

UNIVERSIDADE DE TRÁS OS MONTES E ALTO DOURO

CARLOS MANUEL MARQUES DA SILVA

VISUALIZAÇÃO MENTAL

Estudo Electromiográfico da Execução e Visualização de um Gesto Técnico.

DOUTORAMENTO EM CIÊNCIAS DO DESPORTO

ÁREA DE ESPECIALIZAÇÃO - PSICOLOGIA DO DESPORTO

ORIENTADOR

Professor Doutor José Augusto Alves

CO-ORIENTADOR

Professor Doutor José Carlos Leitão

2008

Resumo

Com este estudo pretendemos aumentar o conhecimento sobre os mecanismos subjacentes à visualização mental e demonstrar a sua eficácia no contexto desportivo, através do uso de técnicas electromiográficas. Existe ampla evidência de que a visualização mental e a prática física partilham um conjunto de mecanismos neurais, no entanto continua por demonstrar se a visualização mental provoca algum tipo de actividade subliminar que espelhe a actividade real. Cinquenta e nove (59) indivíduos destros, foram aleatoriamente divididos em três (3) grupos, tendo participado em duas experiências distintas.

Na primeira, os sujeitos do grupo experimental 1 e do grupo de controlo lançaram e visualizaram-se a lançar um conjunto de setas a um alvo, com o objectivo de acertar no centro. Foram efectuados registos da performance e dos padrões electromiográficos dos músculos agonista e antagonista do braço dominante no movimento de lançamento. Apesar de durante a visualização mental não existir movimento, foi registado um aumento de actividade EMG em comparação com o estado de repouso. Embora de magnitude muito reduzida, esta actividade era correlacionada com o padrão do lançamento real. Após o período de 4 semanas (14 sessões) de treino de visualização mental o grupo experimental 1 registou um aumento significativo da performance, enquanto a correlação do padrão EMG entre os lançamentos reais e imaginados aumentava. No grupo de controlo não se registaram alterações significativas na performance nem na correlação entre os padrões.

Na experiência 2, um terceiro grupo lançava e visualizava lançar um peso de 4 Kg à maior distância possível. A performance foi medida após um período de 4 semanas (14 sessões) de treino de visualização mental, e apesar de um ligeiro aumento, não se registaram diferenças significativas entre a avaliação pré e pós teste.

Os resultados parecem indicar que é mais plausível explicar os efeitos de aprendizagem da prática mental em termos de um mecanismo *top-down*, baseado na activação de uma representação central do movimento do que em termos de um mecanismo periférico de *bottomup* baseado na activação muscular.

Abstract

The aim of the present study is to gain more insight into the mechanisms underlying mental imagery. While there is ample evidence that motor performance and mental imagery share common central neural mechanisms, the question whether MI is accompanied by subliminal electromyographic (EMG) activity remained unsolved. Fifty nine (59) right-handed subjects were randomly divided into three (3) groups, and two separate experiments were executed.

In the first experiment subjects from experimental group 1 and control group were asked to throw and to imagine throwing a dart in to a concentric target. Performance and EMG activity from 2 muscles of the dominant arm (agonist and antagonist) was monitored. A significant increased pattern of EMG activity was recorded in all muscles during mental practice, when compared to the rest condition, while there is no visible movement. Although being subliminal, the magnitude of this activation was found to be correlated to the effort required to really throw a dart. This correlation and performance results increase significantly after a period of 4 weeks (14 sessions) of mental practice in experimental group 1. Control group had no changes.

In experiment 2 another group of subjects were asked to throw and imagine throwing a 4Kg weight to maximum distance. Performance was measured and after 3 weeks (14 sessions) of mental practice, in spite of a small increase, results show no significant differences between pre and post test evaluation.

Results seem to indicate that it is more plausible to explain the learning effects of mental practice in terms of a top-down mechanism based on the activation of a central representation of the movement than in terms of a peripheral bottomup mechanism based on the activation of muscles.

Agradecimentos

Esta Dissertação não representa apenas o resultado de extensas horas de estudo, reflexão e trabalho durante as diversas etapas que a constituem. É igualmente o culminar de um objectivo académico a que me propus e que não seria possível sem o apoio de um número considerável de pessoas que, directa ou indirectamente, ajudaram a ultrapassar as dificuldades surgidas, tornando mais simples a passagem pelas diferentes fases até à sua concretização

Estou especialmente agradecido ao Professor Doutor José Alves pela sua perspicácia, conhecimento e sugestões transmitidas, em especial, durante a elaboração da dissertação. Aproveito também para manifestar o grande orgulho pela colaboração que mantivemos ao longo destes anos em nome de uma causa comum.

Ao Professor Doutor José Carlos Leitão pelos seus sábios conselhos, recomendações e apoio muito para além das obrigações profissionais.

Este sentimento de gratidão é extensível ao Dr. Félix Romero que, para além de ter enriquecido os meus conhecimentos sobre os procedimentos estatísticos utilizados, representa um excelente modelo de como é possível ensinar num ambiente informal de amizade.

Aos Professores, Doutora Rita Santos Rocha, Dr^a Carla Borrego e Dr. António Brito queria expressar a minha sincera gratidão pelo apoio e conselhos dados, ajudando a diminuir ou a aumentar as incertezas acerca do trabalho efectuado, mas sempre na procura do rigor.

Ao Professor Doutor António Rosado, pelo seu sentido de amizade, alheio às especificidades da área, mas com um conjunto de indicações estimulantes face aos desafios que iam surgindo.

Ao Professor Doutor António Veloso, pela sua ajuda nos momentos de maior desespero em redor de alguns aspectos metodológicos.

Para a concretização da parte experimental do estudo, queria prestar o devido reconhecimento aos alunos que gentilmente se disponibilizaram para participar, sempre num ambiente de abertura e vontade em ajudar, verdadeiramente dignos de registar. Este agradecimento é reforçado para a Edna, a Susana e a Dora cuja amizade e assistência foi essencial para o bom andamento dos trabalhos.

O meu agradecimento á Desmor – Empresa Pública Municipal de Gestão Desportiva de Rio Maior, pelo apoio logístico disponibilizado ao longo da execução da parte experimental, assim como ao LID- laboratório de investigação em desporto da ESDRM, pela cedência do material necessário.

À minha família, pela sua tolerância, compreensão, carinho e amor quando estava a desenvolver o trabalho em vez de atender às suas necessidades.

ÍNDICE GERAL

Índice de tabelas	iv
Índice de gráficos	viii
Índice de figuras	ix
Lista de Abreviaturas	x
CAPÍTULO I INTRODUÇÃO	1
1 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA.....	5
1.1 - Objectivos	7
1.2 - Hipóteses de trabalho.....	9
CAPÍTULO II REVISÃO DE LITERATURA.....	10
1. Visualização Mental	11
1.1. Introdução	11
1.2. Conceito de Visualização Mental	14
1.3. Visualização Mental – Evolução do Conceito	16
1.4. Fundamentação Teórica para os Efeitos da Visualização Mental	19
1.5. Variáveis Mediadoras.....	26
2. Visualização Mental e Aprendizagem Motora	33
2.1. Conceito de Aprendizagem Motora.....	38
2.2. Captação da Informação	40
2.3. Compromisso Velocidade/Exactidão	40
2.4. Incerteza do Estímulo.....	41
2.5. A Visualização Mental nos Diferentes Estágios de Aprendizagem	42
2.6. A Visualização Mental, Competição Desportiva e Estratégias de Actuação	44
3. Electromiografia	47
3.1. O sinal electromiográfico: sua origem e propriedades.....	48
3.2. Tipos de EMG	53
3.3. Frequência de amostragem	54
3.4. Parâmetros de Análise	56
3.5. O Padrão Agonista Antagonista em movimentos do tipo Balístico.....	61
4. Alterações na actividade muscular durante a visualização mental	64
CAPÍTULO III METODOLOGIA.....	69
1. Amostra.....	70
2. Tarefa.....	70

3.	Desenho do Estudo	72
4.	Instrumentos de pesquisa.....	75
5.	Programa de Treino de Visualização Mental.....	76
6.	Procedimentos Metodológicos.....	78
7.	Recolha dos sinais electromiográficos	81
8.	Aquisição, Digitalização e Processamento dos Sinais	84
9.	Definição de variáveis em estudo:.....	87
10.	Análise Estatística.....	88
CAPÍTULO IV APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS		92
1.	Estudo das diferenças dos padrões EMG entre movimentos reais e visualizados	93
1.1.	Análise qualitativa dos padrões EMG entre lançamentos reais e visualizados	93
1.2.	Análise do Pico Máximo EMG entre lançamentos reais e visualizados	97
1.3.	Análise do iEMG entre lançamentos reais e visualizados	103
1.4.	Análise de DIF entre lançamentos reais e visualizados	107
1.5.	Comparação das curvas EMG entre lançamentos reais e visualizados.....	110
2.	Estudo dos padrões EMG dos movimentos visualizados, no pré e no pós teste.	115
2.1.	Análise dos valores de Pico Máximo de EMG, no pré e no Pós teste.....	115
2.2.	Análise dos valores do iEMG, no pré e no pós teste	117
2.3.	Análise dos valores de DIF, entre pré e pós teste	119
2.4.	Comparação das curvas EMG entre pré e pós teste	121
3.	Estudo dos padrões EMG em função da capacidade de visualização mental.....	125
3.1.	Análise dos valores de pico máximo de EMG, entre indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental.....	125
3.2.	Análise dos valores do iEMG, entre indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental.....	127
3.3.	Análise dos valores de DIF, em função da capacidade de visualização mental	128
4.	Estudo da performance de duas tarefas de natureza distinta em função do treino de visualização mental.....	131
4.1.	Análise da variação dos resultados da performance	132
4.2.	Comparação dos efeitos do treino de visualização mental sobre a performance	134
5.	Estudo da performance de duas tarefas de natureza distinta em função da capacidade de visualização mental	137

5.1. Análise da performance em função da capacidade de visualização mental em tarefas de natureza distinta.....	137
6. Discussão geral	141
CAPÍTULO V CONCLUSÕES	147
1. Conclusões	148
2. Recomendações	152
CAPÍTULO VI BIBLIOGRAFIA	154

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1 - Análise descritiva por género	70
Tabela 2 - Planificação e calendarização geral do programa de treino de visualização mental.....	78
Tabela 3 - Estatística descritiva dos três grupos considerados em relação à capacidade de visualização mental - teste de visualização mental, QVM. 79	
Tabela 4 - Estatística inferencial (Manova) sobre o resultado da capacidade de visualização mental nos grupos formados de forma aleatória.....	79
Tabela 5 - Estatística descritiva da capacidade de visualização mental.	80
Tabela 6 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo agonista (TB) no pré e no pós teste para ambos os grupos	97
Tabela 7 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo antagonista no pré e no pós teste para ambos os grupos	98
Tabela 8 - Correlação dos valores de pico máximo entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.....	100
Tabela 9 - Comparação dos valores normalizados de pico máximo de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.....	100
Tabela 10 - Correlação dos valores de pico máximo entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.....	101
Tabela 11 - comparação dos Valores normalizados de Pico máximo de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.....	101
Tabela 12 - Estatística descritiva dos valores do integral de LR e LV do músculo agonista (TB) no pré e no pós teste para ambos os grupos	103
Tabela 13 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo antagonista no pré e no pós teste para ambos os grupos	104
Tabela 14 - Correlação dos valores do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de Controlo.....	105
Tabela 15 - Correlação dos valores do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.....	105
Tabela 16 - Comparação dos valores normalizados do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo	106

Tabela 17 - Comparação dos valores normalizados do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental	106
Tabela 18 - Estatística descritiva dos valores de DIF para ambos os grupos.	107
Tabela 19 - Correlação dos valores de DIF entre LR e LV no grupo de controlo.	108
Tabela 20 - Comparação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo de controlo.	109
Tabela 21 - Correlação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo experimental.....	109
Tabela 22 - Comparação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo experimental.....	110
Tabela 23 - Correlações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.....	110
Tabela 24 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.....	111
Tabela 25 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.....	111
Tabela 26 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.....	112
Tabela 27 - Estatística descritiva dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos..	116
Tabela 28 - Correlações dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG (TB) e ANT (BB) entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.	117
Tabela 29 - comparações dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG (TB) e ANT (BB) entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.	117
Tabela 30 - Estatística descritiva dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.	118
Tabela 31 - Correlações dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.....	118

Tabela 32 - Comparações dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.....	119
Tabela 33 - Estatística descritiva de DIF para ambos os grupos, nos LV.	120
Tabela 34 - Correlação dos Valores de DIF para ambos os grupos, nos LV.	120
Tabela 35 - Comparação dos valores de DIF para ambos os grupos, nos LV.	120
Tabela 36 - Correlações das curvas EMG dos LV entre pré e pós teste.....	121
Tabela 37 - Comparações das curvas EMG dos LV entre pré e pós teste.....	122
Tabela 38 - Estatística descritiva dos picos máximos no pós teste entre indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.	125
Tabela 39 - Comparação dos valores do pico máximo entre indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.	126
Tabela 40 - Estatística descritiva iEMG dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.	127
Tabela 41 - Comparação dos iEMG dos indivíduos com maior e menor CVM	127
Tabela 42 - Estatística descritiva de DIF dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.	128
Tabela 43 - Comparação dos valores de DIF dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.	129
Tabela 44 - Estatística descritiva da variável “Diferença” nos 3 grupos	132
Tabela 45 - Comparação da variável Diferença nos grupos em análise	133
Tabela 46 - Teste Tukey da variável Diferença nos grupos em análise	133
Tabela 47 - Apresentação dos subgrupos derivados do teste Tukey.....	134
Tabela 48 - Estatística descritiva da variável performance nos grupos em análise.....	134
Tabela 49 - Comparação entre pré e pós teste da variável performance nos grupos em análise	135
Tabela 50 - Descrição da performance de indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental na execução de tarefas distintas.....	138

Tabela 51 - Verificação da normalidade das distribuições da performance em indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental.....	139
Tabela 52 - Comparação da performance em indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental nos 3 grupos em análise.	139

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Recta de regressão pré teste/pós teste no EMG do músculo agonista.....	122
Gráfico 2 - Recta de regressão pré teste/pós teste no EMG do músculo antagonista.....	123

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Duas das figuras usadas na experiência de (Shepard & Feng 1972).	17
Figura 2 - Exemplos similares aos usados por (Shepard & Metzler 1971) para demonstrar “rotação mental.”	18
Figura 3- Imagens de ligação da espinal medula e saída dos axónios	49
Figura 4 - Descrição esquemática que mostra o sinal do EMG como uma soma do potencial de acção da unidade motora (adaptado de Östlund, Yu, & J. Karlsson, 2006)	52
Figura 5 - Alvo usado na tarefa do grupo experimental 1.....	71
Figura 6 - Modelo dos procedimentos experimentais.....	71
Figura 7 - Desenho experimental do estudo 1.....	73
Figura 8 – Desenho experimental do estudo 2.....	74
Figura 9 – Laboratório e exemplo de execução	75
Figura 10 Gráfico de temporização do lançamento.....	81
Figura 11 - Exemplo de definição e selecção da área de registo.....	85
Figura 12 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB e antagonista (BB) do pré teste do Gc	94
Figura 13 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pós teste do Gc	94
Figura 14 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pré teste do Gexp1... ..	94
Figura 15 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pós teste do Gexp1 ..	95
Figura 16 - Gráfico comparativo de LR e LV	99

LISTA DE ABREVIATURAS

AG – Agonista

AG1 – Primeira onda do EMG do músculo agonista

AG2 – Segunda onda do EMG do músculo agonista

ANT – Antagonista

BB – Bicípite braquial

CVM – Capacidade de visualização mental

DIF – Diferença de tempo entre o pico máximo de AG e ANT

DLP – Distancia de lançamento de peso

EMG – Electromiografia

iEMG – Integral electromiográfico

LR – Lançamento real

LV – Lançamento visualizado

PLS – Precisão no lançamento de setas

PM – Pico máximo

TB – Tricípete braquial

TVM – Treino de visualização mental

VM – Visualização mental

CAPÍTULO I
INTRODUÇÃO

“A visualização mental refere-se a todas as experiências quasi-sensoriais e quasi-perceptivas, das quais estamos conscientes e que existem para nós na ausência de estímulos que normalmente produzem as verdadeiras sensações e percepções”.

Richardson, 1969

Sabendo que o desporto constitui nos nossos dias uma actividade com intenso protagonismo social, e que os desportistas se encontram certamente entre as figuras publicas mais conhecidas e expostas do planeta, facilmente percebemos a pertinência de estudos realizados na área do desporto e dos desportistas e que visem uma potencial melhoria do rendimento e do bem estar.

