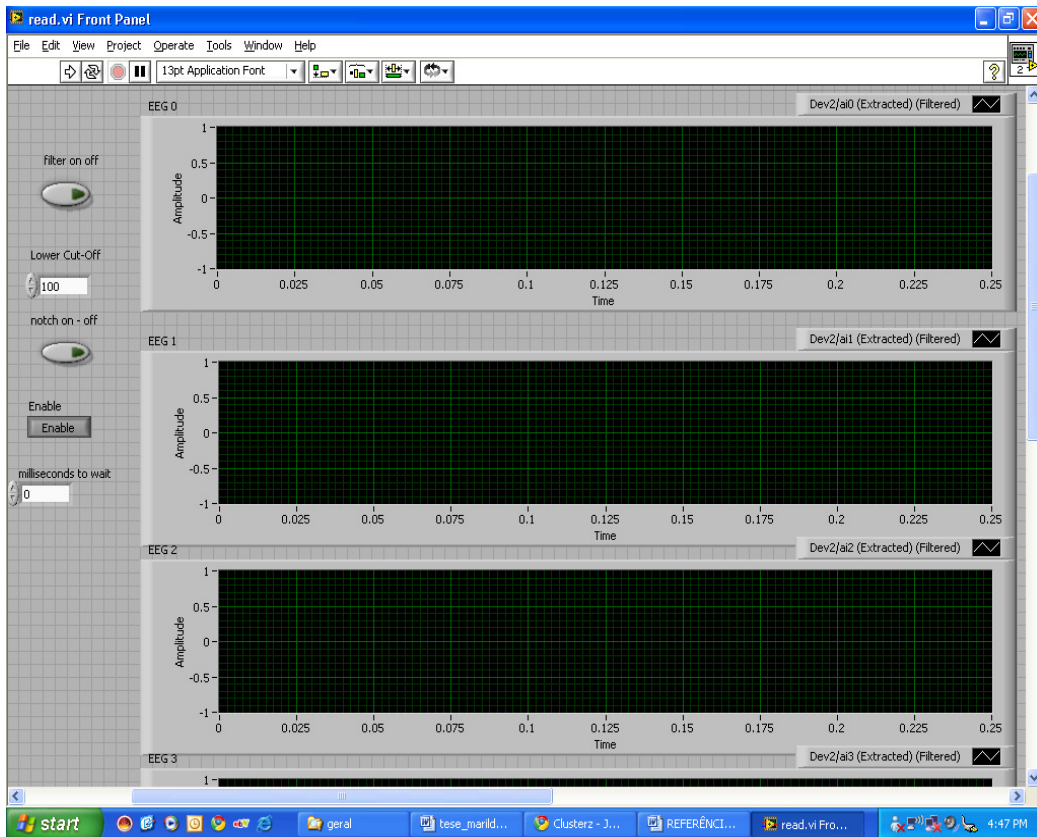


Figura 7: Interface gráfica para visualização e programação no LabVIEW v8.0
Fonte: Spindola (2010)

O número de canais utilizados em equipamentos de eletroencefalografia para coleta de sinal elétrico, em sistemas de avaliação de saúde (equipamentos comerciais) costuma variar entre 24 a 256, mas para pesquisas onde os pontos de interesse estão pré-identificados no escalpo, um número reduzido é aconselhado de acordo com LUCK (2005). No projeto do eletroencefalógrafo desenvolvido na UCS_CARVI são utilizados 08 canais permitindo uma pesquisa simultânea da atividade elétrica em regiões diferentes do encéfalo. Todas as alterações no traçado do eletroencefalograma foram capturadas, mas os artefatos relacionados com a contração muscular do piscar de olhos e movimentos da face, pescoço e musculatura temporal foram excluídos durante o tratamento do sinal para as análises posteriores.

6.5.3 Gaiola de Faraday

Gaiola de Faraday: é uma blindagem eletromagnética, ou seja, uma superfície condutora que envolve uma dada região do espaço e que pode, em certas situações, impedir a entrada de perturbações produzidas por campos eletrostáticos e/ou eletromagnéticos externos.

A Figura 8 mostra a imagem da gaiola desenvolvida pelos projetistas do Curso de Física, Engenharia Mecânica e Engenharia Elétrica da Universidade de Caxias do Sul, Campus Universitário da Região dos Vinhedos – UCS_CARVI.



Figura 8: Ambiente com conceito de Gaiola de Faraday desenvolvido no Laboratório de Biosinais UCS_CARVI
 Fonte: Spindola (2010)

6.6 Procedimentos de coleta

Após leitura, esclarecimentos e assinatura do TCLE (Termo de Consentimento Livre e Esclarecido) aprovado pelo Comitê de Ética e familiarização com os procedimentos da coleta, os indivíduos responderam ao questionário investigativo (anexo 2) para identificar comportamento relativo ao uso de medicamentos lícitos ou não, ingestão de café, álcool ou fumo no período anterior a coleta, dominância de membro superior e o estado emocional. Após esses procedimentos, os indivíduos da pesquisa foram conectados a 08 eletrodos representados na Figura 9 (C3, C4, Cz, P3, P4, Pz, F3, F7, além dos dois eletrodos auriculares) aderidos ao escalpo através da touca.

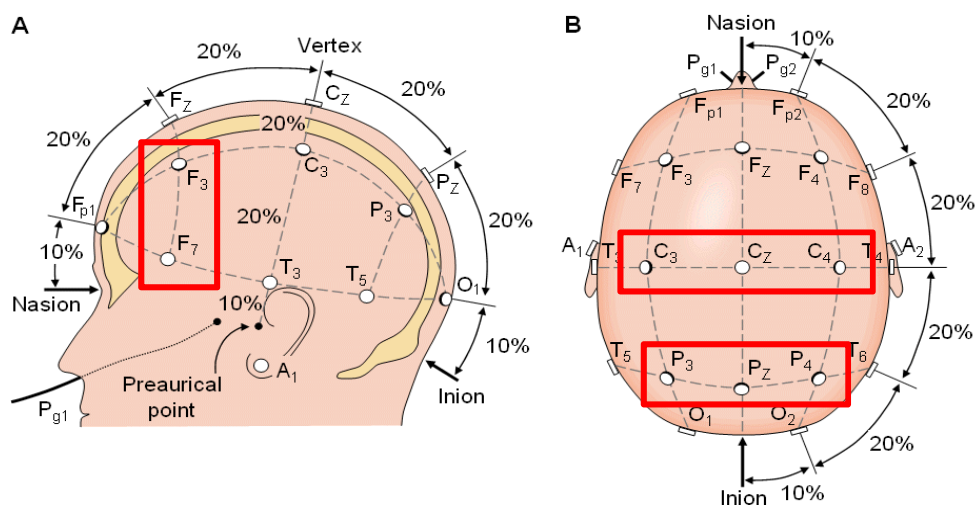


Figura 9: Representação dos pontos coletados no escalpo.

Fonte: Sistema Internacional 10-20 visão do lado esquerdo (A) e do topo (B) [BARTOŠOVÁ, 2008]

Os pontos C3, C4 e Cz representam o córtex motor primário que está funcionalmente relacionado à preparação e execução motora, (Minc et al., 2010). O ponto F3 representa a área motora suplementar (SMA) no hemisfério esquerdo, sendo descrita na literatura como uma área envolvida com a preparação e inicialização de movimentos complexos (Freund e Hummelshein, 1984). O eletrodo fixado no ponto F7 capta a atividade de parte da população neuronal localizada no córtex pré-motor esquerdo. Estudos utilizando HRP revelaram que o córtex pré-motor não envia apenas projeções para o trato corticospinal, mas também, envia projeções para o tronco encefálico originando o sistema de projeções descendentes (Chouinard e Paus, 2006). Os pontos P3, P4 e Pz captam a atividade de parte da população neuronal do córtex parietal superior (Serrien et al., 2002). Estudo com o uso de fMRI investigando os mecanismos neurais envolvidos na ação guiada interna e externamente, demonstrou que a região captada por esses pontos mostrou uma maior ativação quando em tarefas onde o estímulo visuoespacial impõe restrições à seleção de resposta (Van Eimeren et al., 2006).

Os indivíduos foram convidados a sentarem-se numa cadeira com encosto para tronco e cabeça, posicionada em frente a uma tela de monitor de 15", a uma distância de aproximadamente 90 cm. Os indivíduos e os sistemas de captação dos sinais EEG ficaram acondicionados dentro da gaiola de Faraday com todo o ambiente interno isolado eletricamente do meio externo. Neste momento foi feita a conexão aos sistemas de captação dos sinais e verificação dos mesmos. A fim de aumentar a confiabilidade dos dados, os procedimentos acima descritos, foram executados sempre pelo mesmo operador. Com o mesmo propósito, as coletas foram realizadas controlando a luminosidade e temperatura do ambiente e sempre no período vespertino evitando as alterações ocorridas no sinal EEG em decorrência do período do dia, de acordo com orientações sugeridas por Luck (2005).

Primeiramente os indivíduos foram orientados a permanecerem tranquilamente acomodados, sentados de maneira o mais confortável possível e de olhos fechados, para captação dos sinais de base (coleta realizada em estado de repouso durante cinco minutos antes da realização das tarefas). Esses sinais de base foram utilizados para normalização dos dados. Para qualificar o sinal, foi realizado um teste durante a coleta do sinal de base que consiste em solicitar ao participante que pisque com frequência, que abra e feche a boca e que por fim mantenha o estado de repouso para a gravação do sinal de base. Logo após, os indivíduos assistiram a vídeos contendo imagens de gestos específicos dos dois treinamentos. Foram quatro vídeos com duração por volta de 20 segundos cada contendo as seguintes cenas:

uma jogadora de vôlei executando uma recepção simples de bola (Vôlei 1); uma jogadora de vôlei executando uma recepção complexa de bola (Vôlei 2); uma bailarina executando um giro simples sobre um pé (Dança 1) e uma bailarina executando um giro complexo sobre um pé (Dança 2). Cada vídeo era seguido de instruções para que o indivíduo fechasse os olhos e se imaginasse executando o gesto assistido. O início e o término deste período de imaginação motora foram delimitados por sinais sonoros. As outras tarefas consistiram no indivíduo imaginar-se executando uma sequência de saltos alternando pés (gesto neutro 1) e imaginar-se executando uma sequência de saltos com dois pés (gesto neutro 2). Essas tarefas tiveram duração de aproximadamente 10 segundos e também foram delimitadas por sinais sonoros. Durante a familiarização foi solicitado aos indivíduos que executassem esses saltos como forma de garantir a sensação cinestésica para a posterior simulação motora (Neuper et al., 2005). A ordem das tarefas foi randomizada. O tempo total de preparação e coleta de dados foi de aproximadamente 50 minutos. Os indivíduos foram orientados previamente sob a necessidade de se absterem, durante as 24 horas que antecederam a coleta de dados, de fumar, ingerir bebidas alcoólicas, café, chás ou fazer uso de algum tipo de droga lícita ou ilícita.

Foi utilizado um filtro em cada canal do tipo passa alta com frequência de corte (f_c) de 0,01Hz, que eliminam o sinal DC. O sinal foi coletado com uma taxa de amostragem de 1000 Hz.

6.7 Análise de dados:

Para análise dos dados foi utilizado o *software* do eletroencefalógrafo desenvolvido pelos professores pesquisadores e bolsistas vinculados ao projeto de pesquisa intitulado “*EEG: uma ferramenta para análise de sinal cognitivo*” institucionalizado na UCS e apoiado pelo Programa BIC_UCS (Bolsa de Iniciação Científica da Universidade de Caxias do Sul).

As variáveis dependentes consideradas para o presente estudo foram os parâmetros de média de energia do sinal, amplitude do sinal no ritmo alfa e gama; e principal componente da frequência no ritmo alfa e gama. Esses parâmetros foram considerados como sendo o padrão de processamento cortical de cada indivíduo durante cada tarefa, e foram extraídos da ativação cortical (sinal EEG), através da aplicação de tratamentos matemáticos. Foram desenvolvidos pelos bolsistas do laboratório de biosinais *softwares* para: a) transformação dos dados brutos EEG em planilha Excel; b) correção de artefatos e, c) obtenção dos parâmetros do estudo:

➤ No domínio do tempo:

Média de energia do sinal (Joules/Hz): através da aplicação da transformada discreta de Fourier (DFT) calculou-se o módulo de área ao quadrado do sinal adquirido representando o esforço cognitivo do indivíduo durante a tarefa (Spindola, 2010);

Amplitude do sinal (μV): dado obtido diretamente sem necessidade de aplicação de tratamentos matemáticos. Representando o reflexo do número de elementos neuronais evocados pelas tarefas (Lazarey et al., 1998);

➤ No domínio da frequência:

Principal componente da frequência (Hz): através da aplicação da transformada rápida de Fourier (FFT) que possibilita analisar o espectro de frequência resultando no principal ritmo oscilatório no ponto coletado (Klimesch, 1996).

6.7.1 Seleção de trechos de interesse

Primeiramente, os arquivos gerados na coleta EEG foram transformados em planilha Excel através do software desenvolvido para o presente estudo. Cada coleta resultava em um arquivo contendo seis planilhas referentes a cada tarefa realizada pelo indivíduo. Essas planilhas continham a informação temporal, através da qual foi possível realizar a seleção dos trechos de interesse.

Os trechos de interesse para análise e obtenção dos parâmetros foram definidos como sendo o tempo de execução do gesto motor, durante a observação do gesto (momento 1), que foi de três segundos para todas as tarefas. Para a imaginação do gesto (momento 2), foi selecionado um trecho com a mesma duração que o gesto motor, dois segundos após o sinal sonoro para início da imaginação do gesto. Ficaram assim definidos os trechos de interesse: Vôlei 1 - do 3º ao 6º segundo; Dança 1 - do 3º ao 6º segundo; Vôlei 2- do 1º ao 4º segundo; Dança 2- do 4º ao 7º segundo; Gesto neutro 1- do 7º ao 10º segundo, e Gesto neutro 2 -7º ao 10º segundo.

6.7.2 Correção dos artefatos

Artefatos em EEG são definidos como todo potencial elétrico proveniente de outra fonte que não seja o cérebro, e as fontes biológicas mais comuns são as provenientes de movimento oculares e contrações musculares (Anghinah et al., 2006). Foi realizada uma

inspeção visual para detecção de artefatos, a qual tem sido referida na literatura como sendo superior a análise quantitativa para o reconhecimento de artefatos, porque preserva a visualização morfológica dos grafoelementos e deve ser feita obrigatoriamente no domínio do tempo, pois a sua correta identificação se perde no domínio da frequência.

A correção dos trechos que apresentaram artefatos foi feita através de software desenvolvido pelos bolsistas do Laboratório de Biosinais, que consistia na utilização de um segmento pertencente ao trecho de interesse (sem artefato) como referência de amplitudes máximas (positivas e negativas), substituindo as amplitudes excedentes nos trechos com artefato.

6.8 Análise Estatística

A análise estatística do presente estudo foi realizada no *software* SPSS 17.0. A esfericidade dos dados foi verificada por meio do teste de *Mauchly*.

Uma ANOVA de dois fatores para medidas repetidas foi utilizada para a comparação entre grupos (treinamento em dança/TD e treinamento em vôlei/TV) e os momentos (observação/M1 e imaginação/M2), nos três parâmetros (média de energia do sinal, amplitude e principal componente da frequência do sinal EEG), nas quatro tarefas relativas aos treinamentos (dança 1, vôlei 1, dança 2 e vôlei 2) em cada um dos oito pontos no escalpo (C3 / Cz / C4 / F3 / F7/ P3 / Pz / P4). Para a localização das diferenças foi utilizado um teste *post-hoc* de Bonferroni. Havendo interação entre os fatores, o teste U de Mann-Whitney foi utilizado na comparação entre os grupos, e o teste de Wilcoxon foi utilizado na comparação entre os momentos.

A comparação entre os grupos nas tarefas de gestos neutros 1 e 2 nos mesmos parâmetros e pontos no escalpo, foi realizada por meio do teste U de Mann-Whitney. O nível de significância adotado em todos os testes foi de $\alpha \leq 0,05$.

7 Resultados

Visando uma melhor compreensão os resultados foram separados por parâmetro e tarefas. Serão apresentados os pontos no escalpo onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e momentos em forma de Figuras. No anexo 1 estão descritos todos os resultados em forma de tabelas, inclusive as tabelas das análises posteriores às interações de fatores contento as comparações entre grupos e entre os momentos.

7.1 Media de energia do sinal

7.1.1 Dança 1:

No gesto dança 1, o parâmetro /média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

A Figura 10 apresenta as diferenças significativas entre os grupos encontradas nos pontos C3 ($p=0,008$), C4 ($p=0,004$), F3 ($p=0,04$) e F7 ($p=0,007$). O grupo TD apresentou sempre médias de energia do sinal superiores ao grupo TV, tanto no M1 quanto no M2, inclusive nos pontos do escalpo onde não foram encontradas diferenças significativas.

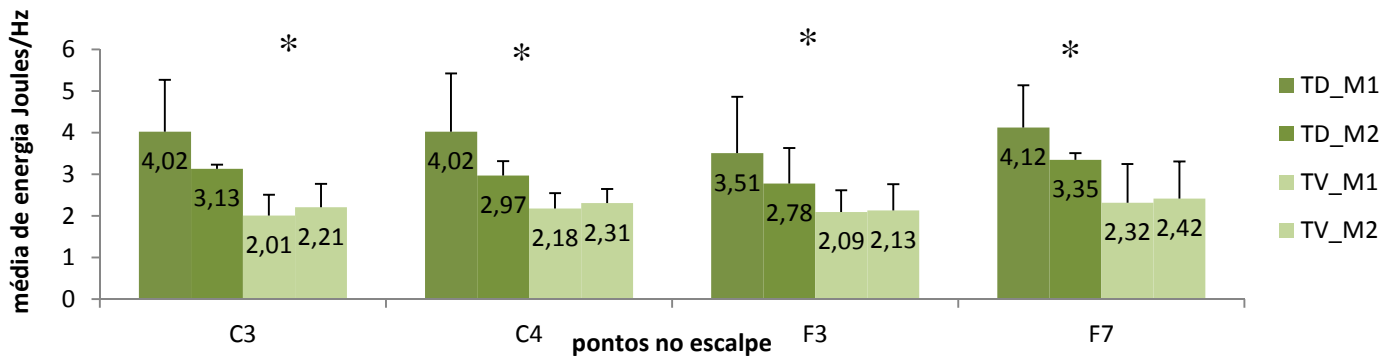


Figura 10: Média e DP da energia do sinal EEG em Joules/Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 1 nos pontos do escalpo onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.1.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro/média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). Os dados de EEG, obtidos na tarefa vôlei 1, apresentaram interação de fatores nos pontos P3, Pz e P4. Na Figura 11 estão apresentados os resultados das análises posteriores as interação de fatores, onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos nos pontos P3 ($p=0,02$) e Pz ($p=0,02$) no grupo TD.

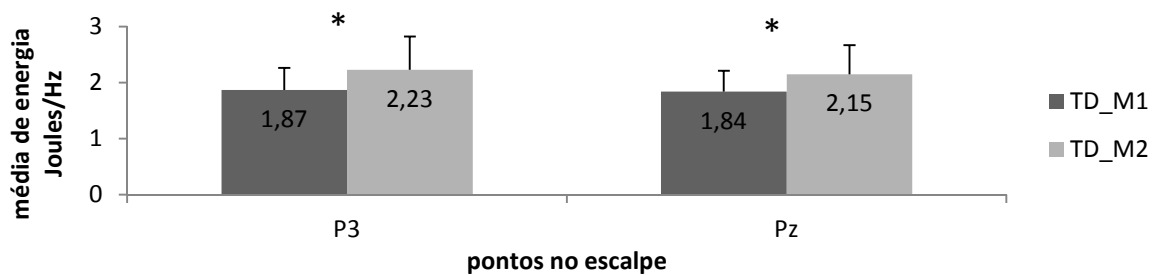


Figura 11 : média e DP da energia do sinal EEG em Joules/Hz, do grupo com treinamento em dança (TD) na tarefa vôlei 1 nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) nos pontos P3 e Pz onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por * ($p \leq 0,05$).

7.1.3 Dança 2

No gesto dança 2 o parâmetro/média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 12 apresenta as diferenças significativas entre os grupos encontradas nos pontos C3 ($p=0,003$), C4 ($p=0,02$) e F7 ($p=0,04$). O grupo TD apresentou sempre médias de energia do sinal superiores ao grupo TV, tanto no M1 quanto no M2, inclusive nos pontos do escalpo onde não foram encontradas diferenças significativas.

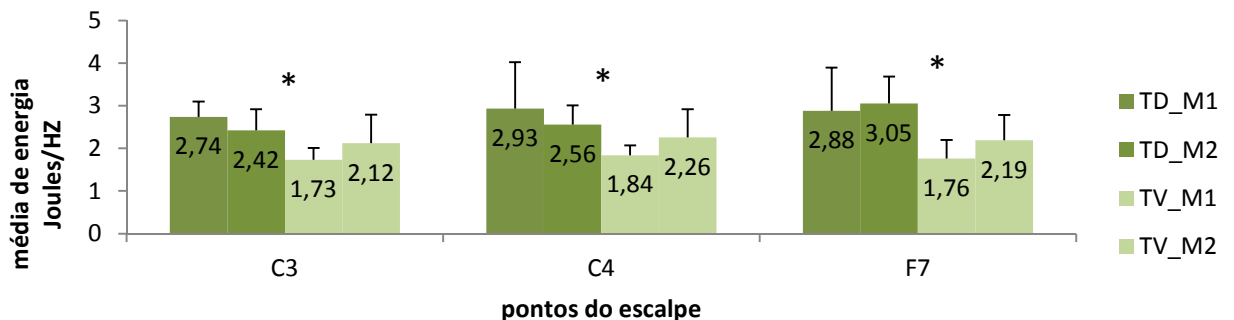


Figura 12: média e DP da energia do sinal EEG em Joules/Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 2 nos pontos do escalpo onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por * ($p \leq 0,05$).

7.1.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro/média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e momentos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.1.5 Salto Alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro/média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.1.6 Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro/média de energia do sinal, extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.2 Amplitude do sinal no ritmo Alfa

7.2.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 13 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os momentos nos pontos C3 ($p=0,03$), Cz ($p=0,006$), F3 ($p=0,006$), F7 ($p=0,009$), P3 ($p=0,01$), P4 ($p=0,01$) e Pz ($p=0,007$).

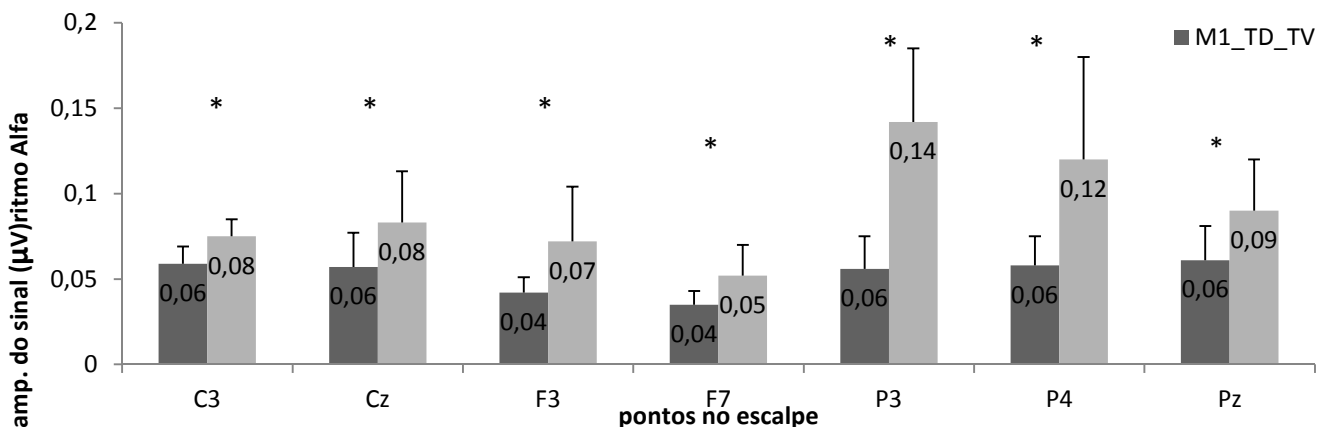


Figura 13: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 1 nos pontos do escalpo onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por *($p \leq 0,05$).

7.2.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 14 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os momentos nos pontos C4 ($p=0,01$), Cz ($p=0,03$), F3 ($p=0,007$), F7 ($p=0,004$), P3 ($p=0,04$) e P4 ($p=0,02$).

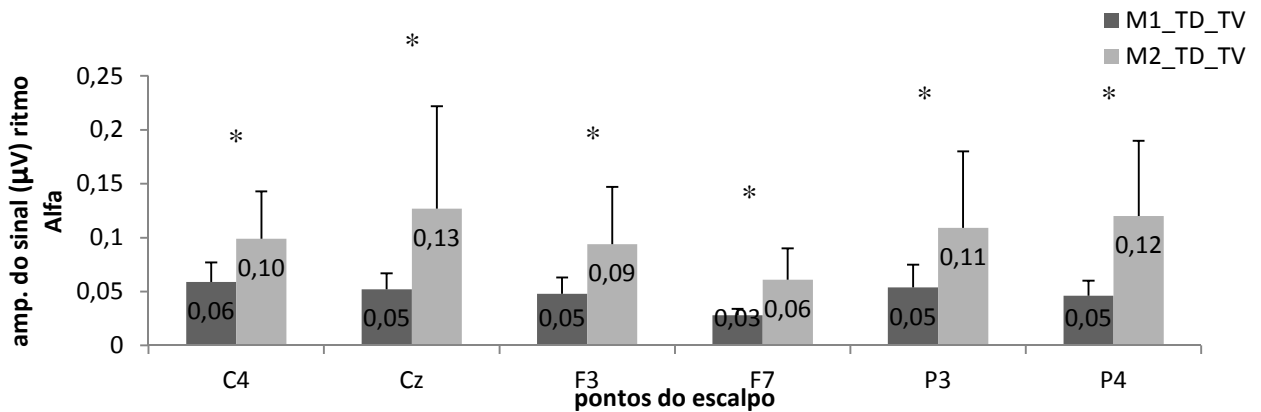


Figura 14 : média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 1, nos pontos do escalpe onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por *($p \leq 0,05$).

7.2.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 15 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os momentos nos pontos F7 ($p=0,02$) e P4 ($p=0,03$).

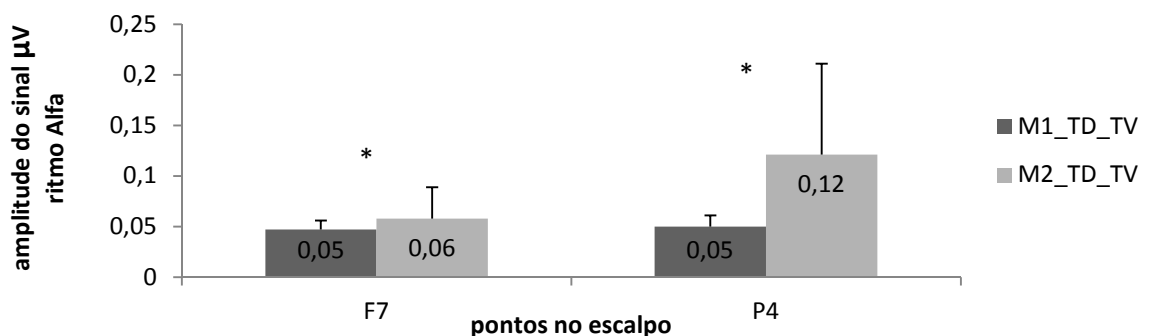


Figura 15: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 2, nos pontos do escalpe onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por *($p \leq 0,05$).

7.2.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 16 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os momentos nos pontos F3 ($p=0,01$), F7 ($p=0,03$), P3 ($p=0,01$), P4 ($p=0,008$) e Pz ($p=0,009$).

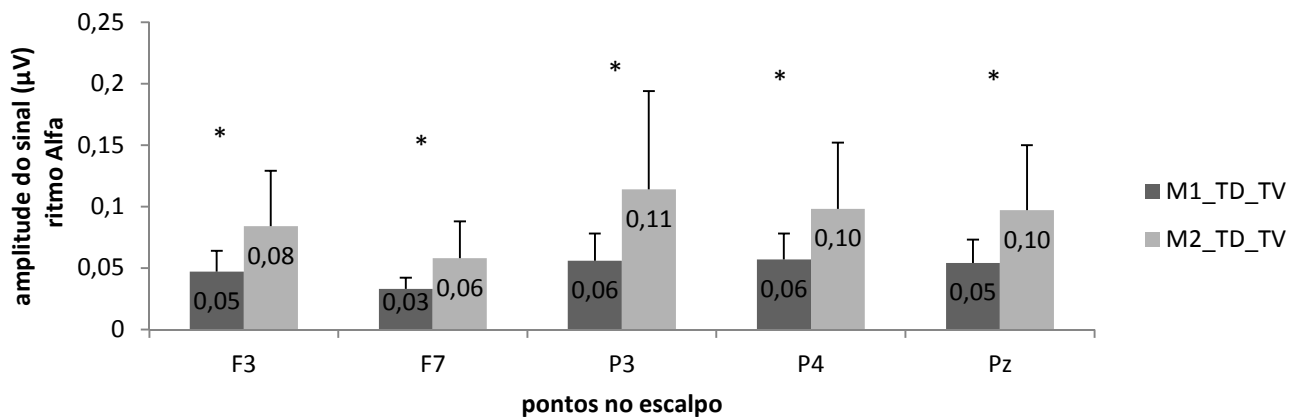


Figura 16: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 2, nos pontos do escalpo onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por * ($p \leq 0,05$).

7.2.5 Salto alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.2.6 Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.3 Principal componente da frequência no ritmo Alfa

7.3.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 17 apresenta a análise posterior à interação de fatores onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos no M1 no ponto F3 ($p=0,02$).

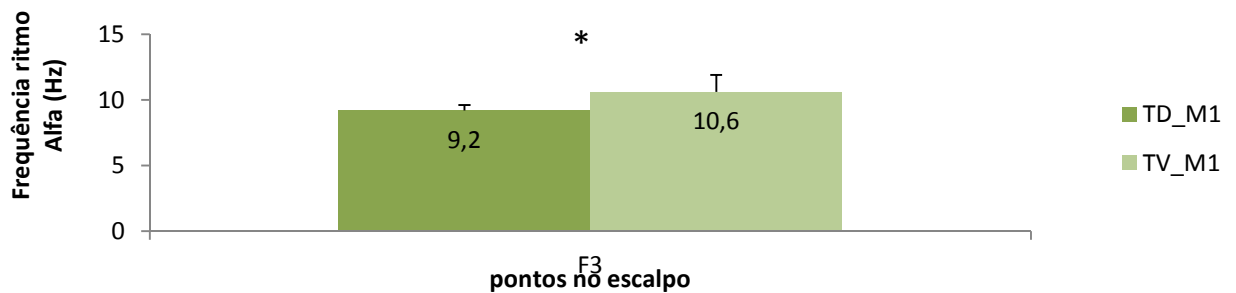


Figura 17: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo alfa em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) na tarefa dança 1, no ponto F3 onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos representado por $*(p\leq 0,05)$.

7.3.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 18 apresenta a diferença significativa encontrada entre os momentos nos pontos Cz ($p=0,03$) e P3 ($p=0,02$).

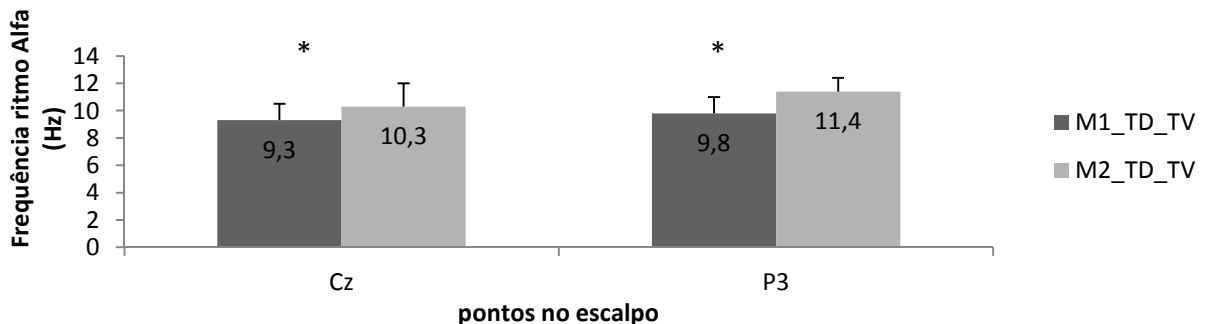


Figura 18: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo alfa em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e de imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 1, nos pontos onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos representado por $*(p\leq 0,05)$.

7.3.3 Dança 2

No gesto dança 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 19 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os grupos nos pontos C3 ($p=0,02$) e Cz ($p=0,03$).

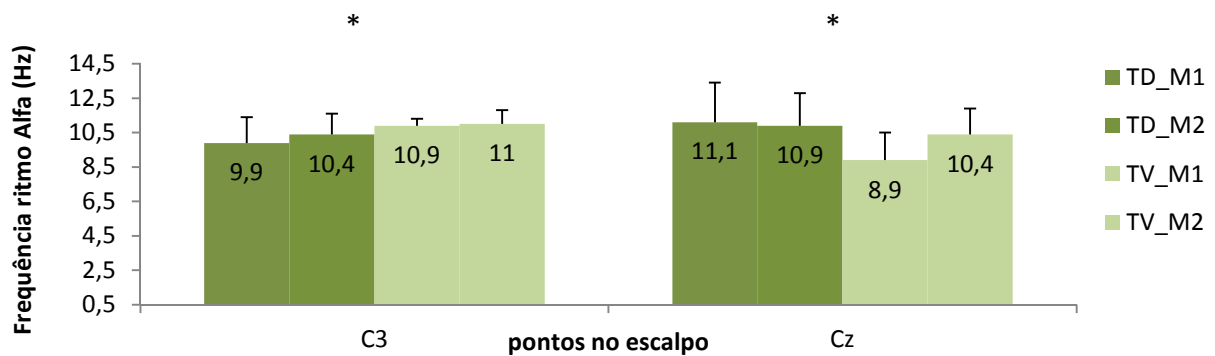


Figura 19: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG, no ritmo alfa, em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 2, nos pontos onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.3.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 20 apresenta a diferença significativa encontrada entre os grupos nos pontos C3 ($p=0,03$).

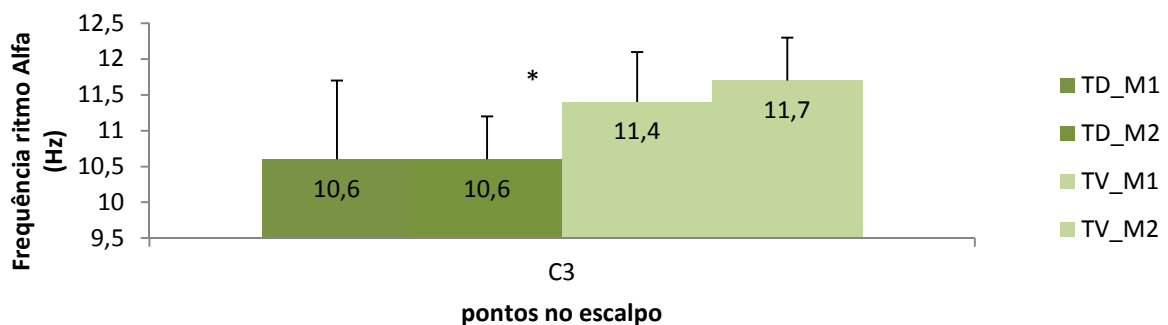


Figura 20: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo alfa em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 2, no ponto C3 onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.3.5 Gesto Neutro 1

No gesto neutro 1 (salto alternando pés) o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. A Figura 21 apresenta a diferença significativa encontrada entre os grupos no ponto C4.