Dada a nossa envolvimento no meio desportivo, quer como actor (treinador e atleta), quer como espectador, podemos considerar que não foi subitamente ou de ânimo leve que surgiu o interesse e a preocupação em analisar a influência de um conjunto de variáveis na prestação desportiva. A influência do treino mental e em particular da visualização mental sobre o rendimento e o bem estar surge na sequência do nosso trabalho com atletas de várias modalidades e de vários escalões e da observação empírica da utilização das mais variadas técnicas e formas de visualização mental.

Segundo Richardson (1967a, p. 95), “Prática Mental refere-se ao ensaio simbólico de uma actividade física, na ausência de movimento muscular”. Este tipo de prática pode ser observado em diversos atletas, nomeadamente na fase de concentração antes da execução de um salto em altura no atletismo, ou de um esquema de solo na ginástica.

Segundo Feltz, Landers, & Becker (1988) entre 1930 e 1988 realizaram-se mais de 100 estudos sobre prática mental. Ainda segundo estes autores, a principal questão levantada por todos estes estudos, era saber se uma determinada quantidade de prática mental antes da execução de uma tarefa motora, poderia melhorar o desempenho dessa mesma tarefa. Infelizmente,

segundo análise dos mesmos autores, não foram dadas respostas definitivas para esta questão uma vez que as conclusões encontradas são contraditórias.

A Visualização Mental (VM) pode ser usada em múltiplos contextos e aplicações, mas no desporto pode ser usada para; desenvolvimento de performance, aprendizagem de novas tarefas e treino de relaxação.

Muitos treinadores consideram a visualização mental como uma actividade associada à preparação para a competição, isto é, com uma função de aumento de rendimento. Contudo, e apesar de a sua aplicação neste contexto ser comprovadamente eficaz, pode ainda sê-lo mais, se usado como já dissemos, na aprendizagem de novas tarefas e em contextos mais gerais de modificação de comportamentos

Será no entanto necessário efectuar a distinção entre estes dois contextos uma vez que estes implicam metodologias e técnicas específicas, com vista à obtenção de resultados diferentes e específicos dos contextos de aprendizagem e rendimento.

A ligação entre o nosso corpo e a nossa mente é extremamente poderosa. O nosso corpo reage a tudo aquilo que pensamos, independentemente de ser real ou imaginado. Todos nós já tivemos um sonho em que ao acordar verificamos que o nosso coração estava acelerado e tínhamos o corpo coberto de suor. Da mesma forma, em termos desportivos, quase todos já passámos pela experiência de ao olhar de forma concentrada para um remate numa qualquer modalidade, por exemplo no futebol, acabamos por efectuar um movimento semelhante embora estejamos comodamente sentados no sofá. Em ambas as situações algo de real se passava na nossa cabeça de modo a desencadear as reacções do corpo.

Um outro exemplo da influência da mente sobre o corpo, tem a ver com a interpretação que fazemos de uma situação específica. Assim uma competição desportiva pode ser encarada de duas formas distintas. Se encarada de forma positiva resulta numa situação agradável, com um desempenho positivo. Pelo contrário, a mesma situação pode ser encarada como ameaçadora e daí resultar um desempenho pobre, acompanhado de reacções secundárias de medo.

Estes são apenas alguns exemplos ilustrativos da força da ligação entre a mente e o corpo. Quando o objectivo é a máxima performance facilmente concluímos da necessidade de treinar a mente e o corpo.

Muito do processo de aprender e desenvolver movimentos ou tarefas desportivas, consiste em criar, modificar ou fortalecer ligações nervosas no corpo e no cérebro. Algumas destas ligações são efectuadas entre o músculo e a espinal medula. Estas necessitam apenas de trabalho físico para as melhorar. No entanto existe outro tipo de ligações que se efectuam ao nível do cérebro e que têm muito a ganhar com o uso de técnicas de treino mental como a visualização mental.

A realização de um trabalho desta natureza prende-se com a convicção de que o treino de visualização mental, para além dos estímulos de ordem psicológica que favorecem mais ou menos o desenvolvimento de características como a memória ou a concentração, afectarão também o desempenho motor, nomeadamente nas vertentes de coordenação e precisão.

Pretendemos também dar significado a algumas das dúvidas que sentimos, de forma a credibilizarmos através de uma análise cuidada e sistemática, aquilo que até então era só nosso.

O nosso trabalho terá, como preocupação inicial, efectuar um enquadramento teórico dos vários conceitos implícitos nesta investigação, efectuar uma revisão geral de literatura, analisando a opinião dos principais autores que investigaram esta área de estudo. O segundo momento desta pesquisa é dedicado à explicação exaustiva e pormenorizada de um conjunto de dados obtidos e que visam demonstrar a influência da visualização mental na aquisição e consolidação de tarefas através de comparações de registos electromiográficos de ensaios efectivamente realizados ou imaginados (visualização mental). Finalmente proceder-se-á à apresentação das conclusões do trabalho.

1 - APRESENTAÇÃO DO PROBLEMA

Dando seguimento à dúvida que crescia no nosso espírito no que respeita à influência da visualização mental sobre a prática desportiva, encontramos as seguintes perguntas: Será que a actividade muscular registada durante a execução real de um movimento é idêntica à actividade muscular registada durante uma execução imaginada? Se assim acontecer, será que é idêntica independentemente do tipo de tarefa?

A fim de procurar as respostas a estas questões, decidimos efectuar este estudo de uma forma parcelar que quando composto permitirá responder às nossas dúvidas. Assim, a primeira parte do estudo, pretende dar resposta à questão relativa à influência da visualização mental na realização de uma determinada tarefa, nomeadamente, através da comparação dos registos electromiográficos de um movimento de lançamento de uma seta em direcção a um alvo, quando realizado na prática e quando realizado através de visualização mental.

É igualmente um objectivo, responder a uma questão que há muito se arrasta – Que benefícios esperar de um treino de visualização mental? Qual o papel da capacidade individual de visualização mental na obtenção desses benefícios?

Ao assumirmos que uma imagem mental funcionará como um modelo para uma execução real, isto implica que a resposta fisiológica durante a visualização da execução deverá estar relacionada com o conteúdo dessa imagem. Por exemplo Suinn (1993) descreve o uso de uma técnica conhecida como ensaio visuo-motor de comportamentos (VMBR) que combina relaxamento com visualização mental e relata aumentos da actividade neuromuscular de músculos de esquiadores durante uma simulação de uma prova consistentes com os padrões reais da prova. A resposta imaginada deverá ser específica dessa imagem. Por exemplo, ao imaginarmos um movimento de lançamento com o braço direito, o resultado deverá ser uma activação dos músculos desse braço. Da mesma forma, se imaginarmos o

lançamento de um determinado peso, a activação muscular deverá ser superior do que se imaginarmos o lançamento de um peso mais leve.

Os estudos de Ryan & Simons (1981, 1982), Goss, Hall, Buckolz & Fishburne (1986), Highlen & Bennett (1983) e Orlick & Partington (1988), confirmam que os sujeitos com melhor capacidade para visualizar imagens com maior nitidez e controlo obtinham performances superiores nas diferentes tarefas a que foram submetidos. Assim a capacidade individual de visualização mental é uma variável moderadora na efectividade do treino mental. É suposto, que Indivíduos que possuem uma boa capacidade de visualização mental, consigam criar imagens mentais mais controladas e mais vívidas do que indivíduos com uma fraca capacidade.

Parece então desejável determinar a capacidade de visualização mental dos participantes de forma a garantir que as diferenças obtidas nas análises electromiográficas da visualização mental se devem à especificidade do exercício e não à capacidade individual. Da mesma forma poderemos averiguar se existem diferenças nos padrões de actividade muscular durante a visualização mental entre indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental.

Os benefícios de desempenho podem ser úteis para aumentar não somente o potencial do atleta mas também, o potencial de qualquer um em qualquer actividade. Nos atletas este aumento é determinante, por exemplo na recuperação de lesões, encurtando não somente o tempo necessário para o retorno à prática mas também os custos económicos, sociais e psicológicos (Fialho, Silva, Borrego, & Cid, 2008).

Ao pensarmos na execução de um determinado movimento, podemos considerar genericamente que estamos a aprendê-lo. No entanto desconhecemos qual o grau de influência que este pensamento tem sobre a aprendizagem prática real desse mesmo movimento. Será que ao nível da fibra muscular o estímulo recebido é idêntico quando o movimento é executado ou simplesmente imaginado?

Com a segunda parte do estudo, procuramos a resposta para a questão da natureza do tipo de tarefa (predominantemente cognitiva ou predominantemente motora) na eficácia de um programa de treino de visualização mental. Este estudo será realizado através da comparação das performances na execução de uma tarefa de precisão ou complexa (predominantemente cognitivas), com a performance numa tarefa de força máxima (predominantemente motora).

1.1 - Objectivos

Com este estudo pretendemos conhecer um pouco mais dos mecanismos subjacentes à visualização mental e demonstrar a sua eficácia na prática desportiva, através do uso de técnicas electromiográficas.

Neste sentido efectuaremos a comparação dos traçados electromiográficos (movimento real e imaginado) de um movimento de lançamento de uma seta em direcção a um alvo pré definido, para verificar qual o comportamento do músculo em ambas as situações.

Da mesma forma pretendemos verificar qual a influência da capacidade de visualização mental, sobre o padrão electromiográfico, e se indivíduos com maior capacidade geram padrões mais aproximados dos padrões dos movimentos reais.

Simultaneamente, propomo-nos verificar qual a influência (positiva/negativa) que o treino psicológico – treino de visualização mental – tem sobre a curva electromiográfica, isto é, tentaremos verificar possíveis diferenças no comportamento dos perfis antes e depois da aplicação de um programa de treino mental. Este programa seguirá os parâmetros preconizados por Alves (2001) e por Palmi (1999).

Considerando também a existência de diferentes níveis de processamento da informação em termos da complexidade do movimento, procuraremos também verificar se existe diferença na capacidade de aprendizagem de tarefas motoras de índole predominantemente cognitiva (lançamento de uma seta a um alvo) quando comparada com tarefas de execução predominantemente motora (lançamento de um peso) após a execução do programa de treino de visualização mental.

1.2 - Hipóteses de trabalho

Considerando a influência da visualização mental no movimento, podemos formular as seguintes hipóteses:

H 1- Existem diferenças nos padrões dos registos electromiográficos numa tarefa de precisão quando efectuados mentalmente ou na prática.

H 2- Existem diferenças nos padrões dos registos electromiográficos dos movimentos imaginados quando comparados os momentos de execução (antes e depois da execução do programa de treino mental)

H 3- Existem diferenças nos padrões dos registos electromiográficos entre indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental, depois da execução do programa de treino mental.

Considerando a existência de tarefas de natureza distinta:

H 4- Existem diferenças entre as performances alcançadas em tarefas predominantemente cognitivas e predominantemente motoras, depois de submetidos a um programa de visualização mental.

H 5- Existem diferenças entre a performance de indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental quando comparados os momentos de execução (antes e depois da intervenção) em cada uma das tarefas.

CAPÍTULO II
REVISÃO DE LITERATURA

1. VISUALIZAÇÃO MENTAL

1.1. Introdução

O tema da visualização mental tem fascinado muitas pessoas no contexto do desporto e na actividade física. Ela é considerada uma das técnicas mais eficazes no desenvolvimento de competências físicas e psicológicas devido à sua polivalência em trabalhos de vários tipos. A visualização mental tem sido referida por uma série de nomes - visualização, ensaio mental, prática mental, e desenvolvimento cognitivo para citar apenas alguns.

Por vezes os investigadores utilizam mais um termo do que outro, baseado em ligeiras diferenças de significado. O termo "visualização" implica que as imagens são de natureza visual (ou seja, "vendo" a fazer alguma coisa). No entanto, a visualização mental pode (e deve) envolver todos os sentidos, ou seja, vendo, sentindo, cheirando, ouvindo e saboreando (Vealey & Greenleaf, 2001). Os termos ensaio mental e prática mental são associados à aprendizagem motora, sendo geralmente usados quando as imagens envolvem competências ou habilidades físicas específicas da aprendizagem (Short, Ross-Stewart, & Monsma, 2007).

Assim, os conteúdos das imagens utilizadas e as funções da visualização mental são mais variados do que isso. Por exemplo, de acordo com Bandura (1997), "desenvolvimento cognitivo" ou visualização pode incidir sobre as questões, cognitivas (planos, estratégias), motoras (ou seja, a regulação dos padrões de acção e das sensações que os acompanham) ou emotivo (stress de gestão e redução de tensão) do desporto.

Podemos assim afirmar que Visualização mental é a conjugação de representações mentais da realidade e da imaginação, incluindo não somente retratos mentais, mas também representações mentais do som, toque, cheiro, gosto, movimento e emoções.

Uma visão geral sobre o assunto mostra que a investigação sobre visualização mental é diversa e pode incluir estudos descritivos e/ou experimentais, utilizando métodos qualitativos e/ou quantitativos. Num nível mais básico, os investigadores têm realizado estudos descritivos e têm respondido a questões como por exemplo; quem usa visualização mental?, o que é que as pessoas visualizam?, porque é que as pessoas visualizam?, e / ou onde e quando as pessoas visualizam?, sendo muitas vezes incluídas como variáveis independentes, diferenças individuais, como a capacidade ou nível competitivo e de género. (Shelton & Mahoney, 1978; Short & Short, 2005; Short, Tenute, & Feltz, 2005)

A avaliação da visualização mental também é uma parte importante da investigação. O desenvolvimento e validação de escalas e testes de medida de visualização mental, incluem características que variam desde, o momento da sua utilização, até à nitidez da imagem (Bump, 1989; Hall, Pongrac, & Buckholz, 1985). Outros investigadores estão mais interessados em descobrir como é que a visualização mental funciona, existindo vários modelos ou teorias diferentes (Morris, Spittle, & Watt, 2005; Murphy, Nordin, & Cumming, 2006) cuja exposição faremos mais adiante. Alguns investigadores incorporaram os seus estudos em modelos teóricos já existentes como teoria social cognitiva (Bandura, 1997) onde a visualização mental é considerada como uma fonte de auto-eficácia.

O que torna as pessoas boas visualizadoras também constitui um tema que os investigadores estão interessadas em desvendar. Variáveis como a capacidade de visualização mental e perspectiva (interna/externa) têm sido estudadas. Outra linha de investigação diz respeito às estratégias para a aplicação da visualização mental - como podem as intervenções em visualização mental ajudar as pessoas a atingir os resultados desejados? (Munroe-Chandler, Hall, Fishburne, & Shannon, 2005; Orlick, 2000). As questões nesta área consideram o tamanho ideal dos programas de visualização mental, o contexto da intervenção, o conteúdo das imagens, etc. (Munroe, Giacobbi, Hall, & Weinberg, 2000). Tal como acontece com qualquer outro campo de aplicação, os investigadores de visualização mental na

psicologia do desporto esforçam-se em direcção ao objectivo final de compreender como a visualização mental pode ser usada para alterar comportamentos.

Globalmente, nos últimos 20 anos a literatura sobre visualização mental no desporto tem crescido rapidamente. Recentemente, Morris et al. (2005) publicou um livro chamado "Imagery in Sport -Visualização Mental no Desporto". Este foi o segundo livro dedicado em exclusivo à visualização mental no desporto (o primeiro, por Sheikh e Korn, foi publicado em 1994). Recentemente também foi criada uma revista dedicada estritamente á investigação da visualização mental no domínio do desporto e da actividade física ([www.bepress.com / jirspa](http://www.bepress.com/jirspa)). Torna-se claro que "os investigadores estão a produzir informação sobre visualização mental mais rápido do que nunca" (Morris et al., 2005, p. x).