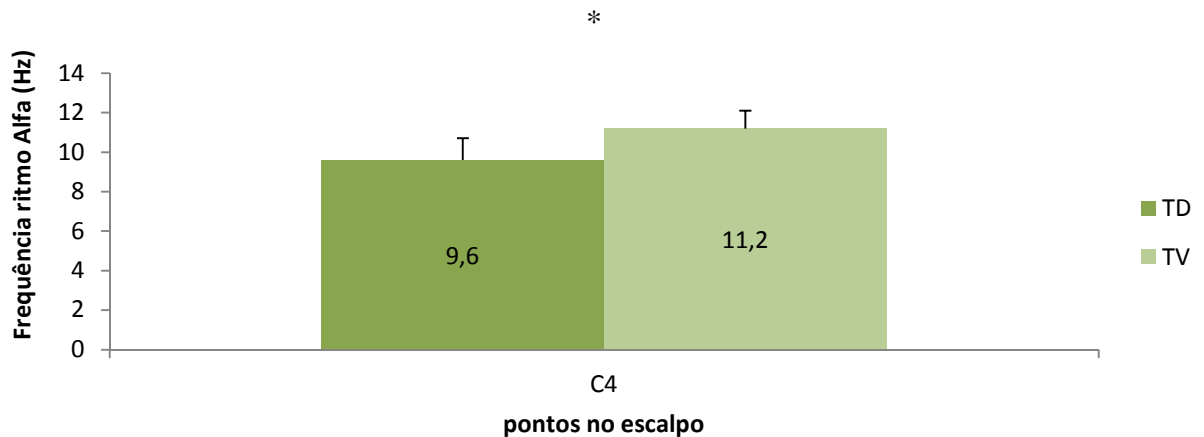


Figura 21: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo alfa em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) na tarefa salto alternando pés, no ponto onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos, representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.3.6 Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.4 Amplitude do sinal no ritmo Gama

7.4.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 22 apresenta a diferença significativa encontrada entre os grupos no ponto C3 ($p=0,002$).

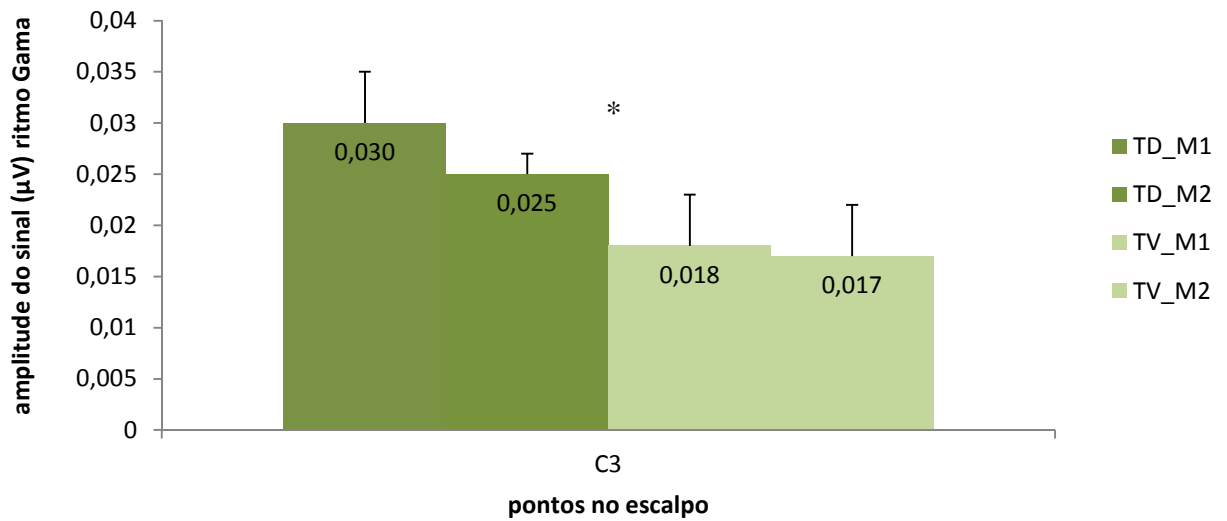


Figura 22: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama em (μV), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 1, no ponto C3 onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos e entre os momentos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.4.2 Vôlei 1:

No gesto vôlei 1 o parâmetro amplitude do sinal EEG no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 23 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os grupos no ponto C3 ($p=0,04$) e P3 ($p=0,02$).

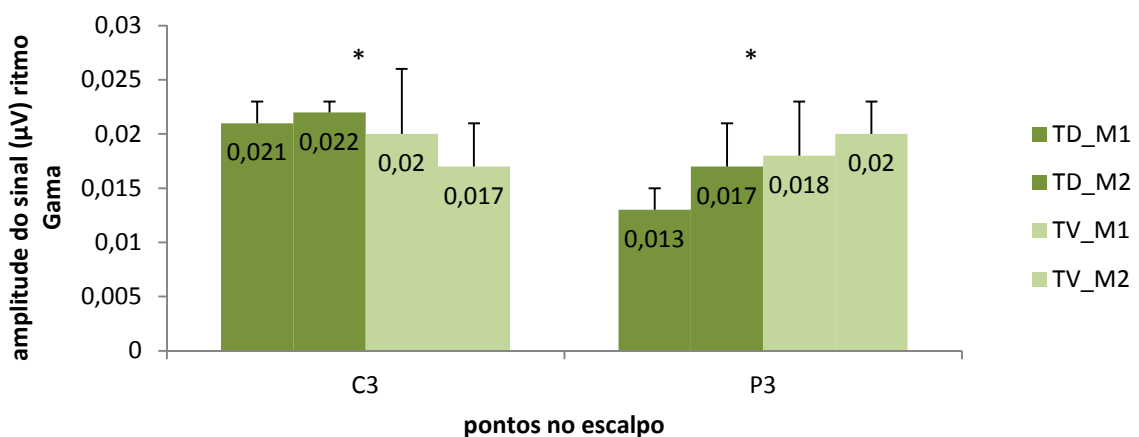


Figura 23: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama em (μV), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 1, nos pontos onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.4.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro amplitude do sinal EEG no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e momentos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.4.4 Vôlei 2:

No gesto vôlei 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 24 apresenta a diferença significativa entre os grupos encontrada no ponto F7 ($p=0,03$).

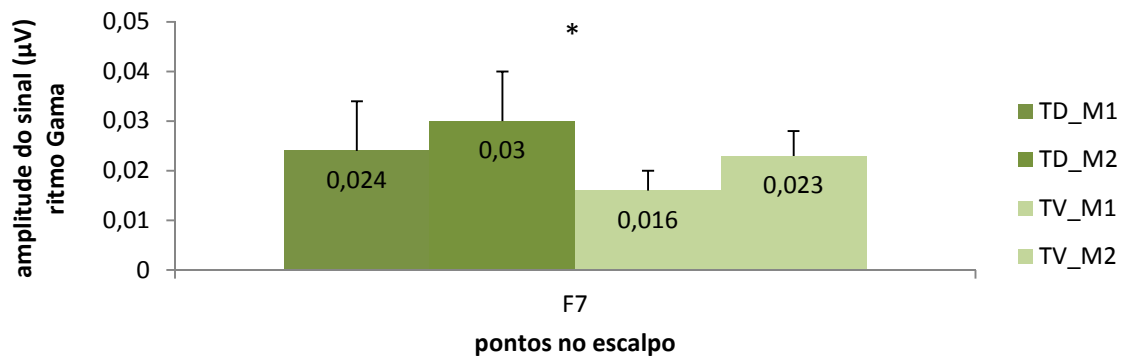


Figura 24: média e DP da amplitude do sinal EEG no ritmo gama em (μV), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa vôlei 2, no ponto F7 onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos representado por * ($p \leq 0,05$).

7.4.5 Salto alternando pés:

No gesto salto alternando pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.4.6 Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto

motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.5 Principal componente da frequência no ritmo Gama

7.5.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 25 apresenta a diferença significativa encontrada entre os grupos no ponto C4 ($p < 0,001$). A Figura 26 apresenta as diferenças significativas entre os grupos encontradas no M1 nos pontos C3 ($p = 0,007$) e F7 ($p = 0,03$).

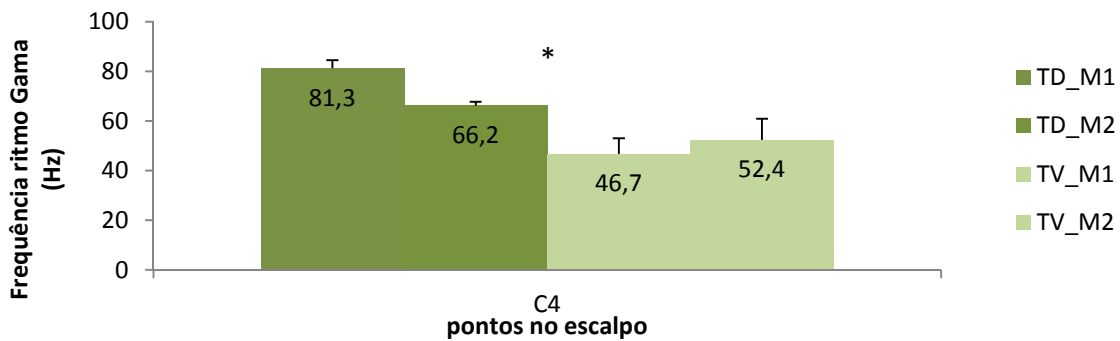


Figura 25: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em (Hz), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 1, no ponto C4 onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos representado por $*$ ($p \leq 0,05$).

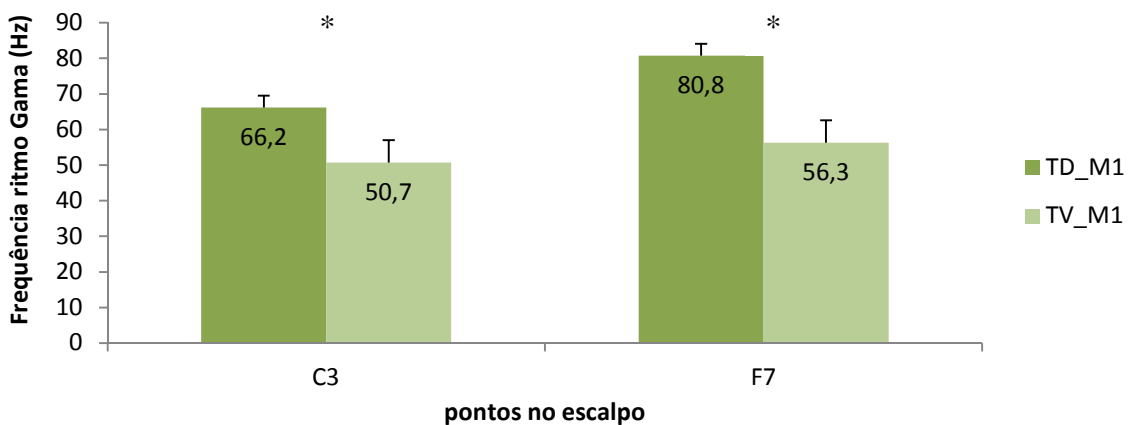


Figura 26: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em (Hz), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) no momento de observação do gesto (M1) na tarefa dança 1, no ponto C3 e F7 onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por $*$ ($p \leq 0,05$).

7.5.2 Vôlei 1:

No gesto vôlei 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 27 apresenta a diferença significativa encontrada entre os momentos nos pontos P4 ($p=0,04$).

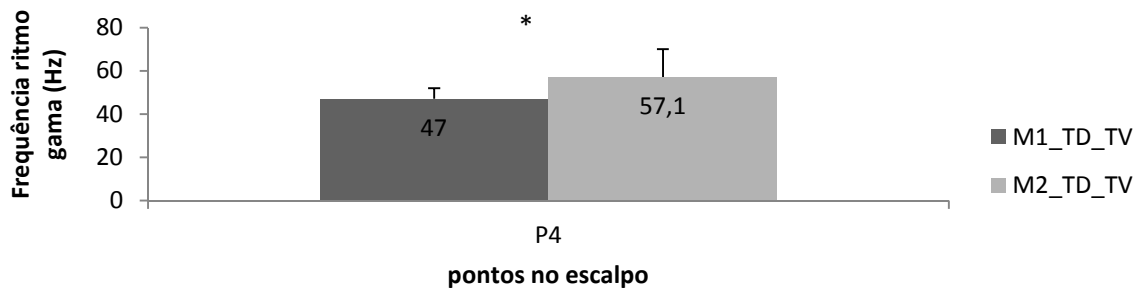


Figura 27: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em (Hz), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 1, no ponto P4 onde foi encontrada diferença significativa entre os momentos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.5.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). A Figura 28 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os grupos no ponto C3 ($p=0,04$) e C4 ($p=0,01$). A Figura 29 apresenta as diferenças significativas encontradas entre os grupos no M1 no ponto F7 ($p=0,03$).

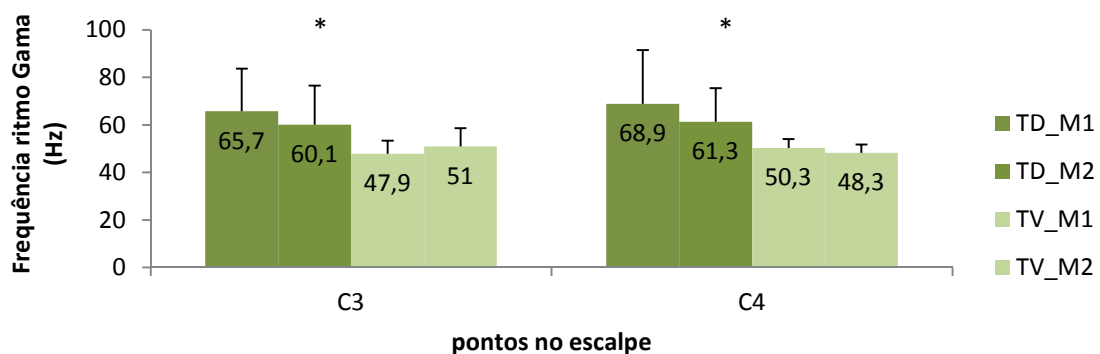


Figura 28: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em (Hz), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) e imaginação do gesto (M2) na tarefa dança 2, nos pontos onde foram encontradas diferenças significativas entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

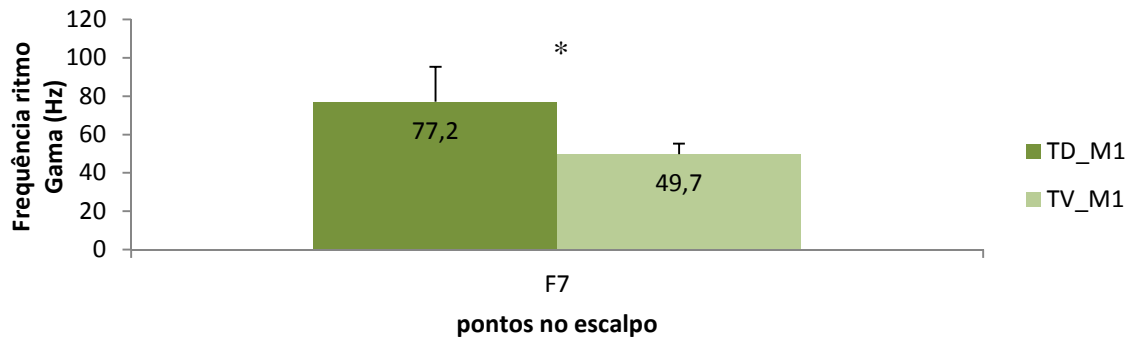


Figura 29: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em (Hz), dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) nos momentos de observação do gesto (M1) na tarefa dança 2, no ponto onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos representado por $*(p \leq 0,05)$.

7.5.4 Vôlei 2:

No gesto vôlei 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2). Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos e momentos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.5.5 Salto Alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos pontos no escalpo.

7.5.6 Gesto Neutro 2

No gesto neutro 2 (salto com dois pés) o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. A Figura 30 apresenta a diferença significativa encontrada entre os grupos no ponto C4 ($p < 0,001$).

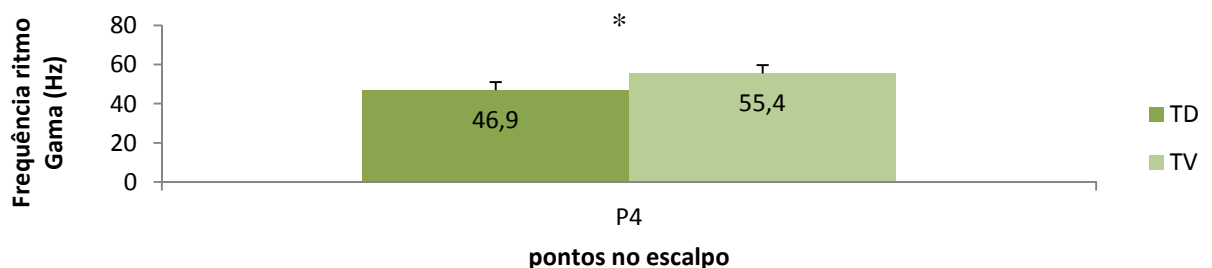


Figura 30: Principal componente da frequência e DP do sinal EEG no ritmo gama em Hz, dos grupos com treinamento em dança (TD) e treinamento em vôlei (TV) na tarefa salto com dois pés, no ponto onde foi encontrada diferença significativa entre os grupos, representado por $*(p \leq 0,05)$.