Antes de avançarmos para uma definição alargada da visualização mental de acções motoras, será porventura mais enriquecedor experimentar na prática aquilo que de seguida iremos tentar escarpelizar. Assim, durante a leitura que se segue, e de modo a tornar as imagens mais reais, poderá ocasionalmente fechar os olhos e "ver" a situação proposta. – Imagine que é um jogador de golfe. Apesar de poder ter pouca ou nenhuma experiência de golfe, é ainda assim possível imaginar que possui excelentes aptidões para a prática desta modalidade e que é capaz de jogar a um excelente nível. Imagine que está no Algarve, a jogar na Quinta do Lago, um dos melhores campos de golfe do mundo. Você está no *Green* e ainda faltam alguns momentos para iniciar o jogo. Tem agora oportunidade de apreciar a magnífica paisagem que o rodeia, o dia está lindo, o sol da manhã aquece-lhe ligeiramente a face. Algumas nuvens dispersas pelo céu realçam os magníficos tons de azul do céu que se perdem e se confundem ao longe com o mar. O silêncio apenas é quebrado pelo som de algumas gaivotas que pairam no ar. Numa inspiração mais profunda verifica que o ar tem um ligeiro aroma a maresia e um intenso aroma a pinho. De repente alguns sons metálicos chamam-lhe a atenção, são os seus companheiros que se aproximam. Ouvem-se agora nitidamente as suas gargalhadas. A boa disposição impera. Após a chegada dos

companheiros, preparam a saída. Finalmente é a sua vez de jogar. Aproxima-se devagar da bola, o taco de saída encontra-se já na mão e o seu toque é frio e intenso. Respira fundo, agarra o taco com as duas mãos e ajeita ligeiramente os pés, sem deixar de olhar para a bola. O coração está agora um pouco acelerado. Finalmente olha uma última vez para o objectivo, de novo para a bola e inicia a rotação do corpo, levantando o taco para efectuar aquilo que pode ser definido como um *swing* perfeito. O taco ao bater na bola produziu um som agradável que lhe transmitiu a sensação de uma boa jogada. Logo depois, essa sensação foi ampliada pela correcta trajectória da bola e finalmente pela visualização do local perfeito onde a bola caiu. Todo o seu corpo estremece com o entusiasmo de uma boa jogada, tudo está bem e sente-se plenamente confiante no seu desempenho. O jogo continua...

Enquanto imaginava estas acções, experimentou algumas das características da visualização mental. Imaginou várias sensações relacionadas com os sentidos (viu a paisagem, ouviu as gaivotas e os companheiros a rir e sentiu o cheiro do ar), e outras alterações fisiológicas (a contracção necessária para efectuar o *swing* e bater a bola, o coração mais acelerado e logo depois a descontração que é acompanhada pela satisfação por uma boa jogada. Quanto mais nítidas e controladas foram as imagens, mais alterações fisiológicas terá experimentado.

1.2. Conceito de Visualização Mental

O que é a Visualização Mental? – Uma maneira simples de responder a esta questão consiste na associação de um sonho a um estado de vigília. Sonhar acordado, de forma consciente, controlada e sentida, em que as imagens reflectem uma vontade ou um desejo.

Nesta altura deveremos esclarecer, que para nós, o conceito de Visualização Mental é aquele que melhor traduz aquilo que os autores de língua Inglesa referem como *Imagery*.

Poderemos também dizer que Visualização mental é praticar mentalmente. É ver-se a si próprio fazendo o que quer fazer. É ver-se a si próprio a alcançar o seu objectivo.

A visualização mental é um processo básico para o tratamento da informação e facilita - na medida em que se adequa à realidade - uma captação adequada, coerente com as exigências da situação. Pode ser utilizada para ordenar o pensamento ou o reconhecimento da situação e, quanto mais preciso e elaborado for o processo de imaginação dos diferentes passos da acção, mais eficiente e efectivamente será executado o plano desenvolvido (Eberspächer, 1995).

Segundo Alves (2001), a influência da visualização mental na *performance* pode ser mediada por diversas variáveis de entre as quais podemos destacar a Capacidade Individual.

Para além desta encontramos também a questão da perspectiva (interna/externa) face à visualização mental (Mahoney & Avenet, 1977), o resultado (positivo/negativo) da visualização mental (D. F. Shaw, 2002; Woolfolk, Murphy, Gottesfeld, & Aitken, 1985).

No que diz respeito à capacidade individual de visualização mental, verifica-se que eficácia da visualização mental é superior nos indivíduos que demonstram melhor capacidade. Uma boa capacidade de visualização mental tem sido definida pelo nível de nitidez e controlo que o atleta tem sobre as imagens que visualiza. A nitidez refere-se à clareza e realidade da imagem, enquanto o controlo se refere à capacidade do atleta em alterar e reconstituir a imagem (Alves, 2001).

Da revisão bibliográfica feita sobre este assunto, ressaltaram algumas teorias, que se destacaram pelo maior número de referências relativamente a outras. São elas as seguintes:

- 1) A Teoria Psiconeuromuscular (Carpenter, 1894);
- 2) A teoria da Aprendizagem Simbólica (Sackett, 1934);
- 3) A Teoria da Activação ou "Arousal" (Feltz & Landers, 1983);
- 4) A Teoria Psicofisiológica (Lang, 1989)
- 5) Teoria do Triplo Código (Ashen, 1984).

Não podemos certamente afirmar que estas serão as únicas teorias existentes sobre a temática da visualização mental, no entanto consideramos que são estas as mais relevantes para o estudo em causa.

1.3. Visualização Mental – Evolução do Conceito

O uso da visualização mental como um meio para recuperar e actualizar informação antiga pode ser considerado como um utensílio primitivo. Deve-se a Simonides de Ceos (poeta lírico da antiga Grécia, 556-468 AC), a primeira referência a uma técnica de recuperação de informação cerebral através de visualização mental (no caso, recuperação de nomes dos ocupantes de lugares a uma mesa). Esta técnica (*memória de lugares*), embora atribuída a Simonides, depreende-se pela própria história (Simonides e a arte da memória) que era de uso comum na época. Aristóteles (384-322 AC) no entanto parece ter sido o primeiro a discutir o conceito de imaginação. Em *De Anima* (428a 15-20) este diz-nos que “a *alma nunca pensa sem uma imagem [Phantasma]*”. Aparentemente tais imagens representavam para Aristóteles, o mesmo que as mais genéricas noções de *representação mental* da ciência cognitiva contemporânea (Thomas, 2002) . Foi no entanto com Wundt (1896) que a visualização mental foi pela primeira vez objecto de estudo laboratorial. Wilhelm Wundt, também conhecido como pai da psicologia experimental, fundou em 1876 o primeiro laboratório de psicologia destinado a investigação e ensino, e a visualização mental, então chamada de *memória de imagens*, (Memory-images change under the influence of our feelings and volition to images of imagination, and we generally deceive ourselves with their resemblance to real experiences, (Wundt, 1896, p. 261) constituiu um dos pilares da sua investigação. A introspecção era o principal método de pesquisa de Wundt, e todos os procedimentos envolvidos na sua realização (4 regras básicas) consistiam na separação da imagem interna de um estímulo, daquilo que o participante sentia sobre isso (Alvoeiro, 1997). A questão relativa ao facto de o pensamento ser ou não acompanhado por visualização mental, (não

necessariamente imagens) gerou tal controvérsia que conduziu os métodos introspectivos ao descrédito. A associação entre este descrédito e o surgimento de um novo movimento (behaviorismo) liderado por Watson (1913), que considerava que o estudo do comportamento humano se devia resumir àquilo que os psicólogos conseguiam ver e analisar, conduziu a investigação sobre visualização mental a um estado secundário e de desfavorecimento intelectual.

Porém com o passar do tempo, verificou-se que este novo movimento, não dava resposta a questões como a representação interna de áreas como a linguagem, a razão, a memória, o pensamento, a atenção, e assim a investigação em psicologia cognitiva, da qual a visualização mental fazia parte, foi ressuscitada. Com o surgimento da psicologia cognitiva e o desenvolvimento de novas tecnologias que permitem a medida e análise de actividades internas ao organismo humano, autores como Shepard, Paivio e Richardson trouxeram de novo o tema da visualização mental para a ribalta da investigação, especialmente no campo da relação entre a imagética e aprendizagem de *skills* motores. Shepard e colegas (Cooper & Shepard, 1973a, 1973b; Shepard & Feng, 1972; Shepard & Metzler, 1971), conduziram uma série de experiências (ver figuras 1 e 2) com vista à determinação empírica da imagética, demonstrando que esta não precisava de se basear exclusivamente na introspecção.

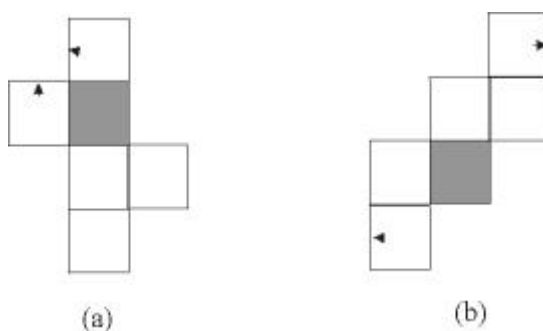


Figura 1 - Duas das figuras usadas na experiência de (Shepard & Feng 1972).

A tarefa consistia em visualizar o papel a dobrar, usando o quadrado escuro como base, e dizer se as figuras resultantes são ou não idênticas.

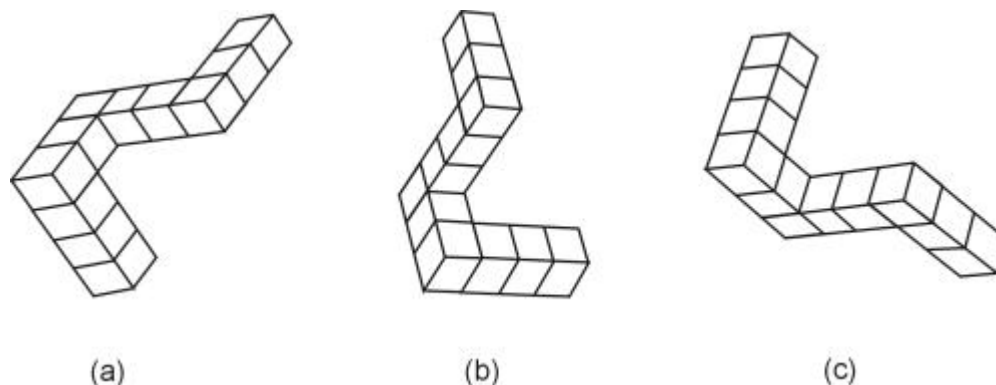


Figura 2 - Exemplos similares aos usados por (Shepard & Metzler 1971) para demonstrar “rotação mental.”

O tempo para decidir se as figuras são idênticas, excepto a rotação, (a, b) ou imagens invertidas (a, c) aumenta linearmente à medida que aumenta o ângulo entre elas.

Paivio (1971, 1986) por sua vez forneceu novas evidências empíricas sobre o efeito mnemónico da imagética ao desenvolver a sua teoria do duplo código (simbólico e verbal). Esta consiste basicamente na análise da natureza dos sistemas simbólicos numa relação conceptual ortogonal.

Com uma aceitação crescente, a visualização mental foi também conquistando novos campos de aplicação, tais como o desporto.

A definição de visualização mental apresentada por Richardson (1969, pp. 2,3) ainda hoje é muito referenciada:

“A visualização mental refere-se a todas as experiências quasi-sensoriais e quasi-perceptivas, das quais estamos conscientes e que existem para nós na ausência dos estímulos que normalmente produzem as verdadeiras sensações e percepções, e cujas consequências esperadas são diferentes das suas congêneres sensoriais e perceptivas.”

Esta definição descreve quatro importantes características da visualização mental: experiências sensoriais e perceptivas da imagética,

consciência da natureza dessas mesmas experiências, ocorrem na ausência de estímulos antecedentes. A quarta característica descrita, não é hoje totalmente aceite, uma vez que usualmente se enfatiza a equivalência dos estímulos, sejam eles mentais, sensoriais ou perceptivos. No entanto esta é uma das questões que abordaremos ao longo do nosso trabalho.

No que diz respeito à visualização mental de acções motoras ou de gestos desportivos, às experiências quasi-sensoriais e quasi-perceptivas, de Richardson, talvez devêssemos acrescentar como sugere Boschker (2001), uma terceira experiência que seria quasi-resposta, considerando a ausência de movimento durante uma execução imaginada. Aqui teremos de considerar também que a intenção da acção motora pode resultar num estímulo completamente diferente para uma mesma execução (ex. correr para apanhar o autocarro ou para ganhar uma corrida de 100m).

Para além das anteriores, podemos distinguir uma série de outras características da visualização mental: A perspectiva, a variedade de sentidos envolvida e as respostas fisiológicas são apenas alguns dos que podemos destacar.

1.4. Fundamentação Teórica para os Efeitos da Visualização Mental

Vamos de seguida apresentar um conjunto de teorias explicativas da visualização mental, que, não sendo únicas, representam a maior parte da investigação realizada na área, e incluem as bases da nossa investigação

1.4.1 - Teoria Psiconeuromuscular

A teoria Psiconeuromuscular (Jacobson, 1932) foi uma das primeiras a explicar o efeito da visualização mental sobre o desempenho motor. Esta teoria baseia-se no princípio ideomotor introduzido por Carpenter em 1894 e na observação do facto de os potenciais de acção muscular variarem durante a execução imaginada de um determinado movimento, sendo activados precisamente os mesmos músculos que na execução real. Embora o nível

desta activação seja insuficiente para provocar movimento aparente, o envio destes impulsos nervosos até ao músculo será suficiente para estimular o órgão tendinoso de Golgi – órgão extremamente sensível a pequenas forças – e por isso gerar feedback neuromuscular (Schmidt & Lee, 1999). Este feedback neuromuscular (ou quinestésico) será idêntico ao feedback do movimento real mas de menor magnitude, permitindo no entanto efectuar o controlo do sistema motor e consequentemente a aprendizagem.

Jacobson (1932) apresentou como argumento a detecção de actividade eléctrica muscular, registada em EMG, durante a execução imaginada de um movimento (imagética), neste caso registou actividade muscular durante a simulação de um movimento de elevação do membro superior.

Recorrendo a electromiografia, vários outros autores (Feltz & Landers, 1983; Harris & Robinson, 1986; Suinn, 1980b) confirmaram a existência de actividade muscular durante sessões de imagética, ficando apenas por esclarecer a especificidade do padrão de resposta.

Vealey (1991) afirmou que “praticando-se sistematicamente as técnicas desportivas através da imaginação, os atletas podem, realmente, fazer o corpo acreditar que estão a treinar a competência”.

Suinn (1980b) regista actividade muscular coincidente com uma actividade real, ao pedir aos esquiadores para visualizarem uma descida em Ski, e em que os picos de actividade dos músculos das pernas ocorriam nos tempos em que na execução real aconteceriam viragens ou outras situações mais exigentes. Também Harris & Robinson (1986) registaram durante uma simulação (visualização mental), de uma prova de Esqui, actividade muscular em EMG com picos semelhantes às da execução física. Tal como os autores anteriores, Bird, (1984) confirmou a existência de actividade muscular durante a visualização mental e também a sua correspondência em termos de picos de actividade muscular com a execução real.

Apesar de todas estas evidências, Feltz & Landers (1983) na sua meta-análise afirmam que ainda foram realizados poucos estudos que analisassem esta teoria tornando difícil fazer afirmações consistentes, uma vez que quase

todos os estudos quantitativos incluíam a performance motora como variável dependente.

1.4.2 - Teoria da Aprendizagem Simbólica

A teoria de aprendizagem simbólica sugere que os ganhos registados através da visualização mental se devem mais à oportunidade de prática dos elementos simbólicos da tarefa motora do que à enervação dos músculos envolvidos nessa tarefa (Suinn, 1993). Esta teoria influenciou vários investigadores (Ryan & Simons, 1981, 1982) e ainda hoje é bastante relevante no quadro da Psicologia do Desporto. Ela preconiza que as diferentes componentes de uma acção motora são simbolicamente codificadas no sistema responsável pelo controle motor e que a visualização mental permite: o ensaio cognitivo das diferentes componentes da tarefa na ordem apropriada, manter todas as características espaciais, assim como todos os potenciais problemas e objectivos e ainda planear a execução do movimento. Da hipótese cognitivo-motora (principal hipótese da teoria da aprendizagem simbólica) resulta que a visualização mental é mais eficaz em tarefas predominantemente cognitivas do que em tarefas predominantemente motoras. Como o nome indica, a teoria da aprendizagem simbólica explica a aprendizagem de tarefas motoras através da codificação de padrões de movimento (Martens, 1987) e não pela activação muscular (Feltz & Landers, 1983).

Esta teoria foi desenvolvida por Sackett, na década de 30, e propõe que através de visualização mental conseguimos simbolizar ao nível do Sistema Nervoso Central, os aspectos sequenciais de uma tarefa e as características espaciais de um *skill*, bem como, clarificar os objectivos dessa tarefa, planear os procedimentos para a sua execução, identificar os potenciais problemas da performance, permitindo aos atletas que, cognitivamente estabeleçam um plano de performance, não implicando, no entanto, o envolvimento da musculatura periférica, contrariamente ao referido na teoria Psiconeuromuscular (Murphy & Jowdy, 1992).

A teoria da aprendizagem simbólica tem sido suportada através de um grande número de estudos que demonstram que a prática mental é mais eficaz para tarefas que tenham uma maior componente cognitiva. Este aspecto é salientado por Vealey & Walter (1993) e pelas investigações de Felts & Landers (1983) que concluem sobre o maior impacto dos efeitos da prática mental nas tarefas simbólicas do que nas tarefas motoras.

1.4.3 - Teoria da Activação

Segundo a teoria da Activação, o papel da visualização mental consiste em ajudar o sujeito a atingir um nível de activação que facilite a aquisição ou o desempenho de tarefas. Através da visualização mental, o sujeito coloca-se num estado óptimo de activação para a realização da tarefa em questão. Em certas circunstâncias, a teoria, confunde-se com as teorias da atenção e da activação (Abernethy, 2003). Desta forma a visualização mental serviria para concentrar a atenção do atleta em pensamentos relevantes para a tarefa. Feltz & Landers (1983) sugeriram que a activação serve para afinar os músculos e, que, *“este tipo de ensaio cognitivo (visualização) pode actuar nos limiares sensoriais do atleta baixando-os e facilitando a performance”* (p.50).

Alves (2001) afirma que a investigação de suporte a esta teoria é escassa e pouco esclarecedora, podendo, no entanto, concluir-se que poderá ter força explicativa se nos referirmos especificamente a uma tarefa, pois, tendo em conta as teorias da atenção, a importância atribuída ao conteúdo da imagem visualizada, sugere que esta deverá focalizar-se sobre os aspectos pertinentes da tarefa, de forma a produzir os efeitos desejados.

1.4.4 - Teoria Bioinformacional

A teoria Bioinformacional, ou do Processamento da Informação, aborda a visualização mental em termos dos mecanismos cerebrais de processamento de informação. Lang (1979), assume que o cérebro é organizado em caminhos e armazena um conjunto finito e organizado de preposições sobre relações, e

descrições de características de estímulos e de respostas. Este conjunto de dados armazenados na memória de longo termo é accionado pela visualização mental formando uma rede de proposições codificadas. Uma imagem contém em si, informação sobre uma proposição de estímulo e sobre uma proposição de resposta ao mesmo. A primeira transmite informação sobre o ambiente do estímulo imaginado; a segunda dispõe informação sobre a actividade comportamental. Porque as proposições de resposta são alteráveis e representam como um indivíduo pode reagir numa determinada situação da vida real, as respostas imaginadas podem ter um impacto significativo nos comportamentos consequentes.

Instruções para visualização mental que contenham proposições de resposta deverão provocar muito mais respostas fisiológicas do que aquelas instruções que contenham apenas proposições de estímulo. O modelo parte do pressuposto de que uma imagem é uma série finita e funcionalmente organizada de proposições arquivadas pelo cérebro, sendo que:

Proposição- relações e descrições das características do estímulo e da resposta. Assim, a imaginação envolve a activação de um padrão de relações entre as propostas arquivadas na memória a longo prazo.

Proposição do estímulo- descritores do conteúdo da imagem ou do estímulo.

Proposição da resposta- descrições das respostas ou comportamentos do indivíduo, incluindo os seus aspectos verbais, motores e fisiológicos.

As proposições de resposta devem ser activadas em simultâneo com as do estímulo dado que aquelas representam um protótipo do comportamento real.

Este aspecto sugere que a prática da visualização mental poderá levar um indivíduo a mudar o seu comportamento, se incluir muitas descrições da resposta na descrição da imaginação, permitindo-lhe deste modo o acesso ao programa motor adequado.

A teoria Bioinformacional estuda a visualização mental em termos dos mecanismos cerebrais de processamento da informação.

As proposições de estímulo contêm descritores sobre o estímulo (por exemplo a textura e o toque de uma bola de basquetebol ou o peso de um haltere). As proposições de resposta envolvem afirmações sobre o comportamento, incluindo aspectos verbais, aspectos motores, ou aspectos fisiológicos, tais como sentir a tensão de um músculo (Suinn, 1993).

Esta rede de informação serve um protótipo comportamental. Este protótipo pode ser processado através da geração interna de um protótipo semelhante, através por exemplo, do uso de visualização mental.

Segundo a teoria Bioinformacional, para que o treino de visualização mental influencie a performance atlética, as proposições de resposta devem ser activadas em paralelo com as proposições do estímulo. Tais proposições de resposta representam o protótipo do comportamento patente que queremos influenciar. Uma vez que o protótipo de resposta é activado, então pode ser sujeito a revisão ou alteração, levando a melhorias no desempenho patente.

Segundo esta teoria uma cena de ansiedade e de acção, baseadas na realidade, produzirão uma elevação da frequência cardíaca, enquanto outras baseadas puramente em fantasia não produzirão alterações, isto porque os sujeitos são capazes de reproduzir as proposições do estímulo e de resposta de acontecimentos familiares.

Por outro lado, o uso de uma perspectiva interna levou a uma maior enervação do bicípite do que o uso de uma perspectiva externa, confirmando desta forma a hipótese de que a perspectiva interna gera um maior número de proposições de resposta.

Visto que uma perspectiva interna de imagética tem maior probabilidade de gerar mais elementos do protótipo de resposta, então é esperado que uma perspectiva interna ajude no processamento de uma resposta, e deste modo promova uma melhoria do desempenho.

O relato de que o uso de uma perspectiva interna leva a um aumento da melhoria do desempenho pode ser interpretado pela teoria bioinformacional de que esta perspectiva leva a uma maior clareza, a uma maior capacidade de sentir os movimentos corporais, e uma melhor capacidade de se envolver emocionalmente. Através desta teoria, a perspectiva interna parece induzir uma

proposição de estímulo mais clara a par de maiores proposições de resposta, com a consequência de uma melhor performance.

1.4.5 - Teoria do Triplo Código

A conceptualização do uso da visualização mental seguida por Paivio (1986) era que a visualização mental mediava o comportamento através de mecanismos cognitivos ou motivacionais, que afectam sistemas de resposta, específicos ou gerais. A visualização mental Cognitiva específica consiste primariamente nas imagens das habilidades. A maioria da literatura sobre prática mental trata de visualização mental deste tipo. A visualização mental Cognitiva geral refere-se ao uso da visualização mental para o desenvolvimento de estratégias cognitivas para eventos desportivos. Imagens classificadas como o Motivação específica, foram pensadas para desempenhar um papel motivacional quando os reforços são raros. Assim, a visualização mental como Motivação específica representa objectivos específicos e comportamentos orientados para o objectivo tais como, imaginar-se a ganhar um evento, estar num pódio a receber uma medalha, e sendo felicitado por outros atletas por um desempenho excelente. A Motivação Geral incluía as imagens associadas a emoções e activação.

.Na passagem do duplo código para o triplo código, Ashen (1984) entra com uma componente não tratada anteriormente: o significado que a imagem tem para cada indivíduo.

A primeira componente é a imagem, a saber, uma sensação que possui todos os atributos associados a um estímulo externo mas que é, por natureza, interna.

A segunda componente é a resposta somática: as alterações psicofisiológicas que resultam da actividade mental.

Finalmente, a componente ignorada por todos os modelos: o significado da imagem. Efectivamente, segundo Ashen (1984), cada imagem teria um significado particular para cada indivíduo. Além disso, cada um integraria a sua história pessoal ao conteúdo e ao tratamento de ditas imagens. Desta forma,

um mesmo conjunto de instruções poderá ter consequências diferentes dependendo de quem as ouve.

1.5. Variáveis Mediadoras

A influência da visualização mental na performance pode ser mediada por diversas variáveis de entre as quais podemos destacar: (a) a Capacidade de visualização mental individual, (b) a Perspectiva face à visualização mental e (c) o Resultado positivo ou negativo da visualização mental. Analisaremos de seguida cada uma destas variáveis.

1.5.1. Capacidade de visualização mental individual

A investigação tem revelado que a eficácia da visualização mental é superior nos indivíduos que demonstram melhor capacidade. Uma boa capacidade de visualização mental tem sido definida pelo nível de nitidez e controlo que o atleta tem sobre as imagens que visualiza. A nitidez refere-se à clareza e realidade da imagem, enquanto o controlo se refere à capacidade do atleta em alterar e reconstituir a imagem (Alves, 2001). A investigação nesta área tem demonstrado, de forma consistente, que existe uma relação positiva e significativa entre a capacidade dos atletas para visualizar uma tarefa e a performance subsequente nessa mesma tarefa (Highlen & Bennet, 1983).

Estudos em que foi usado o Questionário de Visualização de Movimentos (QVM, Hall, Pongrac e Buckolz, 1985 - de que existe uma tradução de Alves e Gomes, 1998), têm mostrado que atletas com elevados resultados neste questionário demonstravam, igualmente, maior facilidade na aquisição e memorização de padrões de movimentos (Hall, Buckolz, & Fishburne, 1989). Igualmente, os estudos de Ryan & Simons (1981, 1982), Goss et al.(1986), Highlen & Bennett (1983) e Orlick & Partington (1988), confirmaram que os sujeitos com melhor capacidade para visualizar imagens com maior nitidez e controlo obtinham performances superiores nas diferentes tarefas a que foram submetidos. Assim sendo, os atletas que evidenciam este

tipo de características tendem a obter os melhores resultados na visualização realizada representando, de acordo com os dados dos estudos referidos, os praticantes com os melhores níveis de rendimento desportivo.

Ryan & Simons (1981) constataram que esta situação se verificava somente em tarefas cuja natureza era, fundamentalmente, cognitiva. Verifica-se assim existir um certo consenso relativamente ao facto da VM poder assumir uma maior eficácia em actividades que envolvem uma maior componente cognitiva (ex: visualizar todos os movimentos implícitos na realização de uma jogada no basquetebol) por contraponto às tarefas onde é predominantemente solicitada uma resposta motora (ex: visualizar o levantamento de pesos nos treinos físicos) (Atienza & Balaguer, 1994; Gould & Damarjian, 1996). O estudo de Goss et al. (1986) revelou que a maior eficácia dos sujeitos com maiores capacidades de visualização mental se verificava na aquisição de movimentos e não na sua retenção. Estes resultados demonstram assim, que a visualização mental é, antes de mais, uma capacidade que é diferente de atleta para atleta e, mais importante ainda, que pode ser melhorada com a prática. Tal ficou provado por Rodgers et al. (1991) num estudo em que investigou os efeitos de um programa de treino da visualização (durante 16 semanas) na capacidade de visualização mental. Os resultados encontrados revelaram uma melhoria significativa na capacidade de visualização. Também Gomes (1998) encontrou resultados idênticos num estudo que realizou com jovens basquetebolistas. Os resultados destes estudos sugerem que não devemos considerar, somente, a capacidade individual dos atletas, mas também a melhoria dessa capacidade com treinos sistemáticos e intensivos.

1.5.2. Perspectiva face à visualização mental

Um dos temas mais desenvolvidos na visualização mental no desporto tem sido a perspectiva com que esta é usada. Para esta análise (interna/externa) foram usadas várias abordagens, incluindo estudos psicofisiológicos e de performance.

Mahoney & Avenet (1977) foram dos primeiros investigadores a questionarem-se sobre a perspectiva em que o atleta se coloca, pois esta poderá influenciar a eficácia da visualização mental.

Podemos então considerar duas perspectivas: (a) Externa ou dissociada (VMD = Treino ideomotor) e (b) Interna ou associada (VMA).

A primeira perspectiva, (VMD) diz respeito à visualização mental de si mesmo executando o movimento, ou seja, o indivíduo assume um papel de espectador de si próprio. O indivíduo vê-se, mentalmente, como num filme, como se fosse um espectador da sua própria acção e refere-se mais a estímulos visuais, embora os auditivos, cinestésicos ou olfactivos também estejam presentes. Para Mahoney & Avenet (1977, p. 137) “na visualização externa o sujeito vê-se a si próprio sob uma perspectiva de observador externo (como se se visse num filme) ”.

Na segunda perspectiva (VMA), o indivíduo vê mentalmente a sua performance, como actor, e plenamente inserido nas sensações da acção e em que os estímulos são fundamentalmente cinestésicos, isto é, reflecte a vivência da sensação dos processos internos que ocorrem na execução do movimento (sentir o peso do disco, a pressão da perna no momento do lançamento, etc.). Mahoney & Avenet (1977) definem esta perspectiva como requerendo “...uma aproximação à fenomenologia da vida real tal como se a pessoa se imaginasse como estando dentro do seu corpo e experimentasse as sensações que se espera experimentar na situação concreta” (p. 137)

Harris & Robinson (1986) verificaram que a visualização interna produzia significativamente mais actividade muscular que a externa, num estudo que realizaram com atletas de karaté. Estes autores também verificaram que a maioria dos participantes tinha dificuldade em manter a perspectiva, alternando frequentemente entre elas. Esta discrepância de resultados poder-se-á dever à finalidade da intervenção (Gould & Damarjian, 1996). Referem os mesmos autores que a visualização interna poderá estar mais associada à aprendizagem e melhoria dos *skills* motores, através da utilização do feedback cinestésico, enquanto a visualização externa poderá estar mais associada à

utilização de estratégias pré-competitivas, tendo neste caso como objectivo o aumento da autoconfiança.

Por sua vez Glisky, Williams & Kihlstrom (1996) num estudo com 46 estudantes a quem foi passado o Questionário de visualização mental (IAQ - Blair, Hall, & Leyshon, 1993) que permitiu classificá-los como externos e internos, verificaram, após terem treinado uma tarefa cognitiva/visual e outra motora/cinestésica, que a visualização externa estava associada às tarefas motoras e que a visualização interna está associada às tarefas cognitivas.

Em síntese, em VMD, o indivíduo está dissociado das suas sensações, enquanto em VMA está totalmente associado a elas.

1.5.3. Resultado positivo ou negativo da visualização mental

Os resultados de diferentes investigações sobre o estudo dos efeitos do resultado da visualização mental têm-se revelado bastante consistentes. Vários estudos sugerem que uma visualização mental positiva e correcta melhora a performance subsequente, ao contrário da negativa e incorrecta da qual resulta uma performance inconsistente. Assim como a visualização mental positiva pode melhorar a performance, também a negativa pode piorar a mesma (D. F. Shaw, 2002; Woolfolk, Murphy et al., 1985).

Um dos primeiros estudos a investigar os efeitos do resultado negativo ou positivo da visualização mental, foi Powell (1973), que num gesto de lançamento de dardos, verificou que os sujeitos que visualizavam positivamente as suas acções (acertar no centro) aumentaram a sua performance em 28%, enquanto os sujeitos que visualizavam performances negativas (falhar o centro) decresceram 3% na sua performance.

Para além destes, Gregory, Cialdini, & Carpenter (1982) reportaram que participantes que imaginaram eventos mal sucedidos, acreditavam fortemente que estes iriam ocorrer.

Durante uma competição de golfe, D. F. Shaw (2002) pediu a atletas experientes e inexperientes que realizassem aproximações (*Putts*) com três tipos de condição: visualização de resultado positivo, visualização de resultado negativo e sem visualização. Os maiores índices de erro registaram-se nas visualizações negativas. Também de acordo com Cratty (1984), a visualização de performances negativas, antes da competição, leva a uma inibição da performance.

Por sua vez Suinn (1985) refere que a visualização negativa pode afectar negativamente a performance desportiva porque pode diminuir a concentração, a motivação e a autoconfiança.

Nos trabalhos de investigação realizados por Woolfolk, Parrish, & Murphy (1985) foi feita a comparação entre três grupos, tendo um deles, utilizado a visualização mental para resultados positivos, outro para resultados negativos e um grupo de controlo. A partir dos resultados obtidos os investigadores concluíram que o grupo que utilizou as imagens negativas teve desempenhos significativamente mais baixos, não só em relação ao grupo que utilizou as imagens positivas, mas também em relação ao grupo de controlo.

1.5.4. Outras perspectivas

Na maioria das questões relacionadas com a psicologia, a característica mais provável de ser listada como “uma consideração adicional” é, as diferenças individuais, e o caso da visualização mental associada com a prática mental não é nenhuma excepção

Parece óbvio que, se o treino de qualquer questão técnica ou táctica for confiado à visualização mental, então quanto mais vívidas, completas, e multifacetadas forem as imagens, melhor poderão influenciar o desempenho físico. Como se pode esperar, existem ferramentas desenvolvidas para avaliar a visualização mental e o seu controlo (Bump, 1989; Hall & Pongrac, 1983; Hall et al., 1985) e programas para a sua aplicação e desenvolvimento (Alves, 2001; Palmi, 1999; Rushall, 1991; Vealey, 1986).