8 Discussão

O objetivo deste estudo foi investigar os padrões de processamento cortical, através dos parâmetros de média de energia, amplitude e frequência extraídos do sinal EEG evocados pelas tarefas de observação e imaginação dos gestos referentes aos treinamentos de balé, vôlei e de imaginação de gestos considerados como neutros.

Os dados de EEG, obtidos na tarefa dança 1 apresentaram diferenças significativas entre os grupos nos pontos C3 ($p=0,008$), C4 ($p=0,004$), F3 ($p=0,04$) e F7 ($p=0,007$) no parâmetro de média de energia do sinal. O grupo TD apresentou sempre médias de energia do sinal superiores ao grupo TV, tanto na observação do gesto (M1) quanto na imaginação do mesmo (M2). Estudo utilizando estimulação magnética transcraniana repetitiva forneceu evidências do papel fundamental da SMA para a organização de configurações bimanuais em função da complexidade da tarefa (Serrien, 2006). Esta evidência realça a importância de uma integração ótima da atividade da SMA à rede de controle motor que é necessária para a realização de movimentos coordenados. Essa integração da atividade SMA à rede de controle motor ficou demonstrada ao encontrarem-se diferenças significativas entre os grupos nos pontos representantes destas regiões corticais. O parâmetro de média de energia do sinal demonstra o gasto energético ao longo do tempo representando o processamento cortical, significando processamentos diferenciados entre os grupos de acordo com os resultados encontrados. A atividade da população de neurônios captados pelos pontos C3 e C4, relacionados à preparação e execução do movimento, apresentaram uma maior atividade ao longo do tempo no grupo TD do que no grupo TV. Essa evidência corrobora com o pressuposto de que o treinamento em dança utiliza um processamento cortical diferente do utilizado pelos indivíduos com treinamento em vôlei, ao desenvolver um foco interno para a geração de movimento utilizando o sentido cinestésico como forma de correção dos movimentos (sistema de controle de circuito fechado). Isto resulta em um maior processamento cortical, pois ao visualizar o gesto as bailarinas evocam a memória deste gesto e com uso do *feedback* sensorial reprocessam essa memória para gerar o plano motor interno. Essas suposições vêm ao encontro do relato das participantes do grupo TD, que após realizarem a coleta relataram que ao assistir e imaginar os gestos de dança, o faziam procurando corrigir a colocação de braços, postura, etc. Já as participantes do grupo TV, relataram que assistiram e se imaginaram executando os gestos de dança sem nenhuma intenção corretiva, mesmo constatando o grau de dificuldade dos mesmos.

A diferença significativa encontrada entre os grupos na média de energia do sinal no ponto F3 na tarefa dança 1, pode ser explicada pelo papel fundamental desempenhado pela SMA para a organização de configurações bimanuais em função da complexidade da tarefa (Serrien et al., 2002). Os dois treinamentos requisitam de forma diferenciada os membros superiores. O gesto dança 1 assistido pelos dois grupos, consistia de um giro sobre um pé em que a outra perna fica em uma posição chamada *ouvert* (aberta), ou seja, longe do eixo central do corpo, resultando num aumento de alavanca. A utilização dos braços durante a execução do giro assume diferentes funções de acordo com a etapa do gesto: na preparação do giro, os braços desempenham um papel de impulsão; durante o giro os braços desempenham um papel de equilíbrio - ajudando a compensar o aumento da alavanca gerado pela perna *ouvert*; e no final do movimento, os braços ajudam a frear o giro segurando o tronco. Todas essas diferentes funções desempenhadas pelos braços durante todas as etapas do gesto acarretam em um maior processamento. Baseado principalmente no sentido cinestésico, o resultado é uma maior atividade por um período mais prolongado da população de neurônios da região relacionada à organização de funções bimanuais em tarefas mais complexas que são captados pelo eletrodo F3.

Já o eletrodo fixado no ponto F7 capta a atividade de parte da população neuronal localizada no córtex pré-motor. Estudos utilizando HRP revelaram que o córtex pré-motor não envia apenas projeções para o trato corticospinal, mas também envia projeções para o tronco encefálico, originando o sistema de projeções descendentes. Evidências na literatura demonstram que pacientes com lesões destas vias apresentavam um déficit na manutenção da postura ereta necessária para a integração do corpo com movimento dos membros e na independência do movimento das extremidades (Freund e Hummelshein, 1984; Chouinard e Paus, 2006). Portanto é bastante significativo que diferenças tenham aparecido nestes dois pontos, por se tratarem dos pontos relativos ao controle dos movimentos bimanuais (F3) e da musculatura postural e dos membros proximais (F7). Os dois treinamentos diferenciam-se na maneira como seus praticantes fazem uso da musculatura postural e dos membros e as tarefas de dança refletem essas diferenças. As diferenças significativas encontradas entre os grupos no ponto F3 e no ponto F7 podem ser tomadas como evidências das modulações neurais resultantes dos usos diferenciados dessas musculaturas pelos dois treinamentos. Acrescentando ainda, o uso diferenciado do espaço em cada modalidade e o fator previsibilidade de ação que também assume caráter diferencial em cada treinamento. Na integração sensoriomotora, a aferência sensorial e a resposta motora são combinadas para fornecer uma percepção interna acerca do espaço e do próprio corpo. Evidências na literatura

dão suporte a proposta de que o córtex parietal humano é importante para a percepção espacial, a associação de sinais sensoriais, direcionando a atenção, o controle visuomotor e o planejamento motor (Wolpert, Goodbody e Husain, 1998). Em estágios avançados da aprendizagem motora, o córtex parietal posterior está crucialmente envolvido no armazenamento de habilidades adquiridas e o armazenamento de habilidades adquiridas no córtex pré-motor deve ser interpretado com sua conectividade com o córtex parietal (Halsband e Lange, 2006).

No vôlei, a questão espacial e a previsibilidade de ação assumem um carácter determinante para a geração dos movimentos e os resultados encontrados na tarefa vôlei 1 traduziram essas diferenças entre os dois treinamentos ao fornecer resultados demonstrando diferenças de processamento cortical na região parietal. Os dados de EEG, obtidos na tarefa vôlei 1, apresentaram interação de fatores nos pontos P3 ($p=0,02$), P4 ($p=0,02$), e Pz ($p=0,03$) no parâmetro de média de energia do sinal. Esses pontos captam a atividade de parte da população neuronal do córtex parietal superior (Serrien et al., 2002). Estudo com o uso de fMRI investigando os mecanismos neurais envolvidos na ação guiada interna e externamente, demonstrou que a região captada por esses pontos mostrou uma maior ativação quando em tarefas onde o estímulo visuoespacial impõe restrições à seleção de resposta (Van Eimeren et al., 2006). A tarefa vôlei 1 pode ser considerada como uma tarefa onde o estímulo visuoespacial (a bola) impõe restrições à seleção de resposta (o movimento). Essa evidência corrobora com os resultados encontrados nas análises posteriores às interações de fatores, onde foram encontradas diferenças significativas entre os momentos apenas no grupo TD nos pontos P3 ($p=0,02$) e Pz ($p=0,02$). Na tarefa vôlei 1, o gesto assistido consistia de uma recepção com recurso, que significa a recepção seguida de um rolamento. No vôlei os movimentos são efetuados em um ambiente extremamente instável, resultando em movimentos gerados a partir de um foco externo. Os resultados encontrados estão de acordo com a literatura ao encontrar diferença significativa exatamente nos pontos relativos ao hemisfério esquerdo e ao ponto central, reforçando se tratar de estágio avançado da aprendizagem motora onde o traço de memória já está bem fixado. Esta tarefa representa um gesto específico do treinamento em vôlei, portanto não é surpreendente que a diferença entre os momentos tenha ocorrido no grupo TD que além de não ter traços de memória para esse gesto, ainda se utiliza do sistema de controle de circuito fechado (Schmidt e Wrisberg, 2001) para gerar movimento. Ao observar as médias de energia do sinal obtidas pelos dois grupos, percebe-se que os dois grupos apresentam médias bastante semelhantes para o M1, mas o grupo TD alcança maiores valores de média de energia no M2. A literatura já descreveu as

diferenças entre as variedades de imagens motoras e seus respectivos reflexos nos dados EEG. Ao imaginar um gesto, o sujeito pode fazê-lo de forma como se ele mesmo estivesse realizando esse gesto, ou, como se estivesse assistindo alguém realizando o suposto gesto. Os padrões gerados a partir da segunda situação podem ser essencialmente de caráter visual, mas na primeira situação há o envolvimento de experiências cinestésicas, (Neupar et al., 2006). As participantes da pesquisa foram orientadas a efetuar a imaginação do gesto de acordo com a primeira situação. Esta evidência explica o fato do grupo TD necessitar de um processamento adicional para imaginar o gesto que não faz parte do seu repertório corporal.

O conceito fisiológico tradicional que considera a amplitude do sinal como sendo um reflexo do número de elementos neuronais evocados pelo estímulo (Lazarev et al., 1998), torna mais interessante analisar os resultados encontrados neste parâmetro em conjunto. Os dados de EEG na faixa do ritmo alfa para o parâmetro amplitude de sinal apresentaram diferença significativa somente entre os momentos nas tarefas de dança nos pontos C3 ($p=0,03$), Cz ($p=0,006$), F3 ($p=0,006$), F7 ($p=0,009$), P3 ($p=0,01$), P4 ($p=0,01$) e Pz ($p=0,007$). Nas tarefas de vôlei nos pontos C4 ($p=0,01$), Cz ($p=0,03$), F3 ($p=0,007$), F7 ($p=0,004$), P3 ($p=0,04$), P4 ($p=0,02$) e Pz ($p=0,009$). Estes resultados refletem, principalmente, a diferença de demanda cognitiva entre os dois momentos de cada tarefa. Todas as tarefas foram divididas em dois momentos: no M1 o indivíduo foi orientado a assistir passivamente ao gesto motor; no M2 o indivíduo foi orientado a se imaginar executando o gesto assistido de olhos fechados. A demanda cognitiva é um fator que altera o registro EEG quando uma situação de repouso (M1) é comparada com uma de maior demanda (M2), observada principalmente quando os sujeitos fecham os olhos (Klimesch, 1999). Esses resultados corroboram com a literatura demonstrando que tarefas com maior demanda cognitiva refletem um aumento de elementos neuronais envolvidos. Ao reproduzir os resultados encontrados na literatura, a metodologia desenvolvida para o presente estudo pode ser validada. Os dados de EEG na faixa do ritmo gama, para o parâmetro amplitude de sinal apresentaram diferença significativa entre os grupos na tarefa dança 1 nos pontos C3 ($p=0,02$) e em C4 apenas no M1 ($p=0,03$). Na tarefa vôlei 1 nos pontos C3 ($p=0,04$), F7 ($p=0,03$) e P3 ($p=0,02$). Esses resultados encontrados no parâmetro que reflete o número de unidades neuronais evocados nas tarefas relativas aos dois treinamentos e nos pontos referentes à integração sensoriomotora, reforçam as diferenças entre os processamentos corticais dos dois grupos.

No sentido fisiológico, o espectro EEG reflete o número de neurônios oscilando em sincronia (Klimesch, 1999). É também uma medida que reflete a capacidade ou desempenho

do processamento cortical. A banda de frequência alfa, que é inversamente proporcional à ativação, está associada com um maior sincronismo e menor esforço neural, consequentemente relacionada com melhor desempenho motor (Hatfield, e Hilman, 2001). A banda de frequência gama tem sido considerada como elemento que proporciona um mecanismo para a ligação de elementos funcionalmente relacionados tais como atenção, memória, planejamento motor, integração sensoriomotora e cognição (Minc, 2010).

Ao observar as diferenças significativas encontradas entre os grupos nas tarefas de dança nos pontos F3($p=0,02$), C3 ($p= 0,02$) e Cz ($p=0,03$) na banda de frequência alfa, ressalta-se que o grupo TD apresentou um ritmo de oscilação alfa mais baixo nos pontos C3 e F3. Se a literatura afirma que a banda alfa é inversamente proporcional à ativação e está relacionada à eficiência neural, podemos afirmar que as bailarinas apresentaram uma oscilação neural mais eficiente que as voleibolistas nas tarefas de dança. Esse resultado tomado em conjunto com as evidências encontradas nos parâmetros de média de energia (onde as bailarinas apresentaram maior processamento ao longo do tempo) e no parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama (com grupo TD apresentando maior número de elementos neuronais envolvidos) permite aceitar a primeira hipótese do presente estudo que afirmava que as bailarinas e as jogadoras de vôlei deveriam apresentar diferenças na ativação neural em relação ao processamento cortical ao longo do tempo, ao ritmo oscilatório predominante e ao número de elementos neuronais evocados nas tarefas de dança, representando diferenças de processamento cortical. A aceitação dessa hipótese pode ser corroborada pelas diferenças significativas encontradas entre os grupos nos pontos C3 ($p=0,007$), C4 ($p=<0,001$) e F7 ($p=0,03$) na banda de frequência gama. Ressalta-se que nesta faixa de frequência o grupo TD apresentou oscilação mais alta. Se a literatura afirma que a banda gama é um ritmo que proporciona um mecanismo de ligação para a integração sensoriomotora, pode-se supor que uma maior atividade nesse ritmo representa um maior acoplamento de elementos neuronais engajados nos eventos motores evocados pelas tarefas do experimento.

A segunda hipótese do presente estudo afirmava que as bailarinas e as jogadoras de vôlei deveriam apresentar diferenças na ativação neural em relação ao processamento cortical ao longo do tempo, ao ritmo oscilatório predominante e em relação ao número de elementos neuronais evocados nas tarefas de vôlei representando diferenças de processamento cortical, também pode ser aceita. As diferenças significativas encontradas nas tarefas de vôlei no ponto C3 ($p=0,03$) no parâmetro principal componente da frequência na banda alfa demonstraram que novamente o grupo TV apresentou um ritmo oscilatório na frequência alfa mais elevado. A aceitação da segunda hipótese é corroborada pelas diferenças significativas

encontradas entre os grupos no parâmetro média de energia, com menor processamento ao longo do tempo no grupo TV e no parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama com grupo TV apresentando menor número de elementos neuronais evocados nas tarefas de vôlei.

As diferenças significativas encontradas entre os grupos na tarefa gesto neutro 1 (salto alternado), na banda alfa no ponto C4 com grupo TD apresentando oscilação em frequência mais baixa que grupo TV, e na tarefa gesto neutro 2 (saldo com dois pés) na banda gama no ponto P4 com grupo TD apresentando oscilação em frequência mais baixa que grupo TV, possibilitam a aceitação em parte da terceira hipótese do presente estudo que afirmava que as bailarinas e as jogadoras de vôlei deveriam apresentar diferenças na ativação neural em relação ao processamento cortical ao longo do tempo, ao ritmo oscilatório predominante e em relação ao número de elementos neuronais evocados nas tarefas de gestos neutros representando diferenças de processamento cortical. Estes gestos foram escolhidos por serem habilidades fundamentais e por representarem gestos que não pertencem exclusivamente a nenhum dos treinamentos, mas que podem indicar as diferenças nos processamentos corticais na utilização diferenciada dos MMII pelos distintos treinamentos.

9 Conclusão

Todos os resultados encontrados nas tarefas do presente experimento nos parâmetros média de energia do sinal, amplitude do sinal e principal componente da frequência, permitem concluir que:

- Bailarinas apresentam processamento cortical diferente das voleibolistas nas tarefas de dança ao apresentarem um maior processamento cortical ao longo do tempo, maior número de elementos neuronais evocados pelas tarefas e oscilação em frequência mais baixa no ritmo alfa e mais elevada no ritmo gama;
- Voleibolistas apresentam processamento cortical diferente das bailarinas nas tarefas de vôlei ao apresentarem um menor processamento cortical ao longo do tempo, menor número de elementos neuronais evocados pelas tarefas e oscilação em frequência mais alta no ritmo alfa;
- Bailarinas e voleibolistas apresentam processamentos corticais diferentes nas tarefas de gestos neutros com bailarinas apresentando oscilação em ritmo mais baixo na frequência alfa na tarefa salto alternando pés, e voleibolistas

apresentando oscilação em ritmo mais alto na frequência gama na tarefa salto com dois pés;

- A metodologia desenvolvida para esse estudo foi capaz de captar as diferenças existentes nos sinais EEG evocados pelas tarefas cognitivas espaciais executadas pelos indivíduos participantes do experimento.

10 Considerações finais e direções futuras

Este estudo inovou ao investigar aspectos cognitivos mais específicos, melhorando a identificação e compreensão das adaptações neurais decorrentes de processamento neural específico relativo às aprendizagens motoras distintas.

O estudo teve como limitação a impossibilidade de completar a amostra prevista no projeto devido às dificuldades de deslocamento à Bento Gonçalves, à dificuldade de disponibilidade dos sujeitos do estudo, já que se tratava de atletas pertencentes ao time adulto do Grêmio Náutico União e da Universidade Univates e bailarinas do corpo de baile do Ballet Vera Bublitz; e ainda, problemas de ordem física que impossibilitaram a pesquisadora de dar continuidade às coletas. Outra limitação do estudo foi o reduzido número de canais de EEG limitando os pontos de coleta de sinal no escalpo.

Como projeções futuras para o estudo, propõe-se o aumento de coletas, a fim de completar a amostra prevista com o objetivo de publicações futuras. Futuramente, os gestos de vôlei devem ser filmados de outra forma. É preciso optar por gestos mais desafiadores e que captem a questão espacial inerente ao treinamento. Como última proposição futura, executar a análise da coerência intereletrodo que é uma análise mais relevante na investigação da integração sensoriomotora. Agregar essa análise ao estudo, possivelmente aprofunde os conhecimentos gerados pelo presente estudo em analisar e identificar diferentes perfis de processamento cortical.