Um exemplo de uma área de pesquisa, confusa e contraditória, que frequentemente é promovida como parte das rotinas de prática de visualização mental é o relaxamento. O relaxamento é frequentemente definido como um pré-requisito para o estabelecimento de regimes de treino de prática mental (Suinn, 1984). A utilização desta rotina faz sentido se o objectivo for o controlo da visualização mental de ensaios mentais para treino de uma determinada habilidade, isto é, para aquisição da habilidade, uma vez que facilita os processos atencionais para os detalhes dessa execução. Pode também ser um pré-requisito razoável quando o objectivo é alcançar uma melhor gestão e controlo das qualidades da atenção. Contudo, quando se trata de preparação para a performance, esta deve ser encarada de forma completamente distinta, uma vez que raramente faz sentido procurar um estado de relaxamento. Nestes casos, os estados de relaxamento são incompatíveis com níveis óptimos de activação e não replicam as condições energéticas (activação/motivação) de uma determinada performance.

A visualização Mental, sem a respectiva componente de activação fisiológica, não será a melhor forma de treino mental com vista à performance ou rendimento. Segundo Kearney (1976) o relaxamento é um elemento dispensável para a alteração cognitiva de comportamentos. O relaxamento pode ser um elemento a considerar na prática desportiva, mas apenas em situações muito específicas.

Existem ainda um conjunto de questões respeitantes à preparação para a performance que são mais abrangentes do que a resposta fisiológica ou a concentração para uma execução óptima. Considerando que existem várias formas de trabalho na dimensão cognitivo/comportamental, talvez a mais representativa destas questões seja a forma como as pessoas lidam com os acontecimentos -*coping tactics* (Heyman, 1984; Weinberg, 1984)

O procedimento, consiste numa extensão da dessensibilização sistemática. Teoricamente o indivíduo imagina a situação competitiva e a ocorrência de um acontecimento imprevisível que o distraia, ou cause outro tipo de interferência ao nível da performance. De seguida o sujeito imagina-se a superar com sucesso o problema e a realizar um desempenho de alto nível.

Supostamente, este tipo de treino, pode permitir ao sujeito lidar com situações muito para além das experiências competitivas normais, como gestão da dor em eventos de resistência (ex. corridas de fundo) ou a ansiedade (Meichenbaum, 1977; Rushall & Lippman, 1997). Deve permitir a visualização de imagens de locais de prática não familiares e, através da visualização mental, imaginar desempenhos de sucesso. Este processo pode prevenir os decréscimos de desempenho associados com um primeiro desempenho numa situação nova. Por ex., um membro de uma equipa visitante poderia imaginar o ambiente de um recinto cheio de apoiantes contrários e o som da multidão hostil, e efectuar alguns ensaios de modo a lidar eficazmente com a situação. De forma geral, poder-se-iam listar todas as coisas possíveis de correr mal numa competição e lidar com cada uma delas com a visualização mental. Tal prática serviria não somente como preparação geral da competição mas também ajudaria a reforçar a confiança (Aderman, 1978) e a auto eficácia (Bandura, 1977).

Em síntese, a visualização mental é considerada uma das técnicas mais eficazes no desenvolvimento de competências físicas e psicológicas devido à sua polivalência

Ao longo dos tempos a visualização mental tem sido referida por uma série de nomes - visualização, ensaio mental, prática mental, e desenvolvimento cognitivo entre outros.

A revisão que apresentamos mostra que a investigação sobre visualização mental é diversa e pode incluir estudos descritivos e experimentais, utilizando métodos qualitativos e quantitativos. Os investigadores que têm realizado estudos descritivos debruçam-se por exemplo sobre quem usa visualização mental, o que é que as pessoas visualizam, porque é que as pessoas visualizam, onde e quando as pessoas visualizam, incluindo também variáveis de diferenças individuais, como a capacidade ou nível competitivo e de género como variáveis independentes.

A avaliação da visualização mental também é uma parte importante da investigação, o desenvolvimento e validação de escalas e testes de medida foram incluídos nos estudos de visualização mental, com características que

variam desde quando se usa, até à nitidez da imagem. Os investigadores também estão interessadas em desvendar o que torna as pessoas boas visualizadoras. Variáveis como a capacidade de visualização mental e perspectiva (interna/externa) têm sido estudadas.

2. VISUALIZAÇÃO MENTAL E APRENDIZAGEM MOTORA

Segundo Alves (2001), quando os treinadores são questionados sobre qual a melhor estratégia para os seus atletas aprenderem habilidades motoras, eles são unânimes em responder que a única forma é passando muitas horas a praticar fisicamente. No entanto, são igualmente unânimes quando questionados sobre a importância e a retenção de aprendizagem nas situações de visualização de vídeos, observação de outros atletas e simulação dos movimentos a executar. Apesar disso, continuam a fazer pouco uso destas estratégias na aprendizagem e melhoria das habilidades motoras. As explicações avançadas para esta falta de uso são, normalmente, no sentido de que as acções não são observáveis, pois estas estratégias envolvem um processamento cognitivo e são mediadas pela formação de imagens mentais e diálogos interiores.

Os relatos anedóticos de atletas são uma boa forma de confirmar esta situação. Jack Nicklau, Chris Evert, Michael Jordan e Greg Louganis, são alguns exemplos conhecidos de relatos individuais da eficácia da visualização mental. Segundo um estudo realizado por Murphy, Jowdy, & Durtschi (1990), no centro Olímpico de treinos dos Estados Unidos da América, 100% dos consultores de psicologia do desporto e 90% dos atletas olímpicos, usavam alguma forma de visualização mental, com 97% destes últimos a afirmar que isso ajudava na sua performance. Orlick e Partington (1988) referem também que cerca de 99% dos atletas Olímpicos do Canadá usavam visualização mental.

Apesar de estes relatos serem de facto interessantes, torna-se necessária uma aproximação de carácter mais científico, ou seja estudos em que o investigador observa e controla os comportamentos ao longo de um

período de tempo. Por exemplo Suinn (1993) descreve o uso de uma técnica conhecida como Ensaio Visuo-motor de comportamentos (VMBR) que combina relaxamento com visualização mental e relata aumentos da actividade neuromuscular de músculos de esquiadores durante uma simulação. Para além disso apresenta ainda aumentos de performance em praticantes de Karaté que usaram visualização mental.

De acordo com (Gould & Damarjian, 1996) os estudos sobre a relação entre a visualização mental e a performance desportiva podem ser categorizados em quatro grandes áreas:

- Estudos sobre a prática mental;
- Investigação sobre a intervenção pré-competitiva;
- Comparação das características dos atletas com e sem sucesso;
- Variáveis mediadoras.

A maioria desses estudos tem por objectivo analisar os efeitos da prática mental na aprendizagem das habilidades motoras. A prática mental é assim entendida, como a execução mental de uma determinada tarefa sem qualquer acção visível.

A investigação formal sobre o uso da prática mental começou, como já vimos anteriormente, com Jacobson na década de 30. Durante 50 anos, a maioria dos estudos procurava analisar os efeitos da prática mental na aprendizagem e na performance das habilidades motoras, baseando-se fundamentalmente em metodologias de laboratório. Os designs experimentais, utilizavam, uma metodologia pré e pós-teste, procurando verificar a evolução intra-sujeito após a aplicação de um determinado programa de visualização mental. Normalmente, eram utilizados quatro grupos de sujeitos, diferenciados pelo tipo de prática: um grupo de prática física, um grupo de prática mental, um grupo de prática conjunta (física e mental) e um grupo de controlo (sem qualquer prática).

A primeira revisão de literatura sobre os efeitos da prática mental na performance foi feita por Richardson (1967a, 1967b, 1969) que analisou 25 estudos e onde conclui que a prática mental estava associada ao aumento da

performance (11 estudos mostraram resultados significativos, 7 mostraram tendências positivas, 3 evidenciaram resultados negativos e 1 mostrou resultados inconsistentes). Nesta revisão Richardson constatou, ainda, alguma evidência de uma relação positiva entre a experiência na tarefa e a eficácia da visualização mental.

Na sequência da revisão de Richardson, Corbin (1972) efectuou uma outra mais extensiva (50 estudos), onde constatou igualmente, uma associação entre a prática mental e a performance, embora refira que "...a prática mental nem sempre é uma ajuda para a performance" (p.115). No que se refere à questão da experiência, os resultados que Corbin encontrou vão no mesmo sentido dos de Richardson, isto é, a experiência parece ser um factor importante na eficácia da prática mental.

Mais recentemente Feltz & Landers (1983) realizaram a revisão mais extensa e compreensiva, utilizando uma técnica conhecida por meta-análise e em que analisaram 60 estudos que utilizaram a prática mental. Estes autores verificaram que a prática mental melhorava a performance a um nível global de 48 estudos. Verificaram, igualmente que nas tarefas de natureza cognitiva o efeito era significativamente superior ao das tarefas de natureza motora e de força.

Weinberg, Seabourn, & Jackson (1981) dizem-nos que a prática mental combinada e em alternância com a prática física é mais efectiva que a prática mental e física isoladas. Referem, ainda, os mesmos autores que a prática física por si, produz efeitos superiores aos da prática mental isolada. Os mesmos resultados foram obtidos por Alves et al (1997) que estudaram os efeitos da prática física e mental, na aprendizagem de lançamento no jogo da raiola (jogo tradicional português), e verificaram que através do treino de visualização mental, a performance da aprendizagem dos *skills* motores pode melhorar significativamente.

Nesta linha, Blair, Hall e Leyshon (1993) realizaram um estudo com futebolistas experientes e principiantes, tendo definido dois grupos, um de prática mental e um de controlo. O grupo de prática mental foi submetido a um programa de visualização da tarefa durante seis semanas, para além da

actividade normal de treino. Por sua vez o grupo de controlo, durante as mesmas seis semanas, desenvolveu estratégias de competição e a mesma actividade regular de treino. Os resultados que obtiveram demonstraram que o grupo de prática mental melhorou o tempo de resposta de forma significativa, enquanto o grupo de controlo não demonstrou qualquer evolução. Em relação aos resultados, os grupos não apresentaram diferenças significativas.

Alves et al. (1999) num trabalho realizado na modalidade de voleibol, verificou se a utilização da prática física e mental produzia uma maior eficácia na performance relativamente à prática física e mental isoladas, tendo concluído que a prática física combinada com a prática mental produziu resultados superiores. Constatando ainda que, o grupo de prática mental obteve uma melhoria do desempenho superior ao grupo de prática física. Orlick (2000) refere que se combinarmos a visualização mental com movimentos reais podemos melhorar e tornar mais rápido o processo de aprendizagem.

Igualmente, Alves, Gomes & Passarinho (1999) analisaram a aprendizagem do lance livre no basquetebol, num grupo de jovens atletas (11 aos 13 anos), encontraram diferenças significativas entre os atletas com prática mental e sem prática ($p < .000$).

Também, Ramos (1999) num estudo que realizou com ginastas, verificou que a prática mental prévia à execução física, proporciona melhores resultados que a prática física isolada, sendo a diferença significativa, nomeadamente quando a complexidade da tarefa é superior.

Ainda de acordo com Alves (2001), todas as revisões de literatura realizadas demonstram que a prática mental é uma estratégia eficaz na melhoria da performance motora. As inconsistências que se têm verificado devem-se, de acordo com Suinn (1993) à diversidade de metodologias usadas. No sentido de serem ultrapassadas as inconsistências encontradas, Budney, Murphy e Woolfok (1994) sugerem a realização de revisões separadas dos diferentes procedimentos específicos da prática mental, com vista a verificar o quê (que tarefas), como (que estratégias mentais), quem (atletas experientes ou principiantes), porquê (com que objectivo) e quando (treino ou competição), a prática mental influencia a performance.

Existem no entanto outros autores em cujos estudos os efeitos da prática mental são superiores aos da prática física (Alves, Belga et al., 1999) ou iguais aos da prática física (Silva, Rosado, Fialho, Borrego, & Bernardo, 2008). De acordo com a meta análise de Feltz & Landers (1983) os maiores benefícios da prática mental acontecem normalmente associados a tarefas de natureza mais cognitiva, o que conduz a uma lógica de análise da influência do tipo e da natureza da tarefa.

Em relação ao tipo de tarefa, não é claro até ao momento, qual o tipo de influência que esta tem no resultado, pois a própria definição de natureza da tarefa, mais cognitiva ou mais motora, não está perfeitamente clara na literatura. Existem alguns estudos que apontam para a existência de resultados positivos da influência da visualização mental em tarefas como por exemplo o treino do supino plano (Silva, Borrego, & Ranchod, 2003). No entanto estes autores referem a influência de outras variáveis como por exemplo a motivação. Estes resultados apontam no mesmo sentido que um estudo realizado por Hird, Landers, Thomas, & Horan (1991) que, ao examinarem os efeitos de diferentes combinações de prática mental e física, em tarefas cognitivas e motoras, verificaram que os grupos de prática obtinham performances significativamente melhores que os sujeitos dos grupos de controlo e que as magnitudes do efeitos eram superiores para os grupos que tinham realizado as tarefas cognitivas, em comparação com os que tinham realizado as tarefas motoras. Estas descobertas estão de acordo com a teoria da aprendizagem simbólica sobre os efeitos da prática mental.

Assim sendo, a prática mental não deve substituir a prática física mas que pode ser usada como um importante auxiliar (Hird et al., 1991; Silva et al., 2003; Weinberg et al., 1981).

Christina & Corcos (1988), referem a visualização como a técnica de treino mental que tem vindo a ser cada vez mais utilizada na aprendizagem de novos *skills* motores e com resultados muito encorajadores.

Suinn (1997), numa revisão de literatura que intitulou “*Mental practice in sport psychology: Where have we been, where do we go?*”, recomenda que a prática da utilização da visualização mental inclua:

- Ensino da visualização mental como habilidade entre outras;
- Relaxação;
- Aumento das repetições (ensaios);
- Definição precisa dos conteúdos;
- Utilização de instruções dirigidas ao estímulo e à resposta;
- Alternância entre a prática física e mental.

Como vimos, nos últimos anos tem vindo a aumentar o interesse em estudar a influência que a visualização mental tem sobre a aprendizagem, o que tem conduzido a inúmeros estudos nessa área. Mais recentemente vários autores sugeriram que a visualização mental de acções motoras é funcionalmente muito próxima da preparação e execuções reais (Droulez & Berthoz, 1986; Jeannerod, 1994, 1995; Jeannerod & Frak, 1999)

2.1. Conceito de Aprendizagem Motora

A importância filosófica e pedagógica do problema da aprendizagem tem sido uma preocupação, tanto dos pensadores antigos como dos modernos. Com a evolução do conhecimento em Psicologia do Desporto e Exercício nos últimos tempos, tem também evoluído a utilização das técnicas de visualização mental, que se destacam na evolução das aprendizagens de novas habilidades motoras.

Wulf, Schmidt, & Lee (1993) referem que a aprendizagem pode definir-se em termos de ganhos de capacidades que sustentam a performance das habilidades desportivas. Afirmam, ainda que, este ganhos são adquiridos durante a prática e, que a melhoria das capacidades é responsável pela melhoria das performances.

As primeiras teorias sólidas sobre a aprendizagem do movimento, referidas por Adams (1971) e Schmidt (1975) supõem uma associação entre o movimento e a execução, logo entre a memória e a performance. A

aprendizagem deve ser entendida como a procura da melhor solução para o problema motor, que de acordo com Bernstein (1967, p. 127) se centra na programação e não na resposta motora. *"...practice, when properly undertaken, does not consist in repeating the means of solution of a motor problem time after time, but is the process of solving this problem again and again by techniques which we changed and perfected from repetition to repetition. ...Practice is a particular type of repetition without repetition."*

A aprendizagem é descrita por Temprado (1997) como um processo de transformação, que conduz o indivíduo à melhoria observável da sua habilidade motora e, posteriormente da performance. Segundo o mesmo autor, a aprendizagem é um processo que não é uniforme no tempo, pelo que distingue três fases:

i) Fase Cognitiva – Corresponde ao momento inicial da prática e, caracteriza-se pela verbalização dos objectivos a alcançar, dos procedimentos, dos critérios de realização das acções e dos critérios de êxito. Tudo isto é consubstanciado numa sequencialização da tarefa em sub-tarefas e num controlo sistemático após cada sequência realizada. Godinho, Mendes, Melo & Barreiros (1999) salientam que o processo de verbalização da actividade motora desempenha um papel facilitador na aquisição da tarefa, contribuindo para que, com maior rapidez, o indivíduo melhore o seu nível de desempenho, ou seja, nesta fase o indivíduo está essencialmente preocupado em identificar e compreender o objectivo e, as componentes da tarefa motora;

ii) Fase Associativa – Durante esta fase, os indivíduos revelam uma capacidade de detectar e corrigir os erros das suas acções motoras, o que se traduz numa melhoria progressiva do controlo das acções motoras;

iii) Fase Autónoma – Ao atingir esta fase, o indivíduo começa a libertar-se da necessidade de atenção consciente sobre as acções motoras, delegando o controlo dessas acções para as estruturas inferiores e periféricas do sistema motor (Godinho et al., 1999).

2.2. Captação da Informação

A aprendizagem motora e desportiva supõe a existência de informações necessárias à concretização das habilidades desportivas. Sabemos que a origem destas informações, essenciais para o domínio do equilíbrio e manutenção postural no desporto advém de numerosos receptores, entre os quais:

- i) Fuso Neuro Muscular (FNM) – Transmitindo informações sobre a tensão muscular e indirectamente sobre a posição articular;
- ii) Corpúsculos de Golgi – Sensíveis às posições desenvolvidas pelo musculo ao qual estão ligados;
- iii) Receptores das Cápsulas Articulares – Circundam cada articulação;
- iv) Aparelho Vestibular – Ao nível do ouvido interno estão fortemente implicados na postura e no equilíbrio corporal.

A generalidade dos estudos sobre a aprendizagem motora mostra-nos que a maioria dos problemas se encontra na aquisição de hábitos motores. Durante a aprendizagem desportiva é corrente promover-se a automatização dos atletas, fazendo-os imitar gestos técnicos realizados por atletas conhecidos, que servem de modelo.

2.3. Compromisso Velocidade/Exactidão

No período de tempo que medeia a entrada de informação e a saída da resposta, “o mecanismo cognitivo-perceptual organiza e analisa a informação, com o propósito de tomar a decisão de forma a resolver uma situação” (Araújo & Serpa, 1999, p. 37), sendo fundamental a “*rapidez no processamento de informação*” (Tavares, 1999, p. 119), em especial nas situações desportivas onde são colocadas grandes exigências.

Uma decisão é uma escolha de entre muitos actos possíveis. Para que tal aconteça é necessário que se desenrolem delicados processos mentais. O contexto onde o sujeito se insere exige-lhe que seja capaz de analisar e

interpretar a situação, de forma a executar uma rápida resposta com um elevado grau de precisão. No entanto, “quanto mais rápido uma pessoa responde, numa situação de tempo de reacção de escolha, maior tendência há a cometer erros” (Alves, 1995, p. 92). Para obviar esta questão, os sujeitos assumem um determinado grau de preparação ou atitude que levam os indivíduos a adoptar uma postura em função da fonte potencial de estímulo.

De acordo com Proteau e Girouard (1987), existem dois tipos de preparações ou estratégias: uma para reagir, onde o tempo de reacção de escolha é modificado em função das expectativas, da probabilidade de ocorrência de um estímulo e do espaço de tempo, e outra para executar, que envolve essencialmente o tempo de movimento e a precisão espacial do mesmo. Ambos os níveis de preparação estão relacionados com a probabilidade de ocorrência dos acontecimentos, ou seja, quanto maior for a probabilidade de um estímulo aparecer, mais rápido será a resposta. Por outro lado, se uma tarefa, que envolva um tempo de reacção de escolha, ocupar uma grande parte do tempo total de resposta, o sujeito adoptará uma estratégia de antecipação, que originará um maior número de erros.

No estudo do processamento de informação este facto não pode ser ignorado, sob pena de os resultados obtidos serem pouco fiáveis e consequentemente conduzirem a interpretações pouco correctas (Pachella, 1974), dado que a mínima modificação na percentagem de erros pode conduzir a alterações significativas no tempo de reacção.

2.4. Incerteza do Estímulo

Segundo Roca (1983), a incerteza entre estímulos é um factor importante, uma vez que em intervalos regulares o tempo de resposta diminui, ao contrário do que acontece com intervalos irregulares (i.e. o sujeito torna-se mais lento). Esta constatação é corroborada por Tavares (1993), que também faz referência às questões associadas com a probabilidade da ocorrência do estímulo e compatibilidade entre o estímulo e a resposta. De acordo com o autor, quanto menor for a probabilidade e a compatibilidade, mais complexa é a

acção de resposta, pelo que o tempo de reacção torna-se mais longo. Por isso, quanto maior for a probabilidade de ocorrência de um estímulo, mais rápido e exacto é o tempo de reacção do sujeito. Este princípio também se aplica em relação à compatibilidade estímulo-resposta.

2.5. A Visualização Mental nos Diferentes Estágios de Aprendizagem

Wulf et al. (1993) refere que o treinador pode maximizar a aprendizagem do atleta, se conhecer os princípios da “performance” e da aprendizagem motora. Segundo o mesmo autor, existem três fases/estádios para o nível das intervenções: i) um primeiro estágio verbal/cognitivo com tarefas novas para o atleta conhecer, através de informações verbais ou observação de filmes, objectivos a estabelecer, práticas a cumprir e avaliação das performances atingidas; ii) um segundo estágio motor, onde o atleta desenvolve programas motores específicos para as suas acções e iii) finalmente um terceiro estágio automático, onde o atleta desenvolve acções que não requerem atenção, libertando-o para actividades cognitivas superiores, tais como, a tomada de decisão nos aspectos estratégicos, ou a forma, do estilo de “performance”, permitindo-lhe capacidade para detectar os próprios erros.

Estudos de Christina & Corços (1988) referem que a visualização mental melhora as aprendizagens dos atletas, tornando-se eficaz o seu uso, quando utilizada desde os estágios iniciais de aprendizagem até aos mais avançados, permitindo desta forma, visualizar a performance e a possibilidade de êxito, bem como, prestar toda a sua atenção aos pormenores, sentindo e visualizando o conjunto dos *skills*.

Rushall & Lippman (1997) referem que a visualização mental é normalmente implementada sob dois aspectos diferentes: para aprendizagem e realização de tarefas motoras; e para a preparação do atleta para a competição. A nível temporal um processo de aprendizagem implica a aquisição de um comportamento de modo permanente, o mesmo não ocorre com aplicação de estratégias para a competição, a qual está dependente da natureza da actividade competitiva.

Assim, a utilização da visualização mental para a aprendizagem de determinados gestos pode ter diferentes aplicações, tais como, o estabelecimento do modelo relativo do gesto motor, a execução inicial em câmara lenta para o desenvolvimento sequencial dos elementos, o envolvimento no processo de promoção da alteração progressiva do gesto motor procurando alcançar um comportamento terminal, e o incremento de consistência de realização do referido gesto motor.

Alguns investigadores como Kosslyn (1980) e Trehub (1991, citado por Alvoeiro, 1997) têm-se baseado em dados psico-neurológicos para explicar como a visualização mental pode afectar a performance, tendo sido mostrado através das suas investigações que durante a visualização mental verifica-se a activação de um conjunto de células cerebrais, que ao interagirem com outras partes do cérebro podem influenciar o controlo da actividade motora.

Paivio (1969) reforça a relação entre aprendizagem e memória, bem como, a importância que a visualização mental desempenha a este nível, quando refere que as imagens mentais estão funcionalmente relacionadas com a percepção visual e, em especial com a representação espacial. O mesmo autor, acrescenta ainda que tem sido demonstrado que a visualização mental pode ter uma acção facilitadora da aprendizagem e da memória, em situações em que, por exemplo palavras que evoquem rapidamente imagens mentais serão, normalmente, melhor lembradas do que outras que não o fazem.

Antonelli & Salvini (1978) sublinham a importância que a percepção e a memória desempenham na aprendizagem motora, referindo que a percepção é a base de toda a aprendizagem. A aprendizagem motora está estritamente ligada à percepção. A percepção do movimento é inseparável da dimensão espacial, enquanto a memória vai permitir que os indivíduos possam conservar o traço das impressões recebidas. Importa também, fazer referência à atenção, sendo esta necessária à memória, ajudando a fixar ou conservar a informação recebida. A atenção sustenta a intenção de aprender e a disposição para recordar, desempenhando também um papel activo e selectivo na percepção, preparando e orientando o indivíduo em direcção a um estímulo relevante.

Também Kosslyn (1994) salienta a importância das investigações que sustentam a relação da visualização mental e memória, referindo que a evocação de imagens evidencia a existência de uma ligação entre a visualização mental e a cognição, uma vez que, isso implica uma intenção e tomada de decisão. Para o autor em questão, o processo de recriar uma imagem implica o recurso à memória de trabalho.

2.6.A Visualização Mental, Competição Desportiva e Estratégias de Actuação

Toda a bibliografia consultada nesta área permite-nos constatar que a visualização mental pode melhorar os desempenhos dos atletas em inúmeras situações, necessitando para isso, que se preparem psicologicamente para as acções a empreender na competição.

Alguns estudos apresentados por Brito (2002) referem que, todo o mundo aparentemente imaginário e irreal do desporto constitui um objecto concreto de estudo, avaliação e investigação a nível psicológico, com particularidades psíquicas próprias numa nova área bem definida da Psicologia.

Taylor (1995) refere que os factores psicológicos mais discutidos e intervenções mais comuns, para melhorar o rendimento dos atletas, são as seguintes: motivação, concentração, cativação, focalização, confiança, estabelecimento de objectivos, visualização mental, relaxação progressiva e pensamento positivo. De acordo com o mesmo autor, existem em todos os desportos determinados factores que afectam de forma mais directa o rendimento competitivo. O que se pretende é a integração das informações, no sentido de se poderem detectar os factores psicológicos que deverão ser alvo de preparação mental para a competição.

O Modelo Conceptual de Taylor, “Modelo Conceptual para a Integração das Necessidades do Atleta e Exigências da Modalidade”, integra a compreensão e avaliação das necessidades do atleta, as exigências da

modalidade, a integração das exigências com as necessidades do atleta e o desenvolvimento de estratégias de preparação mental para a competição.

Alves, Brito, & Serpa (1996) referem que para conhecer o atleta, torna-se necessário que o conhecimento e a avaliação das suas necessidades se poderão efectuar subjectivamente através: de entrevistas ao atleta, pais, treinador, amigos, entre outros; de observações das informações acerca da habilidade dos atletas para manter a consistência no treino e competição; de observação de interacções com colegas, treinadores ou outros intervenientes do contexto desportivo; e de avaliação de respostas dos atletas às variações do desempenho durante o treino e competição, através de manifestações de auto-confiança, motivação e estabilidades emocional. Objectivamente o conhecimento e avaliação das necessidades do atleta poderão ser efectuadas através de testes e/ou questionários (gerais e específicos do desporto).

Deste modo, a avaliação das necessidades do atleta, quer seja objectiva ou subjectiva, fornece dados importantes do impacto dos factores psicológicos no rendimento do atleta, ajudando-os a compreenderem-se melhor a si próprios. Sabemos também que, as exigências das modalidades desportivas praticadas envolvem e, devem ter em conta, aspectos físicos, técnicos, logísticos e psicológicos.

Segundo Passos & Araújo, (1999) para além dos métodos actuais de preparação psicológica e melhoria da condição psíquica dos atletas, recorre-se, hoje em dia, à mobilização da tensão emotiva dos atletas, levando-os a concentrarem-se sobre a execução de determinados exercícios de autocontrolo; a libertarem-se de eventuais reacções negativas, que tal tensão lhes pudesse provocar; a reproduzir mentalmente os gestos ou fases importantes da modalidade desportiva em questão; e a auto-regulação da tensão emocional, através de exercícios de relaxação e de reactivação psíquica, orientados para o alcance do objectivo pretendido.

Courneya & Chelladurai (1991) referem que as investigações em Psicologia do Desporto se têm centrado na melhoria do rendimento desportivo, isto é, identificar o efeito de algumas variáveis psicológicas (por ex.: ansiedade, visualização mental, coesão, entre outras) em medidas de

rendimento (por ex.,: percentagem de vitórias/derrotas). Prevê-se que o atleta auto regule os seus comportamentos em situação de treino e competição, participando para o efeito, não só em inquéritos, questionários e entrevistas, como também, em métodos de observação. Nesta linha de acção, o atleta confrontado com situações de instabilidade e insegurança, procura estratégias que o ajudem a interpretá-las e percebê-las, verbalizando as execuções e visualizando-as mentalmente. Para além destas confrontações, o atleta procura desenvolver um comportamento adequado a cada situação, incorporando nos seus processos de treino estratégias de auto regulação cognitiva/afectiva, através não só da comunicação com o seu treinador, mas também utilizando técnicas, que lhe permitem melhorar os seus estados de concentração e autoconfiança, através da relaxação e da reestruturação cognitiva.

Relativamente às aprendizagens, prevê-se que o atleta a partir da sua relação com a actividade desportiva, crie expectativas sobre o seu comportamento motor. Quando as aprendizagens estão em consonância com as expectativas do atleta, poder-se-á dizer que a sua adaptação será promovida, com resultados significativos na estruturação cognitiva – emocional desencadeadores de estados optimizantes aos desempenhos no desporto, como: a autoconfiança, a auto-estima, a consciencialização das acções e, muitas outras, que proporcionam ao atleta bem-estar e predisposição para o sucesso.

Em suma, a literatura sobre a prática mental suporta bem a ideia de que a utilização da prática mental é melhor que a não utilização de qualquer prática, mas para que um programa de treino possa obter o máximo de eficácia deve combinar a prática física com a prática mental. Parece contudo, e a evidência é clara, que os efeitos da prática mental (e física) são mediados pela natureza da tarefa, obtendo-se efeitos superiores em tarefas de natureza mais cognitiva.

3. ELECTROMIOGRAFIA

Os músculos contraem-se, desta actividade resultam impulsos eléctricos ao nível do micro volt, criados dentro dos próprios músculos. Esta actividade pode ser medida e é referida como electromiografia (EMG).

A definição mais corrente de electromiografia é aquela que se encontra na introdução do livro *Muscles Alive* de Basmajian e DeLuca (1985, p. 1):

“Electromyography is the study of muscle function through the inquiry of the electrical signal the muscles emanate”. - Assim a electromiografia é - o estudo da função muscular através da recolha do sinal eléctrico associado á contracção muscular. Os registos gráficos resultantes, designam-se por electromiogramas.

O sinal eléctrico surge das trocas iónicas através das membranas das fibras do músculo. O sinal do EMG, quando gravado com os eléctrodos na pele (de superfície), é um sinal muito complexo devido à soma dos sinais de muitas fibras do músculo. A electromiografia de superfície é usada principalmente nos campos da ergonomia, da biomecânica, das ciências do desporto, e da reabilitação (Hermens & Freriks, 1997; Merletti & Parker, 2004), onde são usados frequentemente para estimar a força do músculo, cronometrar trabalho de músculos diferentes, ou fadiga muscular. As gravações do EMG de superfície são infelizmente influenciadas por muitos parâmetros que não têm interesse directo, por exemplo a impedância eléctrodo-pele. Seria desejável que os métodos, que são usados para a análise dos sinais do EMG, se pudessem adaptar à situação da gravação e fazer as medidas mais ou menos dependentes destes parâmetros. Na literatura sobre processamento de sinal, o termo filtro adaptável refere-se frequentemente a uma técnica em que os coeficientes do filtro são actualizados com um termo da correcção que foi estimado de um sinal do erro. Nesta tese a palavra adaptável tem um significado mais largo e resulta do fato de os métodos estarem adaptados aos dados gravados.

3.1. O sinal electromiográfico: sua origem e propriedades

A principal função dos músculos é transformar energia química em energia mecânica. Quando a palavra músculo é usada nesta tese refere-se a um músculo-esquelético. Para além deste, existem também outros dois tipos de músculos: músculo cardíaco e liso.

A existência de actividade eléctrica nos músculos foi assinalada pela primeira vez em 1666 por Francesco Redi (Clarys & Cabri, 1993). Em 1791, Galvani numa publicação intitulada '*De Viribus Electricitatis in Motu Musculari Commentarius*', estabeleceu a ligação entre a contracção muscular e a electricidade ao conseguir despolarizar músculos de pernas de rã. Durante longo tempo os progressos no uso desta técnica foram pouco significativos. (Acierno, Baratta, & Solomonow, 1998). Seis décadas mais tarde, em 1849, DuBois-Reymond descobriu que era também possível registar a actividade eléctrica durante uma contracção voluntária do músculo. A primeira gravação desta actividade foi feita por Marey em 1890, que introduziu também o termo electromiografia (Clarys, 1994).