REFERÊNCIAS

1. ANGHINAH, R., BASILE, L. I., SCHMIDT, M., SAMESHIMA, K., GATTAZ, W. F., 2006. Artefatos biológicos no EEG quantitativo. **Arquivos de neuropsiquiatria**, 64 (2-A): 264-268.
2. ASANUMA, H., ARISSIAN, K., 1984. Experiments on functional role of peripheral input to motor cortex during voluntary movements in the monkey. **Journal of neurophysiology**, 52: 212:227
3. AZAÑÓN, E., LONGO, M.R., SOTO-FAROCO, S., HAGGARD, P., 2010. The posterior parietal cortex remaps touch into external space. **Current Biology**, 20: 1304-1309.
4. BALBINOT, A., SPÍNDOLA, M., Assessment of EEG signals with ERP technique in the cognitive attention process on 2D and 3D images In: Brains inspired System, São Luis- Maranhão- Brasil. BICS 2008 PROCEEDINGS – BIS-2008.
5. BARTOŠOVÁ GRAPHICAL USER INTERFACE FOR EEG SIGNAL SEGMENTATION Veronika Bartošová, Oldřich Vyšata, and Aleš Procházka.
6. BAZANOVA, O. M., MERNAYA, E. M., SHTARK, M. O., 2009. Biofeedback in psychomotor training. Electrophysiological basis. **Neuroscience and behavioral physiology**, 39 (5): 437-447.
7. BACHNER-MELMAN, R., DINA, C., ZOHAR, A.H., CONSTANTINI, N., 2005. AVPR1a and SLC6A4 gene polymorphisms are associated with creative dance performance. **PLoS Genet** 1(3): e42.
8. CALVO-MERINO, B., GLASER, D.E., GRÈZES, J., PASSINGHAM, R.E., HAGGARD, P., 2004. Action observation and acquired motor skills: an fMRI study with expert dancers. **Cerebral Cortex**, 15: 1243-1249.
9. CHOUINARD, P., A., PAUS, T., 2006. The primary motor and premotor areas of human cerebral cortex. **The neuroscientist**, 12(2): 143-152.
10. CROSS, S.E., HAMILTON, A. F. de C., GRAFTON, S.T., 2006. Building a motor simulation de novo: observation of dance by dancers. **Neuroimage**, 31: 1257-1267.
11. CUNHA, M., BASTOS, H. V., CAGY, M., McDOWELL, K., FURTADO, V., PIEDADE, R., RIBEIRO, P., 2004. Alterações na distribuição de potência cortical em função da consolidação da memória no aprendizado de datilografia. **Arquivos de neuropsiquiatria**, 62(3-a): 662:668.
12. DEENY, S.P., HILLMAN, C.H., JANELLE, C.M., HATFIELD, B.D., 2003. Cortico-cortical communication and superior performance in skilled maskmen: A coherence analysis. **Journal of sport and exercise psychology**, 25:188-204.
13. DINESH, N., PURCOTT, K., FUCHS, A., STEINBERG, F., KELSO, S., 2003. Cortical and cerebellar activity of the human brain during imagined and executed unimanual and bimanual action sequences: a functional MRI study. **Cognitive Brain Research** 15: 250-260.
14. FATTAPOSTA, F., AMABILE, G., CORDISCH, M.V., VENANZIO, D., DI FOTI, A., PIERELLI, F., ALESSIO, C.D., PIAGOZZI, F., PARISI, A., MORROCUTTI, C., 1996. Long-term practice effects on a new skilled motor learning: an electrophysiological study. **Electroencephalography and clinical neurophysiology**, 99: 495-507.
15. FARO, J. A. **Pequena história da dança**. 1ªed. Rio de Janeiro: Jorge Zahar ed., 1986.
16. FRAÇÃO, B.V.; VAZ, M.A.; RAGASSO, C.A.P.; MÜLLER, J.P.; 1999. Efeito do treinamento na aptidão física da bailarina clássica. **Revista Movimento**, 11: 03-15.

17. FRAÇÃO, B.V.; RASSIER, D.E.; HERZOG, W.; VAZ, M.A.; 2007. Relação torque-ângulo e torque-velocidade dos dorsiflexores e flexores plantares de bailarinas clássicas e jogadoras de vôlei. **Revista Brasileira de biomecânica**, 14: 31-37.
18. FREUND, H., J., HUMMELSHEIM, H., 1984. Premotor cortex in man: Evidence for innervation of proximal limb muscles. **Experimental Brain Research**, 53: 479-482.
19. GANONG, W.F. (2003). "**Higher Functions of the Nervous System": Conditioned Reflexes, Learning, Related Phenomena**. *Review of Medical Book of Physiology*. (pp. 259-269). 21ª Ed. New York: McGraw Hill.
20. GERARDIN, E., SIRIGU, A., LEHÉRICY, S., POLINE, J-P., GAYMARD, B., MARSAULT, C., AGID, Y., Le BIHAN, D., 2000. Partially overlapping neural networks for real and imagined hand movements. **Cerebral cortex** 10: 1093-1104.
21. GEVINS, A., SMITH, M. E., McEVOY, L., YU, D., 1997. High-resolution EEG mapping cortical activation related to working memory: effects of task difficulty, type of processing, and practice. **Cerebral cortex** 7: 374-385.
22. HALSBAND, U., LANGE, R.K., 2006. Motor learning in man: A review of functional and clinical studies. **Journal of physiology-Paris**, 99: 414-424.
23. HÄNGGI, J.; HOENECKE, S.; BEZZOLA, L.; JÄNCKE, L.; 2010. Structural neuroplasticity in the sensorimotor network of professional female ballet dance. **Human brain mapping**, 31: 1196-1206.
24. HARI, R., FORSS, N., AVIKAINEN, S., KIERVESKARI, E., SALENIUS, S., RIZZOLATTI, G., 19998. Activation of human primary motor cortex during action observation: A neuromagnetic study. **Proceeding of the National Academy of Science** 95: 15061- 15065.
25. HATFIELD, B. D., HAUFLER, A. J., HUNG, T. M., SPALDING, T. W., 2004. Electroencephalographic studies skilled psychomotor performance. **Journal of clinical neurophysiology**, 21: 144-156.
26. HATFIELD, D.B., HILLMAN, C.H., 2001. **The psychophysiology of sport: a mechanistic understanding of the psychology of superior performance**. Handbook of sport psychology. 2nd ed. New York: John Wiley & Sons. 362-386.
27. HAUFLER, A.J.; SPALDING, T.W.; SANTA MARIA, D.L.; HATFIELD, B.D.; 2000. Neuro-cognitive activity during a self-paced visuospatial task: comparative EEG profiles in maskmen and novice shooters. **Biological psychology**, 53: 131-160.
28. IZQUIERDO, I.; MEDINA, J. H.; VIANNA, M. R. M.; IZQUIERDO, L. A.; BARROS, D. M.; 1999. Separate mechanisms for short- and long-term memory. **Behavioural brain research**, 103: 1-11.
29. JEANNEROD, M., 2001. Neural simulation of action: a unifying mechanism for motor cognition. **Neuroimage**, 14: s103-s109.
30. JUEPTNER, M., STEPHAN, K.M., FRITH, C.D., BROOKS, D.J., FRACKWIAK, R.S.J., PASSINGHAM, R.E., 1997. Anatomy of motor learning I. Frontal cortex and attention to action. **Journal of neurophysiology** 77: 1313-1324.
31. KANDEL, N.J.; TIETZ, C.C.; KRONMAL, R.A.; 1992. Stress fractures in ballet dancers. **American journal of sports medicine**, 20: 445-449.
32. HAYWOOD, K.M., GETCHELL, N. **Desenvolvimento motor ao longo da vida**. 5ªed., Porto Alegre: Artmed, 2010.
33. KLIMESCH, W., 1996. Memory processes, brain oscillations and EEG synchronization. **International Journal of psychophysiology** 24: 61-100.

34. KLIMESCH, W., 1999. EEG alpha and theta oscillations reflect cognitive and memory performance: a review and analysis. *Brain Research Reviews*, 29: 169-195.
35. LAZAREV, V.,V., 1998. On the intercorrelation of some frequency and amplitude parameters of the human EEG and its functional significance. Communication I: Multidimensional neurodynamic organization of functional states of the brain during intellectual, perceptive and motor activity in normal subjects. **International Journal of psychophysiology**, 28: 77-98.
36. LEMOS, A., FEIJÓ, L., 2005. A biomecânica do transverso abdominal e suas múltiplas funções. **Fisioterapia Brasil**, 6: 66-69
37. LUCK . S. J., 2005. - **An introduction to the event-related potential technique**. Cambridge, MA: MIT.
38. LUFT, C., ANDRADE, A., 2006. A pesquisa com EEG aplicada à área de aprendizado motor. **Revista portuguesa de ciências e desporto**. 6(1): 106-115.
39. MACKAY, W.A., 1997. Synchronized neuronal oscillation and their role in motor processes. **Trends in cognitive sciences** 1: 176-183.
40. MAXWELL, J.P., MASTERS, R.S.W., EVES, F.F., 2003. The role of working memory in motor learning and performance. **Consciousness and cognition** 12: 376-402.
41. MESQUITA, I., GRAÇA, A., 2003. Probing the strategic knowledge of an elite volleyball setter: a case study. **International Journal of Volleyball performance Analysis in Sport**, 7: 13-27.
42. MINC, D., MACHADO, S., BASTOS, V.H., MACHADO, D., CUNHA, M., CAGY M., BUDDE, H., BASILE, L., PIEDADE, R., RIBEIRO, P., 2010. Gamma band oscillations under influence of bromazepam during a sensorimotor integration task: Na EEG coherence study. **Neuroscience Letters** 469: 145-149.
43. MORAES, J.C., **Determinantes da dinâmica funcional do jogo de voleibol. Estudo aplicado em seleções adultas masculinas**, 2009. Tese (doutorado em ciências do desporto) Faculdade de desporto, Universidade de Porto.
44. NEUPER, C., SCHERER, R., REINER, M., PFURTSCHELLER, G., 2005. Imagery of motor actions: Differential effects of kinesthetic and visual-motor of imagery in single-trial EEG. **Cognitive Brain Research**, 25: 668-677.
45. ORGS, G., DOMBROWSKI, J.H., HEIL, M., JANSEN-OSMANN, P., 2008. Expertise in dance modulates alpha/beta event-related desynchronization during action observation. **European journal of neuroscience**, 27: 3380-3384.
46. PASCUAL-LEONE, A., AMENDI, A., FREGNI, F., MERABET L. B., 2005. The plastic human brain cortex. **Annual Review of Neuroscience** 28: 377-401.
47. PASCUAL-LEONE, A., NGUYET D., COHEN, L. G., BRASIL, J. P., CAMMAROTA, A., HALLET M., 1995. Modulation of muscle response evoked by transcranial magnetic stimulation during the acquisition of new fine motor skills. **Journal of neurophysiology** 74: 1037-1045.
48. PFURTSCHELLER, G., SILVA, F.H., 1999. Event-related EEG/EMG synchronization and desynchronization: basic principles. **Clinical neurophysiology** 110(11): 1842-1857.
49. PURVES, D., AUGUSTINE G. J., FRITZPRATICK, D., KATZ, L. C., LaMANTIA, S.A., McNAMARA, J. O., WILLIAMS, S.M. **Neurociências**. 2ªed. Porto Alegre: Artmed, 2005.
50. RIZZOLATTI, G.; CRAIGHERO, L.; 2004 The mirror-neuron system. **Annual Review of Neuroscience**, 27: 169-192.
51. ROTH, M., DECETY, J., RAYBAUDI, M., MASSARELLI, R., DELON-MARTIN, C., SEGEBARTH, C., MORAND, S., GEMIGNANI, A., DÉCORPS, M., JEANNEROD, M., 1996. Possible involvement of primary

- motor cortex in mentally simulated movement. A functional magnetic resonance imaging study. **NeuroReport** 7: 1280-1284.
52. SANES, J., DONOGUE, J. P., 2000. Plasticity and primary motor cortex. **Annual Review of Neuroscience** 23: 393-415.
 53. SCHMIDT, R. A.; WRISBERG, C. A.; **Aprendizagem e performance motora. Uma abordagem baseada no problema.** 2ªed. Porto Alegre. Artmed: 2001.
 54. SERRIEN, D., J., STREN, L., H.A., OLIVEIRA, A., BRONW, P., 2002. Repetitive transcranial magnetic stimulation of the supplementary motor area(SMA) degrades bimanual movement control in humans. **Neurosciences Letters**, 328: 89-92.
 55. SKINNER, B. F., 1981. Selection by consequences. **Science** 213: 501-504.
 56. SPINDOLA, M.,. **Habilidade cognitiva espacial: uma medida com eletroencefalografia**, 2010. Tese (doutorado em informática na educação)- Faculdade de educação, Universidade federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2010.
 57. VARELA, F., LACHAUX, J.P., RODRIGUES, E., MARTINERIE, J., 2001. The brainweb: Phase synchronization and large-scale integration. **Neuroscience** 2: 229-239.
 58. VAN EIMEREN, T., WOLBERS, T., MUNCHAU, A., BUECHEL, C., ROMAN SIEBER, H., 2006. Implementation of visuospatial cues in response selection. **Neuroimage**, 29: 286-294.
 59. VELASQUES, B., FERREIRA, C., TEIXEIRA, S., FURTADO, V., MENDES, E., BASILE, L., CAGY, M., PIEDADE, R., RIBEIRO, P., 2007. Motor learning process. **Arquivos de neuropsiquiatria** 65(4-a): 951-954.
 60. VERNON, D., EGNER, T., COOPER, N., COMPTON, T., NEILANDS, C., SHERI, A., GRUZELIER, J., 2003. The effect of training distinct neurofeedback protocols on aspects of cognitive performance. **International journal of psychophysiology** 47:75-85.
 61. WOLPERT, D., GOODBODY, S. J., HUSAIN, M., 1998. Maintaining internal representations: the role of the human superior parietal lobe. **Neuroscience** 1(6): 529-533.
 62. ZATSIORSKY M., DUARTE M., 1999. Instant equilibrium point and its migration in standing task: Rambling and trembling components of stabilogram. **Motor control** 3: 28-38.

Anexo 1/ Resultados

10.1.1 Dança 1:

No gesto dança 1, o parâmetro /média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 1 valores de média e desvio padrão (em joules/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	4,02 ± 1,25	2,01 ± 0,50	0,008 (G)
	M2	3,13 ± 0,10	2,21 ± 0,56	0,19 (M) 0,04 (I)
*C4	M1	4,02 ± 1,40	2,18 ± 0,37	0,004 (G)
	M2	2,97 ± 0,35	2,31 ± 0,34	0,13 (M) 0,06 (I)
Cz	M1	2,66 ± 0,84	1,90 ± 0,39	0,08 (G)
	M2	2,33 ± 0,33	2,13 ± 0,43	0,78 (M) 0,13 (I)
*F3	M1	3,51 ± 1,35	2,09 ± 0,53	0,04 (G)
	M2	2,78 ± 0,85	2,13 ± 0,63	0,22 (M) 0,16 (I)
*F7	M1	4,12 ± 1,02	2,32 ± 0,93	0,007 (G)
	M2	3,35 ± 0,16	2,42 ± 0,89	0,10 (M) 0,06 (I)
P3	M1	2,49 ± 0,25	1,94 ± 0,53	0,12 (G)
	M2	2,51 ± 0,40	2,29 ± 0,73	0,25 (M) 0,07 (I)
*P4	M1	2,60 ± 0,19	1,91 ± 0,33	0,02 (G)
	M2	2,25 ± 0,24	2,11 ± 0,44	0,46 (M) 0,007 (I)
Pz	M1	2,38 ± 0,56	1,85 ± 0,33	0,20 (G)
	M2	2,28 ± 0,42	2,23 ± 0,58	0,47 (M) 0,09 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.
P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.1.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 2- valores de média e desvio padrão (em joules/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	2,47 ± 0,90	2,05 ± 0,46	0,26 (G)
	M2	2,29 ± 0,35	2,01 ± 0,46	0,76 (M) 0,39 (I)
C4	M1	2,33 ± 0,52	2,13 ± 0,31	0,33 (G)
	M2	2,37 ± 0,34	2,10 ± 0,33	0,99 (M) 0,66 (I)
Cz	M1	1,85 ± 0,23	2,11 ± 0,65	0,76 (G)
	M2	2,18 ± 0,47	2,02 ± 0,38	0,42 (M) 0,10 (I)
F3	M1	2,11 ± 0,25	2,12 ± 0,55	0,81 (G)
	M2	2,18 ± 0,26	2,06 ± 0,40	0,97 (M) 0,50 (I)
F7	M1	2,56 ± 0,67	2,18 ± 0,74	0,38 (G)
	M2	2,76 ± 0,54	2,28 ± 0,81	0,16 (M) 0,57 (I)
*P3	M1	1,87 ± 0,39	1,93 ± 0,40	0,83 (G)
	M2	2,23 ± 0,59	2,10 ± 0,51	0,055 (M) 0,02 (I)
*P4	M1	1,94 ± 0,45	2,03 ± 0,46	0,91 (G)
	M2	2,26 ± 0,71	2,12 ± 0,53	0,16 (M) 0,02 (I)
*Pz	M1	1,84 ± 0,37	1,90 ± 0,32	0,75 (G)
	M2	2,15 ± 0,52	2,00 ± 0,32	0,03 (M) 0,03 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.1.3 Dança 2

No gesto dança 2 o parâmetro média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 3- valores de média e desvio padrão (em joule/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	2,74 ± 0,36	1,73 ± 0,28	0,003 (G)
	M2	2,42 ± 0,50	2,12 ± 0,67	0,82 (M) 0,054 (I)
*C4	M1	2,93 ± 1,09	1,84 ± 0,23	0,02 (G)
	M2	2,56 ± 0,45	2,26 ± 0,66	0,87 (M) 0,13 (I)
*Cz	M1	2,04 ± 0,46	1,70 ± 0,22	0,10 (G)
	M2	2,26 ± 0,40	2,07 ± 0,46	0,04 (M) 0,34 (I)
F3	M1	3,47 ± 2,45	2,01 ± 0,73	0,21 (G)
	M2	2,43 ± 0,57	2,13 ± 0,68	0,31 (M) 0,26 (I)
*F7	M1	2,88 ± 1,01	1,76 ± 0,44	0,04 (G)
	M2	3,05 ± 0,63	2,19 ± 0,59	0,09 (M) 0,49 (I)
P3	M1	2,03 ± 0,48	1,83 ± 0,47	0,18 (G)
	M2	2,31 ± 0,63	2,11 ± 0,46	0,12 (M) 0,96 (I)
P4	M1	2,00 ± 0,38	1,94 ± 0,44	0,50 (G)
	M2	2,36 ± 0,59	2,20 ± 0,62	0,09 (M) 0,40 (I)
*Pz	M1	1,92 ± 0,36	1,68 ± 0,28	0,25 (G)
	M2	2,22 ± 0,52	2,11 ± 0,47	0,03 (M) 0,17 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.
P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.1.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 4 - valores de média e desvio padrão (em joules/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos oito pontos na tarefa vôlei 2

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	2,67 ± 1,14	1,91 ± 0,24	0,20 (G)
	M2	2,41 ± 0,43	2,17 ± 0,61	0,98 (M) 0,15 (I)
C4	M1	3,19 ± 1,48	2,01 ± 0,11	0,09 (G)
	M2	3,16 ± 1,24	2,17 ± 0,44	0,58 (M) 0,36 (I)
Cz	M1	2,17 ± 0,48	1,80 ± 0,12	0,18 (G)
	M2	2,27 ± 0,32	2,05 ± 0,47	0,21 (M) 0,30 (I)
F3	M1	2,74 ± 0,95	2,02 ± 0,50	0,30 (G)
	M2	2,45 ± 0,53	2,22 ± 1,64	0,65 (M) 0,16 (I)
F7	M1	2,78 ± 0,39	1,79 ± 0,26	0,20 (G)
	M2	2,46 ± 0,22	2,70 ± 1,16	0,37 (M) 0,06 (I)
P3	M1	2,04 ± 0,46	1,91 ± 0,35	0,54 (G)
	M2	2,34 ± 0,46	2,20 ± 0,42	0,12 (M) 0,56 (I)
P4	M1	2,10 ± 0,53	2,08 ± 0,42	0,68 (G)
	M2	2,36 ± 0,56	2,17 ± 0,52	0,31 (M) 0,27 (I)
Pz	M1	1,98 ± 0,36	1,86 ± 0,24	0,37 (G)
	M2	2,23 ± 0,41	2,06 ± 0,28	0,09 (M) 0,41 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.1.5 Gesto neutro 1/Salto Alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 5 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da energia do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe.