Com a invenção da amplificação electrónica tornou-se possível o registo de fenómenos mioeléctricos fracos e o desempenho dos sistemas da gravação de sinais EMG pôde ser consideravelmente melhorado. A introdução de amplificadores de vácuo e mais tarde de eléctrodos de agulha, vieram contribuir para o avanço significativo da técnica uma vez que permitiram uma aplicação clínica. Desde essa altura o progresso significativo que se registou permitiu que a electromiografia começasse a ser usada nas mais variadas ciências, tais como a biomecânica, a neurologia ou o controlo motor.

Assim, o objectivo primário de um EMG é identificar e verificar a presença ou ausência de actividade muscular num determinado músculo, num determinado período de tempo (Luttgens & Hamilton, 1997).

Tal como referimos anteriormente, o fundamento da electromiografia situa-se na análise da actividade eléctrica do músculo. Assim torna-se importante caracterizar sumariamente a célula muscular e os fenómenos que nela ocorrem durante a contracção muscular. As células do músculo-

esquelético são referidas frequentemente como fibras musculares. As fibras musculares contêm diversas miofibrilhas, que podem alterar o seu comprimento fazendo deslizar os seus filamentos (Lamb & Hobart, 1992; Tortora & Grabowski, 2003a).

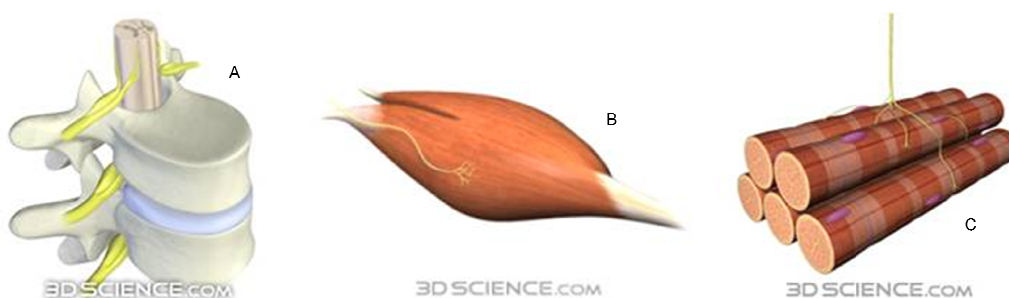


Figura 3- Imagens de ligação da espinal medula e saída dos axónios

Legenda

A - Espinal Medula e saída dos axónios

B - Ligação motoneurónio músculo

C - Unidade Motora (UM)

As imagens são cortesia de 3DScience.com.

Actualmente, a explicação que reúne mais consenso junto dos especialistas para o fenómeno EMG consiste no seguinte: A espinal medula contém os designados motoneurónio alfa, que são células nervosas com axónios muito longos, que vão até aos diferentes músculos, através e como partes integrantes dos nervos. Uma vez no músculo, cada axónio ramifica e liga-se individualmente á zona ventral de um conjunto de fibras do músculo. Desta forma, cada motoneurónio alfa consegue controlar um grupo de fibras individuais do músculo. Esta estrutura, motoneurónio alfa e as fibras musculares associadas, constitui uma unidade funcional básica no processo da acção do músculo e é chamada uma unidade motora (MU). Dependendo do seu tamanho, um músculo pode ser composto de um número de unidades motoras, que varia entre uma dúzia e muitas centenas (Kleissen, Burke, Harlaar, & Zilvold, 1998; Tortora & Grabowski, 2003b). Os músculos que

trabalham na motricidade fina têm poucas fibras musculares por MU e músculos onde a força é mais importante têm muitas fibras musculares por MU. Quando o sistema nervoso central activa uma MU, um impulso eléctrico viaja rapidamente pelo axónio até às fibras do músculo.

Um músculo pode produzir movimento devido à capacidade das miofibrilhas de mudar o seu comprimento. Uma fibra do músculo é activada quando a acetilcolina do neurotransmissor é libertada na sinapse entre o neurónio e a fibra do músculo, chamado a fenda neuromuscular. No estado de repouso, a célula muscular tem uma distribuição iónica diferente no interior e no exterior da sua membrana ou sarcolema. Verifica-se que no seu interior predominam os iões de potássio e os grandes iões proteicos, enquanto no exterior se verifica uma maior concentração de iões de sódio e cloro. Como consequência existe um potencial de repouso que é caracterizado por uma maior quantidade de cargas positivas no exterior da membrana (Lamb & Hobart, 1992; Pezarat-Correia, Santos, & Veloso, 1993a). Durante a contracção muscular, um conjunto de fenómenos electroquímicos, altera o potencial de repouso. A corrente electroquímica que antecede a contracção da fibra muscular, percorre a sua membrana e é propagada até à superfície da pele devido às propriedades condutoras dos tecidos. Quanto maior o número de fibras musculares recrutadas simultaneamente, maior será o somatório dos potenciais eléctricos que percorrem a pele.

Através de eléctrodos colocados na pele ou introduzidos no interior do músculo por uma agulha, é possível registar essa diferença de potencial que resulta da acção mecânica do músculo, desde que o sinal seja devidamente amplificado.

O sinal observado neste eléctrodo é chamado potencial de acção da unidade motora. A análise desse registo, ou electromiograma, fornece informação sobre a intensidade da contracção muscular e a ordem sequencial e temporal da activação desse mesmo músculo, num determinado movimento. Dependendo das características da unidade motora, a força máxima é alcançada 20-150 ms após a despolarização, diminuindo gradualmente a partir de então. Desta forma, um único impulso do motoneurónio causa uma força

chamada contracção muscular. Acontece raramente que a contracção muscular provocada pelo disparo de uma unidade motora seja suficiente para desencadear movimento. A fim produzir uma força mais constante a unidade motora é activada repetidamente tendo como resultado uma série de potenciais de acção (AP). O disparo das unidades motoras parece ser aleatório, assegurando-se desta forma que unidades motoras diferentes não estão activadas precisamente ao mesmo tempo. Este tipo de comportamento denominasse por comportamento estocástico e é consequentemente uma maneira obter um movimento mais suave.

Dois mecanismos estão disponíveis para controlar a força do músculo em níveis mais elevados. Primeiro, o número total de unidades motoras activas no músculo pode ser mudado. Como foi dito antes, cada unidade motora activada perto do eléctrodo induz um potencial de acção da unidade motora que aparece cada vez que esta unidade é disparada. Quando este eléctrodo recolhe potenciais de acção de mais do que uma unidade motora, o sinal EMG resultante será a soma dos potenciais de acção induzidos pelas unidades individuais activas. Desta forma, um número crescente de unidades motoras recrutadas para a contracção muscular conduzirá a uma soma de actividade eléctrica, que resultará num sinal EMG mais forte. Segundo, a frequência do disparo das unidades motoras activas pode ser mudada. Uma vez recrutada, a frequência de disparo de cada unidade motora aumenta com a força produzida. Consequentemente, quanto mais potenciais de acção forem geradas por unidade de tempo, em níveis crescentes de força, mais forte será também o sinal resultante da soma, e subsequentemente um maior valor do sinal EMG. (Kleissen et al., 1998). Para além disso verifica-se que fibras musculares de uma mesma unidade motora, apresentam activações assíncronas, devido a diferentes velocidades de condução nos ramos dos axónios, causadas por diferentes diâmetros e comprimentos dos mesmos (Lamb & Hobart, 1992).

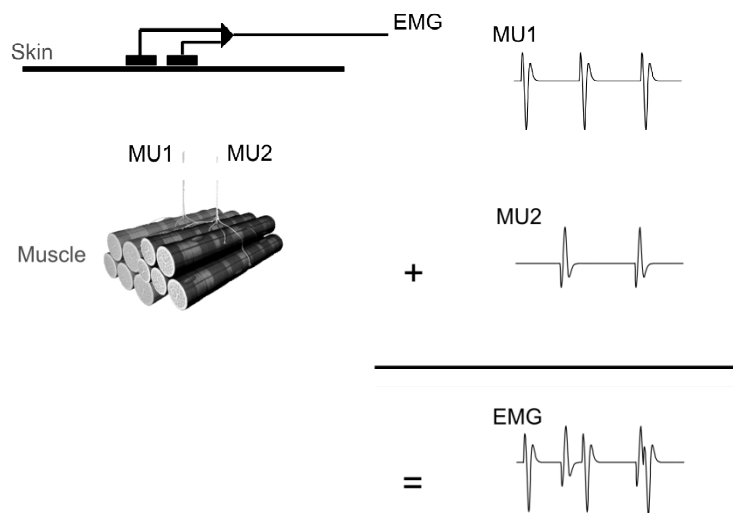


Figura 4 - Descrição esquemática que mostra o sinal do EMG como uma soma do potencial de acção da unidade motora (adaptado de Östlund, Yu, & J. Karlsson, 2006)

Provavelmente, o EMG é a melhor forma para representar o sinal neurológico do músculo-esquelético (Winter, 1990), uma vez que a partir de investigações sobre a relação que existe entre os diferentes músculos podem ser adquiridas informações sobre o sistema neuromuscular (Vaughan, Davis, & O'Connor, 1992). Um aspecto de interesse, por exemplo, é verificar se os músculos actuam como agonistas ou antagonistas num determinado movimento. Este resumo dos processos fisiológicos envolvidos na activação muscular mostra que o sinal EMG pode ser um indicador válido do nível da activação do músculo, sugerindo ainda que pode existir alguma ligação entre o valor do sinal EMG e a força exercida pelo músculo. Sob determinadas circunstâncias esta ligação pode ser tão simples quanto uma relação linear (Fuglevand, Zackowski, Huey, & Enoke, 1993). É fácil ver que as mudanças no controle central dos músculos e nas propriedades anatómicas e fisiológicas das fibras do músculo será reflectidas na aparência do sinal do EMG. Infelizmente, a técnica usada na recolha e as circunstâncias experimentais podem também afectar o sinal e as suas propriedades, por exemplo, os potenciais de acção observados e os respectivos sinais EMG são afectados pela geometria do eléctrodo, pela distância entre as fibras e os eléctrodos activos e pela posição no músculo (Fuglevand, Winter, Patla, & Stashuk, 1992). A complexidade do

processo de geração do sinal e a influência de parâmetros experimentais tornam muito difícil efectuar uma descrição matemática do processo de geração do sinal do EMG. Apesar destas complexidades, é possível detectar as mudanças no sinal do EMG que resultam das mudanças no sistema neuromuscular estudado.

De acordo com Winter (1991) é muito difícil interpretar os sinais EMG brutos e é impossível quantificar qualquer variabilidade desses sinais entre diferentes execuções. Sendo assim, antes de trabalhar qualquer sinal EMG, é necessário aplicar algum tratamento. Um tratamento comum consiste em rectificar e filtrar esse sinal para se obter o envoltório linear e, posteriormente, normalizar o sinal. Segundo (Clarys & Cabri, 1992), em pesquisas biomecânicas, são frequentemente utilizadas duas técnicas de processamento: processamentos no domínio do tempo e no domínio de frequências. A escolha do procedimento prende-se com os objectivos do trabalho, sendo que no caso do presente trabalho se irá utilizar o processamento no domínio do tempo.

3.2. Tipos de EMG

Podemos considerar que existem dois tipos de electromiografia: electromiograma de profundidade (EMGpro) e electromiograma de superfície (EMGsup). Apresentamos de seguida um pequeno resumo dos benefícios e desvantagens do uso de cada uma destas técnicas.

O EMGpro baseia-se na introdução de agulhas ou fio de arame (eléctrodo), no interior do músculo, em contacto directo com as fibras musculares. Nesta situação obtém-se um registo muito claro dos potenciais de acção de um conjunto reduzido de fibras localizadas nas proximidades do eléctrodo. Dado este facto, este tipo de registo não é representativo da acção da totalidade do músculo.

A técnica de EMGsup, consiste na aplicação de eléctrodos de superfície, logo, não invasivos, e foi criada para estudar a actividade muscular com maior aproximação à situação real. Isto porque como já referimos, os potenciais de acção que acontecem nos sarcolema e que resultam da estimulação muscular, são conduzidos até à superfície do músculo (pele), permitindo o

registo da soma da actividade eléctrica da totalidade das fibras musculares envolvidas na actividade, permitindo estabelecer uma relação entre a representação gráfica e as características da contracção da globalidade do músculo (Pezarat-Correia et al., 1993a).

Comparando a EMGsup, com a EMGpro, concluímos da vantagem do uso da EMGsup para o estudo em causa, nomeadamente:

- i. facilidade de colocação dos eléctrodos de superfície e seu controlo.;
- ii. método não invasivo;
- iii. conforto no uso dos eléctrodos, uma vez que estes não interferem na execução natural do movimento;
- iv. análise global do comportamento dos músculos;
- v. maior reprodutibilidade dos sinais registados em momentos diferentes.

Contudo, esta técnica tem algumas limitações, podendo também lhe ser apontadas algumas reservas:

- i. fornece pouca informação sobre o comportamentos das unidades motoras (UM) individuais, pois recolhe os dados relativos ao somatório de potenciais de um conjunto de unidades motoras.
- ii. podemos considerar que o principal contributo para o sinal registado é dado pelas fibras da superfície do músculo, em detrimento daquelas que por se situarem em zonas mais profundas, sofrem um efeito de filtragem das componentes de alta frequência, produzido pelos tecidos situados entre a fibra activa e a pele.

3.3.Frequência de amostragem

O sinal EMG é um sinal analógico (um sinal contínuo no tempo) que deve ser convertido para sinal digital (um sinal discreto, que é definido para um determinado intervalo de tempo)

O SENIAM (acrónimo para o projecto europeu “*Surface EMG for the Non-Invasive Assessment of Muscles*”) define frequência como sendo a leitura de um valor do sinal num instante específico. A definição da frequência de amostragem possui um papel crítico para a correcta reprodução digital do sinal EMG analógico.

Um sinal analógico, reproduzido digitalmente com uma baixa frequência de amostragem, pode não conter todas as informações relevantes. Para resolver esta questão surge o teorema de Nyquist, segundo o qual, a frequência de amostragem de um sinal analógico, para que possa posteriormente ser reconstituído com o mínimo de perda de informação, deve ser igual ou maior a duas vezes a maior frequência do espectro desse sinal ($W_o \geq 2W$)

O sinal EMG de superfície pode ter frequências de até cerca de 400 a 500 Hz (a frequência máxima é afectada por factores como tipo de unidade motora e contracção, tamanho do eléctrodo e distância entre eléctrodos e músculos, entre outros factores). Portanto, considera-se como frequência de amostragem mínima para o sinal EMG superficial da ordem de 1000 Hz ou mais (G. De Luca, 2003; Hermens, Freriks, Disselhorst-Klug, & Rau, 2000).

Como já referimos anteriormente, a técnica de filtragem é uma forma de normalizar o sinal, um exemplo de filtragem adequada, é-nos dado por Merletti (1997) director do *Journal of Electromyography and Kinesiology*, revista de referência na área da electromiografia, cujo standard de publicação deixa claro que os filtros de Passa Alto e Baixo e os tipos de filtro devem sempre ser especificados nos artigos que descrevam situações de electromiografia de movimento humano. Como a maioria da energia dos sinais EMG está numa frequência entre 5 e 500Hz, aquele jornal só aceita publicar trabalhos que descrevam sinais filtrados entre 10 e 350Hz no caso dos eléctrodos de superfície.

3.4. Parâmetros de Análise

Apesar de conter toda a informação sobre a contracção dos músculos a estudar, a análise do sinal EMG bruto é insuficiente para utilizações experimentais. Existem muitos métodos de processamento que podem ser utilizados para a interpretação dos dados. Normalmente salientam-se duas características como fundamentais, que são a frequência e a amplitude. Estas são frequentemente designadas por análise no domínio temporal e no domínio de frequências (Pezarat-Correia, Santos, & Veloso, 1993b; Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen, & Whittlesey, 2004). Esta última é usada para estudos de coordenação para determinação da frequência, tipo de sincronização do disparo das diferentes unidades motoras ou em estudos sobre a fadiga muscular. (Pezarat-Correia et al., 1993b). A análise no domínio do tempo contém informação que descreve quando ocorre algo e qual a sua amplitude. Cada amostra do sinal indica o que está a acontecer nesse instante e qual a sua magnitude. A amplitude do sinal é um indicador da magnitude do sinal registado e da inerente actividade muscular. Esta é predominantemente produzida por aumentos na actividade das unidades motoras e na sua frequência de disparo (Robertson et al., 2004).