Tabela 5- valores de média e desvio padrão (em joules/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos oito pontos na tarefa salto alternando pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	2,52 ± 0,83	2,23 ± 0,75	0,45
C4	2,89 ± 1,57	2,02 ± 1,07	0,31
Cz	2,26 ± 0,52	2,13 ± 0,59	0,45
F3	2,56 ± 0,81	2,25 ± 0,77	0,62
F7	3,08 ± 1,26	2,36 ± 0,96	0,20
P3	2,19 ± 0,62	2,30 ± 0,65	0,90
P4	2,17 ± 0,56	2,36 ± 0,88	1,00
Pz	2,16 ± 0,56	2,27 ± 0,70	1,00

10.1.6 Gesto neutro 2/Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro média de energia do sinal extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 6 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da energia do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe.

Tabela 6- valores de média e desvio padrão (em joules/Hz) da energia do sinal EEG dos grupos nos oito pontos na tarefa salto com dois pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	2,33 ± 0,70	2,20 ± 0,73	0,38
C4	2,73 ± 1,58	2,42 ± 0,85	0,90
Cz	2,16 ± 0,43	2,08 ± 0,49	0,45
F3	2,42 ± 0,84	2,41 ± 0,72	0,90
F7	2,78 ± 0,54	2,98 ± 1,57	0,62
P3	2,14 ± 0,64	2,05 ± 0,42	0,90
P4	2,09 ± 0,61	2,28 ± 0,77	0,90
Pz	2,06 ± 0,46	2,14 ± 0,64	0,80

10.2 Amplitude do sinal no ritmo Alfa

10.2.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 7- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μV) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	0,065 ± 0,019	0,054 ± 0,016	0,58 (G)
	M2	0,075 ± 0,014	0,076 ± 0,023	0,03 (M) 0,47 (I)
C4	M1	0,075 ± 0,031	0,069 ± 0,020	0,25 (G)
	M2	0,076 ± 0,035	0,107 ± 0,032	0,06 (M) 0,10 (I)
*Cz	M1	0,044 ± 0,012	0,070 ± 0,030	0,36 (G)
	M2	0,084 ± 0,035	0,083 ± 0,042	0,006 (M) 0,13 (I)
*F3	M1	0,039 ± 0,005	0,046 ± 0,014	0,75 (G)
	M2	0,079 ± 0,037	0,066 ± 0,028	0,006 (M) 0,30 (I)
*F7	M1	0,038 ± 0,008	0,032 ± 0,009	0,18 (G)
	M2	0,057 ± 0,026	0,047 ± 0,011	0,009 (M) 0,61 (I)
*P3	M1	0,064 ± 0,027	0,048 ± 0,012	0,14 (G)
	M2	0,119 ± 0,045	0,085 ± 0,041	0,01 (M) 0,50 (I)
*P4	M1	0,063 ± 0,020	0,054 ± 0,014	0,64 (G)
	M2	0,107 ± 0,035	0,134 ± 0,097	0,01 (M) 0,42 (I)
*Pz	M1	0,056 ± 0,013	0,066 ± 0,031	0,82 (G)
	M2	0,103 ± 0,043	0,085 ± 0,030	0,007 (M) 0,23 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.2.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 8- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	0,084 ± 0,061	0,065 ± 0,024	0,25 (G)
	M2	0,096 ± 0,030	0,069 ± 0,031	0,52 (M) 0,77 (I)
*C4	M1	0,053 ± 0,022	0,065 ± 0,014	0,33 (G)
	M2	0,120 ± 0,69	0,078 ± 0,020	0,01 (M) 0,12 (I)
*Cz	M1	0,050 ± 0,017	0,055 ± 0,014	0,56 (G)
	M2	0,140 ± 0,100	0,115 ± 0,091	0,03 (M) 0,39 (I)
*F3	M1	0,040 ± 0,012	0,056 ± 0,018	0,57 (G)
	M2	0,094 ± 0,041	0,095 ± 0,066	0,007 (M) 0,65 (I)
*F7	M1	0,027 ± 0,005	0,030 ± 0,008	0,70 (G)
	M2	0,060 ± 0,022	0,063 ± 0,037	0,004 (M) 0,99 (I)
*P3	M1	0,049 ± 0,017	0,059 ± 0,026	0,48 (G)
	M2	0,099 ± 0,034	0,119 ± 0,109	0,04 (M) 0,82 (I)
*P4	M1	0,044 ± 0,015	0,049 ± 0,014	0,56 (G)
	M2	0,108 ± 0,028	0,133 ± 0,123	0,02 (M) 0,68 (I)
Pz	M1	0,059 ± 0,038	0,060 ± 0,024	0,75 (G)
	M2	0,122 ± 0,073	0,108 ± 0,084	0,055 (M) 0,57 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.2.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 9- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	0,082 ± 0,053	0,068 ± 0,016	0,19 (G)
	M2	0,115 ± 0,060	0,081 ± 0,039	0,24 (M) 0,42 (I)
C4	M1	0,055 ± 0,022	0,085 ± 0,032	0,93 (G)
	M2	0,117 ± 0,080	0,085 ± 0,034	0,14 (M) 0,06 (I)
Cz	M1	0,052 ± 0,016	0,051 ± 0,020	0,26 (G)
	M2	0,134 ± 0,111	0,090 ± 0,053	0,051 (M) 0,34 (I)
F3	M1	0,049 ± 0,015	0,049 ± 0,015	0,26 (G)
	M2	0,107 ± 0,086	0,067 ± 0,024	0,06 (M) 0,23 (I)
*F7	M1	0,034 ± 0,011	0,028 ± 0,007	0,24 (G)
	M2	0,069 ± 0,047	0,048 ± 0,016	0,02 (M) 0,26 (I)
P3	M1	0,067 ± 0,039	0,061 ± 0,020	0,35 (G)
	M2	0,153 ± 0,128	0,121 ± 0,098	0,13 (M) 0,53 (I)
*P4	M1	0,054 ± 0,017	0,047 ± 0,006	0,81 (G)
	M2	0,111 ± 0,056	0,132 ± 0,124	0,03 (M) 0,58 (I)
Pz	M1	0,059 ± 0,019	0,069 ± 0,027	0,99 (G)
	M2	0,142 ± 0,112	0,132 ± 0,114	0,08 (M) 0,64 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.
P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.2.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 10- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	0,080 \pm 0,071	0,067 \pm 0,023	0,41 (G)
	M2	0,099 \pm 0,063	0,066 \pm 0,015	0,29 (M) 0,30 (I)
C4	M1	0,078 \pm 0,048	0,064 \pm 0,014	0,48 (G)
	M2	0,092 \pm 0,049	0 079 \pm 0,031	0,20 (M) 0,85 (I)
Cz	M1	0,054 \pm 0,028	0,052 \pm 0,014	0,81 (G)
	M2	0,095 \pm 0,058	0,089 \pm 0,061	0,051(M) 0,85 (I)
*F3	M1	0,049 \pm 0,020	0,046 \pm 0,014	0,83 (G)
	M2	0,080 \pm 0,040	0,088 \pm 0,050	0,01 (M) 0,58 (I)
*F7	M1	0,034 \pm 0,010	0,032 \pm 0,008	0,92 (G)
	M2	0,056 \pm 0,028	0,060 \pm 0,032	0,03 (M) 0,66 (I)
*P3	M1	0,054 \pm 0,024	0,058 \pm 0,021	0,90 (G)
	M2	0,111 \pm 0,058	0,117 \pm 0,102	0,01 (M) 0,96 (I)
*P4	M1	0,065 \pm 0,029	0,050 \pm 0,014	0,23 (G)
	M2	0,111 \pm 0,049	0,085 \pm 0,059	0,008 (M) 0,67 (I)
*Pz	M1	0,058 \pm 0,038	0,051 \pm 0,007	0,38 (G)
	M2	0,113 \pm 0,063	0,081 \pm 0,044	0,009 (M) 0,18 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.2.5 Gesto neutro 1/Salto alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 11 estão apresentados os valores de média e erro padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpo.

Tabela 11- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μv) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto alternando pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	0,11 \pm 0,03	0,09 \pm 0,02	0,90
C4	0,08 \pm 0,02	0,08 \pm 0,02	0,80
Cz	0,09 \pm 0,03	0,09 \pm 0,02	1,00
F3	0,08 \pm 0,02	0,08 \pm 0,01	0,62
F7	0,06 \pm 0,01	0,04 \pm 0,007	0,45
P3	0,10 \pm 0,03	0,16 \pm 0,06	0,38
P4	0,10 \pm 0,02	0,11 \pm 0,03	0,90
Pz	0,10 \pm 0,03	0,15 \pm 0,05	0,80

10.2.6 Gesto neutro 2/Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 12 estão apresentados os valores de média e erro padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpo

Tabela 12- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo alfa (em μv) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto com dois pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	0,08 \pm 0,01	0,08 \pm 0,01	1,00
C4	0,08 \pm 0,01	0,07 \pm 0,01	0,71
Cz	0,08 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	1,00
F3	0,06 \pm 0,01	0,08 \pm 0,02	1,00
F7	0,05 \pm 0,006	0,06 \pm 0,01	0,80
P3	0,10 \pm 0,03	0,13 \pm 0,04	0,38
P4	0,11 \pm 0,03	0,14 \pm 0,04	0,62
Pz	0,10 \pm 0,03	0,11 \pm 0,03	0,45

10.3 Principal componente da frequência no ritmo Alfa

10.3.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 13-valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos diferentes momentos nos oito pontos na tarefa dança 1

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	12,0 ± 0,8	11,4 ± 0,9	0,75 (G)
	M2	10,9 ± 0,7	11,3 ± 0,6	0,02 (M) 0,22 (I)
C4	M1	10,5 ± 1,0	10,9 ± 0,6	0,73 (G)
	M2	10,9 ± 0,3	10,8 ± 0,3	0,25 (M) 0,34 (I)
Cz	M1	9,8 ± 1,5	9,6 ± 1,4	0,41 (G)
	M2	10,6 ± 0,2	10,0 ± 1,4	0,11 (M) 0,67 (I)
*F3	M1	9,2 ± 0,4	10,6 ± 1,3	0,47 (G)
	M2	10,5 ± 0,7	9,8 ± 1,2	0,47 (M) 0,01 (I)
F7	M1	9,6 ± 0,47	10,8 ± 1,5	0,34 (G)
	M2	10,6 ± 0,6	10,0 ± 1,4	0,70 (M) 0,18 (I)
P3	M1	11,4 ± 0,9	10,6 ± 1,2	0,16 (G)
	M2	11,4 ± 0,8	10,3 ± 1,5	0,70 (M) 0,81 (I)
P4	M1	10,5 ± 1,5	10,4 ± 1,4	0,74 (G)
	M2	10,9 ± 1,4	10,4 ± 0,9	0,53 (M) 0,50 (I)
Pz	M1	10,6 ± 1,1	9,7 ± 0,5	0,24 (G)
	M2	11,1 ± 0,5	10,3 ± 1,3	0,21 (M) 0,85 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.3.2 Vôlei 1

No gesto vôlei 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 14- valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	10,0 ± 1,5	10,1 ± 1,5	0,81 (G)
	M2	10,2 ± 1,1	10,2 ± 1,2	0,85 (M) 0,92 (I)
C4	M1	10,2 ± 1,6	11,4 ± 0,7	0,19 (G)
	M2	11,0 ± 1,1	11,1 ± 0,3	0,63 (M) 0,16 (I)
*Cz	M1	9,7 ± 1,2	9,0 ± 1,3	0,25 (G)
	M2	10,8 ± 1,0	9,9 ± 1,4	0,03 (M) 0,67 (I)
F3	M1	9,8 ± 1,5	9,7 ± 1,7	0,86 (G)
	M2	10,2 ± 1,1	10,1 ± 0,7	0,42 (M) 1,00 (I)
F7	M1	10,2 ± 1,5	9,7 ± 2,2	0,55 (G)
	M2	10,5 ± 1,4	10,2 ± 1,3	0,58 (M) 0,85 (I)
*P3	M1	9,7 ± 1,7	10,0 ± 1,7	0,43 (G)
	M2	11,1 ± 1,0	11,7 ± 1,0	0,02 (M) 0,76 (I)
P4	M1	10,6 ± 1,4	10,7 ± 2,0	0,92 (G)
	M2	11,1 ± 1,0	10,8 ± 1,2	0,56 (M) 0,57 (I)
Pz	M1	9,9 ± 1,6	9,9 ± 1,6	0,91 (G)
	M2	10,6 ± 1,1	10,5 ± 1,5	0,15 (M) 0,83 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.3.3 Dança 2

No gesto dança 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 15 - valores de média e erro padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	9,9 ± 1,5	10,9 ± 0,4	0,02 (G)
	M2	10,4 ± 1,2	11,0 ± 0,8	0,35 (M) 0,78 (I)
C4	M1	10,4 ± 1,6	10,5 ± 1,0	0,48 (G)
	M2	10,6 ± 1,2	11,2 ± 0,3	0,22 (M) 0,63 (I)
*Cz	M1	11,1 ± 2,3	8,9 ± 1,6	0,03 (G)
	M2	10,9 ± 1,2	10,4 ± 1,5	0,25 (M) 0,34 (I)
F3	M1	9,2 ± 1,4	10,4 ± 1,3	0,22 (G)
	M2	10,5 ± 1,3	10,6 ± 1,3	0,29 (M) 0,15 (I)
F7	M1	9,6 ± 1,6	9,6 ± 0,8	0,35 (G)
	M2	10,0 ± 1,4	11,0 ± 1,1	0,10 (M) 0,47(I)
P3	M1	9,8 ± 1,3	10,2 ± 1,4	0,67 (G)
	M2	11,1 ± 0,8	11,1 ± 1,1	0,08 (M) 0,53 (I)
P4	M1	11,4 ± 0,8	10,7 ± 1,0	0,35 (G)
	M2	11,2 ± 1,1	10,8 ± 1,8	0,91 (M) 0,83(I)
*Pz	M1	9,8 ± 1,6	9,5 ± 1,1	0,95 (G)
	M2	11,1 ± 1,6	11,4 ± 1,3	0,02 (M) 0,61 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.
P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.3.4 Vôlei 2

No gesto vôlei 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 16 - valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	10,6 ± 1,1	11,4 ± 0,7	0,03 (G)
	M2	10,6 ± 0,6	11,7 ± 0,6	0,69 (M) 0,64 (I)
*C4	M1	11,5 ± 0,3	11,4 ± 0,4	0,46 (G)
	M2	10,8 ± 0,8	11,2 ± 0,7	0,02 (M) 0,20 (I)
*Cz	M1	10,2 ± 1,0	10,9 ± 1,5	0,17 (G)
	M2	10,8 ± 0,7	11,7 ± 0,7	0,04 (M) 0,65 (I)
F3	M1	10,3 ± 1,2	10,7 ± 1,8	0,44 (G)
	M2	10,3 ± 1,5	10,8 ± 1,2	0,92 (M) 0,93 (I)
F7	M1	10,3 ± 1,5	10,1 ± 1,8	0,53 (G)
	M2	9,5 ± 1,1	10,7 ± 1,0	0,84 (M) 0,052 (I)
P3	M1	11,0 ± 0,8	11,3 ± 1,3	0,34 (G)
	M2	10,7 ± 1,2	11,3 ± 1,2	0,72 (M) 0,68 (I)
P4	M1	11,3 ± 0,7	10,7 ± 1,3	0,83 (G)
	M2	11,2 ± 1,1	11,6 ± 0,9	0,29 (M) 0,25 (I)
Pz	M1	10,9 ± 1,1	10,8 ± 1,8	0,47 (G)
	M2	10,6 ± 1,2	11,5 ± 1,1	0,63 (M) 0,32 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.3.5 Gesto neutro 1/Salto alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 17 estão apresentados os valores de média e desvio padrão principal componente de frequência do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Foi encontrada diferença significativa entre os grupos no ponto C4 ($p= 0,02$).

Tabela 17- valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto alternando pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	9,7 ± 1,0	9,8 ± 1,4	0,90
*C4	9,6 ± 1,1	11,2 ± 0,9	0,02
Cz	10,0 ± 0,9	10,8 ± 1,1	0,16
F3	9,3 ± 0,8	10,2 ± 1,3	0,16
F7	10,4 ± 1,6	10,1 ± 1,3	1,00
P3	10,3 ± 1,5	10,8 ± 1,3	0,71
P4	9,9 ± 1,0	11,1 ± 0,6	0,07
Pz	10,3 ± 1,1	11,1 ± 0,8	0,20

10.3.6 Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo alfa extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 18 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da frequência do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse nos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos.

Tabela 18- valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto com dois pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	10,3 ± 1,1	10,8 ± 1,3	0,053
C4	10,2 ± 1,2	11,1 ± 0,5	0,20
Cz	10,1 ± 1,3	10,6 ± 1,2	0,053
F3	10,5 ± 1,0	10,4 ± 1,5	0,80
F7	10,4 ± 1,4	10,0 ± 1,5	0,62
P3	10,4 ± 1,3	10,9 ± 1,4	0,45
P4	11,5 ± 0,9	11,0 ± 0,9	0,12
Pz	10,7 ± 1,2	10,1 ± 1,3	0,53

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

***diferença significativa**

10.4 Amplitude do sinal no ritmo Gama

10.4.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 19- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μV) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	0,030 ± 0,005	0,018 ± 0,005	0,002 (G)
	M2	0,025 ± 0,002	0,017 ± 0,002	0,03 (M) 0,24 (I)
*C4	M1	0 036 ± 0,01	0,020 ± 0,004	0,06 (G)
	M2	0,021 ± 0,002	0,021 ± 0,005	0,06 (M) 0,04 (I)
Cz	M1	0,018 ± 0,002	0,016 ± 0,001	0,24 (G)
	M2	0,018 ± 0,001	0,017 ± 0,002	0,52 (M) 0,32 (I)
*F3	M1	0,028 ± 0,01	0,020 ± 0,007	0,11 (G)
	M2	0,020 ± 0,002	0,015 ± 0,002	0,007 (M) 0,58 (I)
F7	M1	0,030 ± 0,01	0,022 ± 0,008	0,06 (G)
	M2	0,029 ± 0,006	0,021 ± 0,002	0,64 (M) 0,99 (I)
P3	M1	0,019 ± 0,003	0,018 ± 0,005	0,34 (G)
	M2	0,020 ± 0,0006	0,018 ± 0,002	0,65 (M) 0,83 (I)
P4	M1	0,019 ± 0,003	0,020 ± 0,009	0,45 (G)
	M2	0,018 ± 0,002	0,020 ± 0,003	0,61 (M) 0,74 (I)
*Pz	M1	0,016 ± 0,0008	0,015 ± 0,002	0,82 (G)
	M2	0,017 ± 0, 002	0,018 ± 0,002	0,008 (M) 0,19 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.4.2 Vôlei 1:

No gesto vôlei 1 o parâmetro amplitude do sinal EEG no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 20- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	0,021 \pm 0,002	0,020 \pm 0,006	0,04 (G)
	M2	0,022 \pm 0,001	0,017 \pm 0,004	0,53 (M) 0,27 (I)
C4	M1	0,019 \pm 0,006	0,018 \pm 0,002	0,41 (G)
	M2	0,020 \pm 0,003	0,017 \pm 0,001	0,90 (M) 0,60 (I)
*Cz	M1	0,016 \pm 0,005	0,015 \pm 0,002	0,48 (G)
	M2	0,018 \pm 0,005	0,016 \pm 0,003	0,01 (M) 0,51 (I)
*F3	M1	0,017 \pm 0,002	0,020 \pm 0,006	0,82 (G)
	M2	0,017 \pm 0,002	0,016 \pm 0,004	0,03 (M) 0,03 (I)
F7	M1	0,021 \pm 0,007	0,021 \pm 0,009	0,30 (G)
	M2	0,024 \pm 0,006	0,017 \pm 0,002	0,52 (M) 0,19 (I)
*P3	M1	0,013 \pm 0,002	0,018 \pm 0,005	0,02 (G)
	M2	0,017 \pm 0,004	0,020 \pm 0,003	0,02 (M) 0,31 (I)
P4	M1	0,014 \pm 0,004	0,021 \pm 0,008	0,12 (G)
	M2	0,018 \pm 0,005	0,020 \pm 0,001	0,51 (M) 0,29 (I)
*Pz	M1	0,013 \pm 0,0007	0,015 \pm 0,002	0,70 (G)
	M2	0,017 \pm 0,004	0,016 \pm 0,002	0,001 (M) 0,32 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.4.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro amplitude do sinal EEG no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 21- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	0,023 \pm 0,009	0,017 \pm 0,006	0,14 (G)
	M2	0,020 \pm 0,006	0,019 \pm 0,006	0,69 (M) 0,18 (I)
C4	M1	0,034 \pm 0,024	0,017 \pm 0,005	0,07 (G)
	M2	0,024 \pm 0,007	0,019 \pm 0,006	0,35 (M) 0,19 (I)
Cz	M1	0,016 \pm 0,005	0,015 \pm 0,003	0,86 (G)
	M2	0,018 \pm 0,005	0,019 \pm 0,005	0,055 (M) 0,46 (I)
F3	M1	0,038 \pm 0,032	0,020 \pm 0,006	0,18 (G)
	M2	0,019 \pm 0,005	0,015 \pm 0,003	0,06 (M) 0,31 (I)
F7	M1	0,023 \pm 0,01	0,020 \pm 0,011	0,09 (G)
	M2	0,028 \pm 0,002	0,020 \pm 0,003	0,56 (M) 0,23 (I)
P3	M1	0,022 \pm 0,01	0,017 \pm 0,004	0,88 (G)
	M2	0,017 \pm 0,005	0,021 \pm 0,006	0,82 (M) 0,21 (I)
P4	M1	0,020 \pm 0,01	0,018 \pm 0,005	0,89 (G)
	M2	0,019 \pm 0,005	0,022 \pm 0,007	0,47 (M) 0,35 (I)
Pz	M1	0,018 \pm 0,01	0,015 \pm 0,003	0,80 (G)
	M2	0,019 \pm 0,007	0,020 \pm 0,005	0,24 (M) 0,40 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.4.4 Vôlei 2:

No gesto vôlei 2 o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 22- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μv) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	0,026 \pm 0,016	0,019 \pm 0,005	0,24 (G)
	M2	0,021 \pm 0,002	0,018 \pm 0,006	0,42 (M) 0,54 (I)
C4	M1	0,029 \pm 0,017	0,020 \pm 0,004	0,18 (G)
	M2	0,024 \pm 0,009	0,019 \pm 0,004	0,45 (M) 0,56 (I)
Cz	M1	0,016 \pm 0,004	0,018 \pm 0,003	0,60 (G)
	M2	0,019 \pm 0,002	0,016 \pm 0,003	0,60 (M) 0,19 (I)
F3	M1	0,028 \pm 0,015	0,018 \pm 0,006	0,36 (G)
	M2	0,021 \pm 0,005	0,020 \pm 0,008	0,18 (M) 0,17 (I)
*F7	M1	0,024 \pm 0,010	0,016 \pm 0,004	0,03 (G)
	M2	0,030 \pm 0,010	0,023 \pm 0,005	0,06 (M) 0,70 (I)
P3	M1	0,018 \pm 0,007	0,019 \pm 0,005	0,92 (G)
	M2	0,020 \pm 0,008	0,020 \pm 0,005	0,43 (M) 0,99 (I)
P4	M1	0,019 \pm 0,007	0,022 \pm 0,007	0,62 (G)
	M2	0,019 \pm 0,006	0,020 \pm 0,005	0,78 (M) 0,64 (I)
Pz	M1	0,014 \pm 0,003	0,017 \pm 0,004	0,95 (G)
	M2	0,019 \pm 0,005	0,017 \pm 0,001	0,053 (M) 0,08 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.4.5 Gesto neutro 1/Salto alternando pés:

No gesto salto alternando pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 23 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe.

Tabela 23- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μv) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto alternando pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	0,023 \pm 0,009	0,020 \pm 0,006	0,62
C4	0,028 \pm 0,015	0,021 \pm 0,004	1,00
Cz	0,020 \pm 0,005	0,019 \pm 0,007	0,20
F3	0,021 \pm 0,007	0,019 \pm 0,006	0,90
F7	0,027 \pm 0,012	0,021 \pm 0,008	0,25
P3	0,020 \pm 0,007	0,021 \pm 0,006	0,90
P4	0,019 \pm 0,004	0,025 \pm 0,010	0,45
Pz	0,019 \pm 0,005	0,020 \pm 0,008	0,62

10.4.6 Gesto neutro 2/Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro amplitude do sinal no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 24 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe

Tabela 24- valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal EEG no ritmo gama (em μv) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto com dois pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	0,021 \pm 0,001	0,018 \pm 0,001	0,31
C4	0,022 \pm 0,005	0,022 \pm 0,002	0,25
Cz	0,017 \pm 0,0008	0,019 \pm 0,002	0,90
F3	0,021 \pm 0,003	0,019 \pm 0,002	0,80
F7	0,027 \pm 0,002	0,024 \pm 0,002	0,45
P3	0,018 \pm 0,001	0,017 \pm 0,001	0,90
P4	0,017 \pm 0,001	0,021 \pm 0,001	0,25
Pz	0,017 \pm 0,001	0,018 \pm 0,002	0,90

10.5 Principal componente da frequência no ritmo Gama

10.5.1 Dança 1:

No gesto dança 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 25 - valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	66,2 ± 3,3	50,7 ± 6,3	0,007 (G)
	M2	53,7 ± 1,6	51,8 ± 8,5	0,04 (M) 0,01 (I)
*C4	M1	81,3 ± 9,0	46,7 ± 8,1	<0,001 (G)
	M2	66,2 ± 2,2	52,4 ± 0,9	0,19 (M) <0,001 (I)
Cz	M1	47,1 ± 4,8	52,7 ± 8,3	0,18 (G)
	M2	47,6 ± 5,1	48,1 ± 4,4	0,31 (M) 0,23 (I)
F3	M1	59,3 ± 11,3	54,5 ± 13,9	0,45 (G)
	M2	51,6 ± 0,9	49,9 ± 5,9	0,07 (M) 0,69 (I)
*F7	M1	80,8 ± 8,6	56,3 ± 16,2	0,17 (G)
	M2	54,1 ± 2,3	57,8 ± 16,7	0,006 (M) 0,003 (I)
*P3	M1	74,2 ± 14,5	56,0 ± 17,5	0,08 (G)
	M2	55,0 ± 3,6	49,5 ± 7,3	0,02 (M) 0,12 (I)
P4	M1	59,5 ± 15,9	51,8 ± 7,9	0,27 (G)
	M2	49,5 ± 1,2	49,4 ± 7,0	0,09 (M) 0,32 (I)
*Pz	M1	61,4 ± 17,3	50,9 ± 8,8	0,12 (G)
	M2	51,0 ± 1,5	46,1 ± 6,0	0,04 (M) 0,56 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.5.2 Vôlei 1:

No gesto vôlei 1 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 26 - valores de média e desvio padrão e mediana da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 1.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
C3	M1	62,5 ± 20,2	59,6 ± 18,2	0,77 (G)
	M2	59,0 ± 14,5	55,9 ± 12,0	0,41 (M) 0,98 (I)
C4	M1	56,6 ± 16,7	48,0 ± 1,5	0,06 (G)
	M2	71,7 ± 18,0	51,1 ± 8,1	0,06 (M) 0,13 (I)
*Cz	M1	46,0 ± 3,4	54,4 ± 6,7	0,40 (G)
	M2	56,6 ± 12,0	53,2 ± 7,2	0,26 (M) 0,02 (I)
F3	M1	46,3 ± 4,2	58,2 ± 17,5	0,88 (G)
	M2	59,1 ± 20,4	49,2 ± 8,3	0,68 (M) 0,10 (I)
F7	M1	61,6 ± 10,3	54,4 ± 11,7	0,26 (G)
	M2	67,0 ± 12,1	59,1 ± 15,7	0,31 (M) 0,92 (I)
P3	M1	56,6 ± 11,9	59,1 ± 16,8	0,53 (G)
	M2	48,4 ± 6,3	53,0 ± 8,1	0,09 (M) 0,84 (I)
*P4	M1	44,8 ± 4,5	49,2 ± 5,6	0,79 (G)
	M2	58,3 ± 13,9	56,0 ± 11,9	0,04 (M) 0,43 (I)
Pz	M1	55,7 ± 12,5	44,8 ± 3,3	0,19 (G)
	M2	58,7 ± 11,8	56,1 ± 11,8	0,20 (M) 0,26 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

*diferença significativa

10.5.3 Dança 2:

No gesto dança 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 27-- valores de média e desvio padrão e da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa dança 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	65,7 ± 18,0	47,9 ± 5,4	0,04 (G)
	M2	60,1 ± 16,4	51,0 ± 7,6	0,60 (M) 0,25 (I)
*C4	M1	68,9 ± 22,5	50,3 ± 3,7	0,01 (G)
	M2	61,3 ± 14,1	48,3 ± 3,5	0,40 (M) 0,67 (I)
Cz	M1	55,1 ± 20,8	47,1 ± 5,9	0,86 (G)
	M2	46,9 ± 3,3	56,2 ± 9,3	0,91 (M) 0,053 (I)
F3	M1	50,3 ± 5,5	51,6 ± 11,0	0,62 (G)
	M2	55,0 ± 12,5	49,2 ± 8,6	0,77 (M) 0,36 (I)
*F7	M1	77,2 ± 18,1	49,7 ± 5,5	0,01 (G)
	M2	51,0 ± 6,6	48,6 ± 6,4	0,03 (M) 0,02 (I)
P3	M1	59,1 ± 13,8	56,6 ± 8,8	0,42 (G)
	M2	58,5 ± 12,6	54,2 ± 10,7	0,56 (M) 0,85 (I)
P4	M1	58,5 ± 21,8	52,4 ± 5,2	0,65 (G)
	M2	49,6 ± 7,7	53,0 ± 7,9	0,37 (M) 0,47 (I)
Pz	M1	62,2 ± 20,6	50,4 ± 8,2	0,33 (G)
	M2	51,3 ± 11,4	54,5 ± 10,2	0,47 (M) 0,09 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.5.4 Vôlei 2:

No gesto vôlei 2 o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliado em dois momentos: o primeiro momento relativo à fase de observação do gesto (M1) e o segundo momento relativo à imaginação do gesto (M2).

Tabela 28 -- valores de média e desvio padrão da principal componente de frequência do sinal EEG (em Hz) dos grupos nos dois momentos nos oito pontos na tarefa vôlei 2.

Pontos	Momentos	TD	TV	P
*C3	M1	62,0 ± 14,2	50,0 ± 4,6	0,68 (G)
	M2	49,8 ± 5,3	67,1 ± 19,7	0,67 (M)
				0,001 (I)
C4	M1	63,2 ± 18,5	47,7 ± 5,6	0,059 (G)
	M2	65,0 ± 13,6	52,9 ± 7,3	0,33 (M)
				0,63 (I)
Cz	M1	55,2 ± 13,5	45,0 ± 4,5	0,13 (G)
	M2	54,7 ± 8,3	53,0 ± 3,4	0,31 (M)
				0,14 (I)
F3	M1	53,0 ± 7,3	53,1 ± 7,7	0,44 (G)
	M2	60,5 ± 19,1	55,7 ± 10,7	0,25 (M)
				0,67 (I)
F7	M1	60,9 ± 19,7	54,3 ± 6,0	0,43 (G)
	M2	63,7 ± 16,6	62,1 ± 3,3	0,44 (M)
				0,64 (I)
*P3	M1	65,7 ± 16,9	49,7 ± 9,5	0,31 (G)
	M2	54,5 ± 9,8	55,9 ± 10,9	0,62 (M)
				0,003 (I)
P4	M1	53,8 ± 6,6	46,9 ± 5,7	0,39 (G)
	M2	57,5 ± 12,8	55,8 ± 14,6	0,052 (M)
				0,65 (I)
Pz	M1	48,5 ± 5,4	47,2 ± 5,7	0,20 (G)
	M2	46,4 ± 3,7	55,3 ± 10,3	0,13 (M)
				0,15 (I)

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei; M1: visualização; M2: imaginação.

P: Grupo (G); Momentos (M); Interação (INT)

***diferença significativa**

10.5.5 Gesto neutro 1/Salto Alternando pés

No gesto salto alternando pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 29 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe.

Tabela 29- valores de média e DP da principal componente de frequência do sinal EEG no ritmo gama (em Hz) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto alternando pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	55,7 ± 19,3	48,1 ± 8,0	0,53
C4	49,8 ± 10,7	51,2 ± 12,3	0,90
Cz	48,8 ± 7,9	51,4 ± 10,6	0,71
F3	52,8 ± 14,2	52,0 ± 10,6	0,80
F7	53,3 ± 10,4	69,2 ± 19,6	0,12
P3	46,8 ± 8,7	61,9 ± 18,1	0,07
P4	49,8 ± 8,5	52,3 ± 9,7	0,62
Pz	47,5 ± 8,7	48,7 ± 9,6	0,71

10.5.6 Gesto neutro 2/Salto com dois pés

No gesto salto com dois pés o parâmetro/principal componente da frequência no ritmo gama extraído da ativação cortical dos grupos (TD e TV) foi avaliada apenas através da imaginação do gesto motor. Na tabela 30 estão apresentados os valores de média e desvio padrão da amplitude do sinal eletroencefalográfico no intervalo de interesse dos oito pontos no escalpo. Não foram encontradas diferenças significativas entre os grupos em nenhum dos oito pontos no escalpe.

Tabela 30- valores de média e DP da principal componente de frequência do sinal EEG no ritmo gama (em Hz) dos grupos nos oito pontos na tarefa salto com dois pés.

Pontos	TD	TV	P
C3	52,5 ± 5,0	51,3 ± 5,6	0,38
C4	53,6 ± 8,0	52,6 ± 6,3	0,80
Cz	47,7 ± 2,7	53,5 ± 2,0	0,12
F3	61,4 ± 6,8	54,4 ± 6,3	0,45
F7	62,5 ± 7,4	61,1 ± 7,0	0,90
P3	57,5 ± 4,9	53,1 ± 3,1	0,80
*P4	46,9 ± 4,2	55,4 ± 4,3	0,01
Pz	55,8 ± 3,8	48,9 ± 2,8	0,31

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei

*diferença significativa

10.5.7 Resultados das análises de interação de fatores

10.5.7.1 Comparações entre grupos

Tabela 31- valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro média de energia do sinal EEG.

Parâmetro	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Média de energia (joules/Hz)	CD	*C3	TD_M1 x TV_M1	0,002
			TD_M2 x TV_M2	0,007
Média de energia (joules/Hz)	CD	P4	TD_M1 x TV_M1	0,12
			TD_M2 x TV_M2	0,53
Média de energia (joules/Hz)	CV	P3	TD_M1 x TV_M1	0,80
			TD_M2 x TV_M2	0,90
Média de energia (joules/Hz)	CV	P4	TD_M1 x TV_M1	0,71
			TD_M2 x TV_M2	0,90
Média de energia (joules/Hz)	CV	Pz	TD_M1 x TV_M1	0,80
			TD_M2 x TV_M2	0,62

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

CD: dança 1; CV: complexo vôlei.

***diferença significativa**

Tabela 32- valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro amplitude do sinal EEG.

	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Ritmo gama (μ v)	CD	*C4	TD_M1 x TV_M1	0,03
			TD_M2 x TV_M2	0,80
Ritmo gama (μ v)	CV	F3	TD_M1 x TV_M1	0,20
			TD_M2 x TV_M2	0,71

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

CD: dança 1; CV: complexo vôlei.

***diferença significativa**

Tabela 33- valores de p na comparação entre grupos na interação de fatores no parâmetro principal componente da frequência do sinal EEG.

	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Ritmo alfa (Hz)	CD	*F3	TD_M1 x TV_M1	0,02
			TD_M2 x TV_M2	0,31
Ritmo gama (Hz)	CD	*C3	TD_M1 x TV_M1	0,007
			TD_M2 x TV_M2	0,71
Ritmo gama (Hz)	CD	*C4	TD_M1 x TV_M1	0,002
			TD_M2 x TV_M2	0,01
Ritmo gama (Hz)	CD	*F7	TD_M1 x TV_M1	0,03
			TD_M2 x TV_M2	0,80
Ritmo gama (Hz)	CV	Cz	TD_M1 x TV_M1	0,16
			TD_M2 x TV_M2	0,71
Ritmo gama (Hz)	SD	*F7	TD_M1 x TV_M1	0,02
			TD_M2 x TV_M2	0,71
Ritmo gama (Hz)	SV	C3	TD_M1 x TV_M1	0,45
			TD_M2 x TV_M2	0,25
Ritmo gama (Hz)	SV	P3	TD_M1 x TV_M1	0,12
			TD_M2 x TV_M2	0,45

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

CD: dança 1; CV: complexo vôlei.

***diferença significativa**

10.5.7.2 Comparações entre os momentos

Tabela 34- valores de p na comparação entre momentos na interação de fatores no parâmetro média de energia do sinal EEG.

Parâmetro	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Média de energia (joules/Hz)	CD	*C3	TD_M1 x M2	0,17
			TV_M1 x M2	0,01
Média de energia (joules/Hz)	CD	P4	TD_M1 x M2	0,61
			TV_M1 x M2	0,04
Média de energia (joules/Hz)	CV	*P3	TD_M1 x M2	0,02
			TV_M1 x M2	0,91
Média de energia (joules/Hz)	CV	P4	TD_M1 x M2	0,12
			TV_M1 x M2	0,49
Média de energia (joules/Hz)	CV	*Pz	TD_M1 x M2	0,02
			TV_M1 x M2	0,80

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

CD: dança 1; CV: complexo vôlei.

***diferença significativa**

Tabela 35- valores de p na comparação entre momentos na interação de fatores no parâmetro amplitude do sinal EEG.

	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Ritmo gama (μ v)	CD	*C4	TD_M1 x M2	0,04
			TV_M1 x M2	0,06
Ritmo gama (μ v)	CV	*F3	TD_M1 x M2	0,31
			TV_M1 x M2	0,01

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.

CD: dança 1; CV: complexo vôlei.

***diferença significativa**

Tabela 36- valores de p na comparação entre momentos na interação de fatores no parâmetro principal componente da frequência do sinal EEG.

	Tarefa	Pontos	Momentos	P
Ritmo alfa (Hz)	CD	*F3	TD_M1 x M2	0,02
			TV_M1 x M2	0,31
Ritmo gama (Hz)	CD	C3	TD_M1 x M2	0,06
			TV_M1 x M2	0,46
Ritmo gama (Hz)	CD	*C4	TD_M1 x M2	0,17
			TV_M1 x M2	0,04
Ritmo gama (Hz)	CD	*F7	TD_M1 x M2	0,02
			TV_M1 x M2	0,31
Ritmo gama (Hz)	CV	Cz	TD_M1 x M2	0,16
			TV_M1 x M2	0,71
Ritmo gama (Hz)	SD	*F7	TD_M1 x M2	0,06
			TV_M1 x M2	0,73
Ritmo gama (Hz)	SV	C3	TD_M1 x M2	0,31
			TV_M1 x M2	0,06
Ritmo gama (Hz)	SV	P3	TD_M1 x M2	0,06
			TV_M1 x M2	0,17

TD: treinamento em dança; TV: treinamento em vôlei.
 CD: dança 1; CV: complexo vôlei; SD: simples dança; CV: simples vôlei.
***diferença significativa**

Anexo 2

Questionário do projeto sobre habilidades percepto-motoras distintas.

Código de identificação do voluntário: _____

A) Qual sua faixa etária? ¹ () 18-21 ² () 22-25 ³ () 26-29

B) Naturalidade:

⁴ () Capital Gaúcha ⁵ () Outra Região do estado ⁶ () Outro estado

C) Realiza atividades ao ar livre? (se considerar necessário, marque mais do que uma alternativa nesta questão)

- ⁷ () Todos os dias
⁸ () Três vezes por semana
⁹ () Duas vezes por semana
¹⁰ () Uma vez por semana
¹¹ () Poucas vezes por mês
¹² () Raramente
¹³ () Nunca

D) Na sua infância, como você se classificaria em relação à realização de atividades físicas?

- ¹⁴ () Rica em atividades ao ar livre (subindo em árvores, correndo, etc.)
¹⁵ () Poucas atividades ao ar livre
¹⁶ () Brincava mais dentro de casa (jogos, vídeo games, etc.)

E) Pratica alguma atividade física individual?

- ¹⁷ () Sim (quais: _____)
¹⁸ () Não, mas já pratiquei (quais: _____ Durante: ___anos e ___meses)
¹⁹ () Não, nunca pratiquei

F) Se respondeu afirmativamente a questão anterior indique a frequência. (se considerar necessário, marque mais do que uma alternativa nesta questão)

- ²⁰ () Diariamente
²¹ () Três vezes por semana
²² () Duas vezes por semana
²³ () Uma vez por semana
²⁴ () Poucas vezes por mês
²⁵ () Raramente
²⁶ () Nunca

G) Pratica algum esporte coletivo?

- ²⁷ () Sim (quais: _____)
²⁸ () Não, mas já pratiquei (quais: _____ Durante: ___anos e ___meses)
²⁹ () Não, nunca pratiquei

H) Se respondeu afirmativamente a questão anterior indique a frequência. (se considerar necessário, marque mais do que uma alternativa nesta questão)

- ³⁰ () Diariamente

- ³¹ () Frequentemente
- ³² () Nos finais de semana
- ³³ () As vezes
- ³⁴ () Quase nunca

I) Como você se classifica em relação a sua preferência dos membros superiores?

- ³⁵ () Destro/direita
- ³⁶ () Canhoto/esquerda

J) Você trabalha?

- ³⁷ () Sim , turno integral
- ³⁸ () Sim, turno parcial
- ³⁹ () Sim, estagiário
- ⁴⁰ () Sim, autônomo em horários variáveis
- ⁴¹ () Apenas estudo

K) Como você está se sentindo, fisicamente, hoje? (se considerar necessário, marque mais do que uma alternativa nesta questão)

- ⁴² () Muito bem disposto/descansado
- ⁴³ () Bem disposto/descansado
- ⁴⁴ () Nem disposto nem indisposto
- ⁴⁵ () Um pouco indisposto/cansado
- ⁴⁶ () Muito indisposto/Cansado

L) Como você está se sentindo, emocionalmente, hoje? (se considerar necessário, marque mais do que uma alternativa nesta questão)

- ⁴⁷ () Muito feliz/ tranquilo
- ⁴⁸ () Feliz/ tranquilo
- ⁴⁹ () Nem feliz nem infeliz
- ⁵⁰ () Triste/apreensivo
- ⁵¹ () Muito triste ou apreensivo

M) Utilizou alguma droga ou medicamento de efeito psicotrópico, nos últimos dias?

- ⁵² () Sim, utilizei neste período em doses elevadas
- ⁵³ () Sim, utilizei moderadamente neste período
- ⁵⁴ () Sim, utilizei em doses baixas
- ⁵⁵ () Utilizo, mas não utilizei neste período
- ⁵⁶ () Nunca utilizo

N) Se respondeu afirmativamente a questão anterior indique em que período foi usado/a pela última vez?

- ⁵⁷ () Nas últimas 12 horas
- ⁵⁸ () Nas últimas 24 horas
- ⁵⁹ () Nas últimas 36 horas
- ⁶⁰ () Nas últimas 48 horas
- ⁶¹ () Nas últimas 72 horas

Anexo 3

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

**COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
CEP/FUCS**

Of.CEP/FUCS- 0108/2008

Caxias do Sul, 10 de Setembro de 2008.

O Comitê de Ética em Pesquisa da Fundação Universidade de Caxias do Sul, que é reconhecido pela CONEP, analisou o projeto:

Projeto: 021/08**Pesquisadores Responsáveis:** Marilda Spindola Chiamonte**Título:**“Eletroencefalografia como instrumento avaliador de habilidade Visoespacial”

Este projeto foi **APROVADO** em seus aspectos éticos e metodológicos, inclusive quanto ao seu Termo de Consentimento Livre e Esclarecido- Versão Aprovada CEP/FUCS, datada de 09/09/08-, de acordo com as Diretrizes e Normas Internacionais e Nacionais, especialmente as Resoluções 196/96 e complementares do Conselho Nacional de Saúde.

Atenciosamente



Prof. Giovana Mendes de Oliveira
Coordenadora CEP/FUCS



CIDADE UNIVERSITÁRIA
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – B. Petrópolis – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Telefone / Telefax PABX (54) 3218 2100 – www.ucs.br
Entidade Mantenedora: Fundação Universidade de Caxias do Sul – CNPJ 88 648 761/0001-03 – CGC/TE 029/0089530

COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL
Parecer Consubstanciado

REAVALIAÇÃO DE PROJETO

Título do Projeto:

Eletroencefalografia como instrumento avaliador de habilidade visoespacial

Pesquisador Responsável: **Marilda Spindola Chiaramonte**

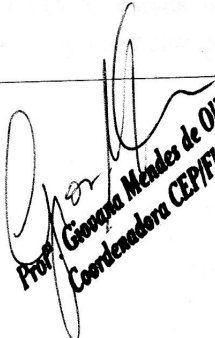
Data do Primeiro Parecer: 05/08/2008 Cadastro CEP/FUCS: 021/08 Data Parecer : 12/09/2008

Objetivo:

Abordar o funcionamento cognitivo humano, focalizando os processos que envolvam o raciocínio lógico-espacial, com medidas da atenção e percepção visoespacial, através de instrumentação eletroencefalográfica - EEG

Avaliação do Projeto

Após receber e avaliar criteriosamente os esclarecimentos e dados apresentados foi verificado que os mesmos atendem às recomendações apresentadas. Desta forma este parecer é favorável a aprovação do projeto.


Prof. Giovanna Mendes de Oliveira
Coordenadora CEP/FUCS

Anexo 4

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO INFORMADO

Você está sendo convidado a participar de um estudo sobre a atividade cerebral durante a tarefa de assistir a um vídeo de movimento e imaginação deste movimento. O qual pretende analisar o padrão eletroencefálico adquirido com a prática do vôlei e do balé. Todas as ações, pensamentos e emoções refletem atividades dos neurônios. Essa atividade pode ser entendida como a eletricidade gerada quando um neurônio se comunica com o outro passando uma informação adiante. O sinal eletroencefálico é o registro dessa atividade neural através de eletrodos colocados no couro cabeludo. Neste sentido, pedimos para que você leia este documento e esclareça suas dúvidas antes de consentir em participar do estudo assinando o presente Termo. Informamos que o Termo é elaborado em duas vias, uma ficando com você e outra com o pesquisador.

Justificativa:

Este estudo justifica-se na necessidade de investigação de aspectos cognitivos mais específicos, buscando melhorar a identificação e compreensão das adaptações neurais decorrentes de processamento neural específico relativo às aprendizagens motoras distintas.

Objetivo do Estudo:

Comparar o padrão de atividade eletroencefálica entre bailarinas e jogadoras de vôlei.

Procedimentos:

Primeiramente, você irá responder a um questionário sobre seus hábitos de atividades físicas e estado emocional. Você colocará uma touca plástica com os eletrodos, e será orientado a permanecer sentado dentro de um ambiente livre de interferências externas. Não há a necessidade de raspar nem lavar o cabelo após a coleta, pois é utilizada uma pasta a base de água entre cada eletrodo e o couro cabeludo. Essa pasta sai com a simples escovação dos cabelos.

Você será avaliado, por meio de método não-invasivo (sem perfurações), da atividade eletroencefálica durante execução de um teste que consiste em: a) permanecer sentado confortavelmente de olhos fechados durante cinco minutos; b) imaginar que está executando

uma sequência de saltos alternando uma perna com a outra; c) e imaginar que está executando uma sequência de saltos com as duas pernas juntas; e d) assistir a quatro vídeos contendo movimentos: d.1)uma jogadora de vôlei executando uma recepção simples de bola; d.2)outro dessa jogadora executando uma recepção complexa; d.3)uma bailarina executando uma pirueta/giro simples sobre um pé e d.4)outro dessa bailarina executando um giro complexo sobre um pé. Cada cena tem uma duração de aproximadamente 10s. Depois da cena haverá um intervalo de 10 segundos, com a tela sem projeção, onde você terá que se imaginar executando o movimento que acabou de assistir. O início e o final desse tempo serão marcados através de sinais sonoros. Você deverá realizar essa imaginação de olhos fechados. Antes da coleta haverá um período de familiarização com o experimento, durante o qual todas as dúvidas serão sanadas. A duração da coleta é de aproximadamente 50 minutos.

É importante que nas 24 horas que antecedem a coleta de dados, você evite fumar, ingerir bebidas alcoólicas, café, chás ou faça uso de algum tipo de droga lícita ou ilícita.

Local de coleta

A coleta será realizada no Laboratório de Biosinais do Curso de Engenharia Elétrica da Universidade de Caxias do Sul (UCS), Campus da Região dos Vinhedos (CARVI) em Bento Gonçalves. Será oferecido transporte aos participantes da pesquisa em horário a ser combinado com cada participante.

Riscos:

As etapas do estudo não oferecem riscos adicionais à saúde, além daqueles enfrentados normalmente no cotidiano da vida diária e tão pouco o expõe a situações de constrangimento. A possibilidade de choque elétrico é muito remota nesse tipo de procedimento. Entretanto, para garantir uma maior segurança, será utilizado um sistema de prevenção de choque.

Benefícios do estudo:

Este estudo pretende contribuir para as descobertas sobre padrões de organização e funcionamento do controle motor humano.

Confidencialidade:

Os dados ficarão resguardados ao pesquisador responsável e protegidos de revelação, não sendo autorizado o uso das informações de identificação recolhidas.

Voluntariedade:

A recusa do sujeito participante deste estudo será sempre respeitada, possibilitando que seja interrompida a rotina de avaliações a qualquer momento, a critério do participante, sem qualquer prejuízo ao mesmo.

Novas informações:

A qualquer momento, o participante poderá requisitar informações esclarecedoras sobre o estudo, através de contato com os pesquisadores.

Pesquisadores responsáveis:

O pesquisador responsável por este estudo é o Professor orientador Ricardo Demétrio de Souza Petersen da Escola de Educação Física da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Maiores informações também podem ser esclarecidas com o pesquisador responsável Ricardo Petersen (telefone: 51- 3308-5822), ou sua aluna a pesquisadora Cláudia Daronch (telefone: 51-9328-9008 ou 51-3407-9008).

Caso sinta que seus direitos foram violados, você poderá entrar em contato com o Comitê de Ética em Pesquisa (telefone: 51-3308-3629).

DECLARAÇÃO

Eu, _____, tendo lido as informações oferecidas acima e tendo sido esclarecido das questões referentes ao estudo, declaro que desejo participar livremente do presente estudo.

Assinatura do Participante _____

Assinatura do Pesquisador: _____

Data _____