3.4.1. Rectificação.

A curva em bruto de um electromiograma detectada por eléctrodos de superfície e amplificada por um amplificador diferencial linear, consiste num sinal bipolar com flutuações aleatórias, cuja soma num longo período de tempo seria igual a zero. A rectificação consiste em tornar absoluto o valor do EMG, ou seja é uma operação que permite transformar uma curva com valores positivos e negativos, de média tendencialmente igual a zero, numa curva de valores absolutos, todos positivos – sinal unipolar. Esta transformação pode ser total (*full-wave*) passando os sinais negativos a positivos, o que permite manter toda a energia do sinal, ou pode ser parcial, (*half-wave*) se eliminarmos os valores negativos do sinal em bruto (Pezarat-Correia et al., 1993b; Soderberg, 1992; Soderberg & Knutson, 2000).

3.4.2. Determinação das curvas médias

Mesmo quando um movimento é reproduzido nas mesmas condições, existe uma variação apreciável no sinal EMG, de execução para execução. Por essa razão as curvas do EMG de superfície não são normalmente analisadas individualmente. A determinação de uma curva média, representativa das execuções diminui drasticamente a variabilidade introduzida por factores ocasionais (Pezarat-Correia et al., 1993b).

3.4.3. Suavização

Esta operação destina-se a reduzir a variabilidade do EMG e consiste em eliminar as variações muito bruscas que caracterizam o sinal bruto. Esta pode ser feita de forma analógica ou digital. Basmajian & DeLuca, (1985) descrevem um procedimento designado por *averaging*, que recorre aos valores médios de pequenos intervalos de tempo, removendo assim as grandes oscilações do sinal. Uma escolha importante, é o tamanho da janela de onde se retira a média. Quanto menor for intervalo de tempo menos suavizada e mais parecida com o original. Uma outra técnica consiste em utilizar uma janela móvel que percorra toda a curva progressivamente (*moving average*). Essa janela calcula a média das amostras 1-10 (janela de 10 amostras) depois a média de 2-11, 3-12 e assim sucessivamente. Desta forma obtêm-se uma média que varia constantemente no tempo e por isso é mais representativa das alterações do sinal ao longo do tempo (Basmajian & DeLuca, 1985; Winter, 1990). A determinação da envolvente linear da curva electromiográfica (*linear envelope*) é uma outra forma de suavização e consiste na aplicação de um filtro de passa baixo sobre a curva rectificada. Esta técnica promove um arredondamento da curva e implica a opção por um determinado tipo de filtro por exemplo *buttterworth* ou *Hamming* (Pezarat-Correia et al., 1993b) e pelo valor da frequência. Este valor depende do grau de suavização que se pretende atingir, sendo que o efeito da resposta do filtro de passa baixo (*low pass*) é fazer a média da variação que ocorre no sinal. A exacta selecção das frequências de corte são arbitrárias e dependem da sua aplicação e objectivo do aplicador, no entanto, o EMG associado a movimentos dinâmicos, tais

como, movimentos rápidos de um braço durante um lançamento, requer um corte na frequência da mesma ordem que o movimento em si. As frequências dos movimentos humanos raramente ultrapassam os 6Hz, pelo que Gerleman & Cook (1992) recomendam uma frequência de corte nessa ordem ou ligeiramente acima, enquanto Robertson et al.(2004) recomendam frequências de corte entre os 3 os 50 Hz. Nas frequências mais baixas as características do sinal são bastante atenuadas.

3.4.4. Normalização

As características da amplitude e frequência do sinal EMG de superfície têm-se revelado sensíveis a factores intrínsecos (tipo de fibra muscular, profundidade, diâmetro e localização dos eléctrodos, quantidade de tecido entre o músculo e o eléctrodo) e extrínsecos (localização, orientação da área e forma dos eléctrodos, assim como a distância entre eles). Portanto, a amplitude do sinal EMG não pode ser analisada directamente (Marchetti & Duarte, 2006).

Para se analisar e comparar sinais EMGs de diferentes indivíduos, músculos ou aquisições, torna-se necessário a utilização de técnicas de normalização, sendo esta uma forma de transformação dos valores absolutos da amplitude em valores relativos, referentes a um valor de amplitude caracterizada como 100%, no entanto, outros factores como a posição do membro, envolvimento de músculos sinérgicos e tipo de esforço voluntário podem interferir (C. J. De Luca, 1997)

Pela reconhecida variabilidade do sinal, não somente entre sujeitos, mas também entre repetições do mesmo movimento, têm sido desenvolvidas diferentes técnicas de normalização com vista à redução dessa mesma variabilidade. Assim:

1. Contração Voluntária Máxima Isométrica (CVMI) – utiliza-se como referência para normalização o maior valor encontrado numa contração isométrica máxima, para o músculo em questão (Burden & Bartlett, 1999; Soderberg & Knutson, 2000; Winter, 1990);
2. Pico Máximo do Sinal EMG – Este valor é caracterizado pelo pico do sinal EMG encontrado no movimento ou ciclo estudado (método do pico

dinâmico)(Burden & Bartlett, 1999), a este atribui-se 100%, e então, todo o sinal EMG é normalizado em função desse valor. Autores como, Kadaba et al.(1989), Knutsson & Richards (1979), Robertson et al. (2004) e Yang & Winter (1984) citam que esta seria a melhor forma para se normalizar contracções dinâmicas;

3. Valor Médio do Sinal EMG – utiliza-se como referência para normalização o valor médio do sinal EMG da contracção (método da média dinâmica) (Burden & Bartlett, 1999; Winter & Yack, 1987; Yang & Winter, 1984);

4. Valor Fixo do Sinal EMG – Para se normalizar desta forma, pode-se citar como valor de referência: uma contracção sub-máxima ou uma contracção isométrica sub-máxima (Robertson et al., 2004).

Para Soderberg & Knutson (2000) não existe definição sobre o melhor padrão para usar na normalização. A selecção é geralmente baseada na lógica do contexto de estudo ou na opinião do investigador. Já Robertson et al, (2004) afirmam que para movimentos cíclicos o valor da normalização pode ser definido como o pico de cada tentativa ou do seu nível médio, ajustando-se este para 100%. Yang & Winter (1983) descobriram que contracções submaximais são mais fiáveis do que as CVMI e como tal a sua utilização é preferível.

Quando nestes casos (movimentos cíclicos) se usa a CVMI como referência, acontece frequentemente que o valor do sinal mioeléctrico acusa uma sobre estimacção da força máxima (LeVeau & Andersson, 1992).

Alguns Investigadores descobriram que a comparação de um indivíduo consigo próprio é mais precisa do que a comparação entre indivíduos diferentes. Para o mesmo músculo, a relação força-EMG apresenta uma variação intra-individual pequena e uma variação inter-individual grande. As comparações feitas entre o mesmo sujeito são portanto mais válidas (Lawrence & DeLuca, 1983; Yang & Winter, 1983).

3.4.6. Integração

A interpretação correcta do conceito de integral (iEMG) consiste na determinação matemática da área delimitada pela curva rectificada. Como o integral do EMG em bruto é igual a zero, torna-se necessário efectuar a rectificação para obter um valor absoluto (Gerleman & Cook, 1992). Através do iEMG, o *output* do sinal é dado por um número de impulsos proporcional à área do EMG, ou seja, ao impulso eléctrico (Basmajian & DeLuca, 1985; Winter, 1990). Uma das características deste valor é que aumenta continuamente em função do tempo, sendo por isso expresso em milivolts por segundo (mV.s). Embora em termos globais este valor apresente uma boa consistência e coerência com os parâmetros biomecânicos da acção desenvolvida pelo músculo, encerra no entanto algumas limitações. Uma das principais limitações consiste na insensibilidade que apresenta a alterações bruscas de amplitude dos potenciais de membrana e na pouca informação que fornece sobre a estrutura temporal do movimento (Cacioppo, Marshall-Goodell, & Dorfman, 1983). Uma outra limitação surge quando se pretende comparar o valor absoluto da intensidade de activação entre contracções de diferentes durações. Sendo o valor do iEMG determinado pela soma contínua da área abaixo da curva, ele reflecte quer a intensidade, quer o tempo de activação. Para possibilitar a comparação da intensidade entre contracções de duração diferente, retirando os efeitos de diferentes tempos de integração, pode recorrer-se à razão entre o iEMG e o tempo de que foi retirado o integral.

Apesar destas limitações, considera-se que o iEMG, sem ser a resposta final para a tentativa de recuperação do sinal mioeléctrico, é uma técnica útil, dada a forte relação que apresenta com vários parâmetros mecânicos da acção muscular e dada a sua fácil aplicação (Cacioppo et al., 1983).

3.5. O Padrão Agonista Antagonista em movimentos do tipo Balístico

A maior parte do conhecimento disponível sobre os movimentos mono articulares e unidireccionais do género dos lançamentos apresentados neste estudo, fornece informação importante para compreender os mecanismos de controlo da actividade muscular em função de diferentes estratégias. No entanto, o corpo de conhecimento fornecido pelos estudos realizados em laboratório encerra algumas limitações fundamentais, que reduzem a validade ecológica dos resultados obtidos. Estas reservas têm a ver com diversos factores, entre os quais o facto de o movimento humano quando realizado de forma natural, apresentar estratégias diferentes e uma superior complexidade interarticular e muscular.

No trabalho experimental que desenvolvemos, serão estudadas tarefas, que pelas suas características naturais se apresentam como um óptimo compromisso entre tarefas ecológicas e um desempenho laboratorial. Será assim analisado o padrão dos músculos intervenientes no movimento do antebraço, numa tarefa em que sendo a participação deste segmento fundamental, a estratégia de acção se centra na precisão (lançamento de setas) ou na força/velocidade (lançamento do peso) do lançamento. Os sinais EMG fornecerão as principais variáveis em análise.

Na investigação da coordenação neuromuscular, a principal distinção Movimentos Balísticos (MB) e Movimentos não Balísticos (MnB), encontra-se na forma como são controlados.

As diferenças entre estes dois tipos de movimentos residem na sua duração, que permite aos MB ser continuamente controlados pelo *input* sensorial e um ajustamento contínuo dos comandos motores face à relação entre o posicionamento pretendido do segmento e o seu posicionamento real. Estes movimentos podem portanto ser voluntariamente alterados durante a sua execução (Pezarat-Correia, 1994). Já os movimentos mais rápidos, não apresentam possibilidade de alteração durante a execução, e são por isso designados balísticos. São englobados nesta categoria os movimentos que

pela sua curta duração apresentam tempo insuficiente para uma utilização dos mecanismos de biofeedback que servem de controlo do movimento.

OS movimentos do tipo balístico estão presentes numa serie de movimentos quotidianos e em vários segmentos corporais. Entre estes incluem-se acções como lançar, tocar piano ou até mesmo escrever ou falar. Já no contexto desportivo encontra-mos inúmeros exemplos de acções de lançamento, em que o MB constitui papel determinante no resultado da acção.

Dada a impossibilidade de serem controlados em circuito fechado (feedback em tempo real) durante a execução, os MB são controlados por um programa de acção que é definido e implementado antes do movimento se iniciar e que decorrerá sem alterações até final. Por isso se diz que são movimentos pré-programados. Uma das características fundamentais da pré-programação destes movimentos, é a forma como se encontra organizado o padrão de contracção de músculos agonistas (AG) e antagonistas (ANT), distinto do normalmente encontrado em movimentos mais lentos. Enquanto os MB são normalmente associados com um padrão EMG de características tónicas, em que se verifica contracção mantida do agonista durante toda a acção, que pode ou não ser acompanhada de co-contracção do antagonista, o MB caracteriza-se por um padrão fásico, constituído por ondas agonistas e antagonistas individuais bem definidas.

3.5.1. O padrão Trifásico

Como já referimos, os movimentos balísticos apresentam características distintas de contracção face aos restantes movimentos. Assim estudos realizados em diversos segmentos corporais, como por exemplo; o antebraço (Brown & Cooke, 1981; Corcos, Jaric, Agarwal, & Gottlieb, 1993; Flament, Shapiro, Kempf, & Corcos, 1999; Gottlieb, Corcos, & Agarwal, 1989; Jaric, Corcos, Agarwal, & Gottlieb, 1993; Kempf, Corcos, & Flament, 2001; Pezarat-Correia, 1994), o pulso (Kempf et al., 2001; MacKinnon & Rothwell, 2000) ou o dedo indicador (Mills & Kimiskidis, 1996), registaram que quando estes movimentos são executados, são frequentes os registos EMG do tipo trifásico (três ondas de activação muscular). Encontramos assim duas ondas de AG (1

e 2) interpoladas por um período de silêncio onde normalmente ocorre a onda ANT.

A primeira onda de agonista (AG1) tem início antes do começo do movimento, termina pouco depois desse momento e desempenha um papel fundamental na aceleração do segmento. Em termos de duração absoluta e de amplitude dessa onda, estes variam em função do tipo de tarefa motora desempenhada e não se encontra definida nenhuma regra que se aplique a todos os movimentos (Berardelli et al., 1996).

A função de ANT, que começa perto do fim de AG1, é a desaceleração do movimento e a sua imobilização no ponto desejado (Brown & Cooke, 1990). Não está perfeitamente clara a sua participação, uma vez que depende muito dos requisitos da tarefa (Waters & Strick, 1981).

Por sua vez, AG2, apesar de estes mecanismos não serem claros, desempenha um papel importante na redução das oscilações que ocorrem perto da zona final do lançamento (Berardelli et al., 1996; Hallett & Marsden, 1979). O seu início é normalmente bem definido, mas tudo o resto é menos evidente. Apresenta grande variabilidade nos estudos em que tem sido registada e é das três ondas, a menos reprodutível de ensaio para ensaio e a menos evidenciada (Pezarat-Correia, 1994).

Em resumo, devido ao grande investimento científico que a electromiografia (EMG) tem merecido nos últimos anos, têm sido atenuadas as limitações da utilização da EMG de superfície e aperfeiçoadas as técnicas de recolha, amplificação e processamento de sinal (Pezarat-Correia et al., 1993a). A electromiografia é assim actualmente, uma técnica privilegiada no estudo do movimento humano, estabelecendo a ligação entre o controlo neurológico do movimento e as suas consequências mecânicas.

4. ALTERAÇÕES NA ACTIVIDADE MUSCULAR DURANTE A VISUALIZAÇÃO MENTAL

Como já vimos a visualização mental melhora o desempenho da tarefa motora, sendo a combinação da prática mental e física mais eficiente do que, ou pelo menos igual, à execução física (Driskell, Copper, & Moran, 1994; Feltz & Landers, 1983). A visualização mental pode ser estudada através de diversas técnicas. Análises comportamentais e psicológicas são muito úteis em estudos de campo e conduzem à avaliação da capacidade individual de imaginar um evento ou de preservar características temporais do movimento durante a visualização mental. No entanto, estes métodos encerram em si uma parte importante de subjectividade, e as análises cronométricas, apenas dão as características temporais dos movimentos, faltando-lhes outras informações sobre a precisão e o ajustamento das referências.

Hoje é já bastante aceite, que existem estruturas neuronais comuns, entre as performances motoras e as performances mentais ou visualizadas, ainda assim, compreender as correlações neurais de movimentos direccionados, tem sido um objectivo importante da investigação na área cognitiva do cérebro desde o advento das imagens cerebrais mais complexas, como a ressonância magnética funcional ou a tomografia. Estas técnicas de mapeamento cerebral, evidenciam que os movimentos realmente executados, ou somente visualizados, partilham as mesmas bases neurais (Isabelle, Anne-Lise, Jean-Baptiste, Stephen, & Denis Le, 2000; Lotze et al., 1999; Mellet, Petit, Mazoyer, Denis, & Tzourio, 1998; Mellet et al., 2000). Autores como Decety (1996; 1994), Deiber et al.(1998), Naito et al (2002), Roth et al (1996), sugerem que existe sobreposição da activação das redes neurais, no córtex motor e pré motor, incluindo a área motora suplementar, entre a performance motora e a visualização mental.

Dados recolhidos através de neuroimagens forneceram também evidência que a plasticidade cerebral que ocorre durante a aquisição de uma tarefa motora se reflecte nas mesmas regiões do cérebro durante a visualização mental (Lafleur et al., 2002), e que as estruturas cerebrais

específicas que estiveram activas aquando da visualização mental, permitiram distinguir o processo de visualização na primeira e na terceira pessoas (Ruby & Decety, 2001). Contudo, estas técnicas de neuroimagem, não podem ser usadas no terreno, pois não são portáteis, e o tipo e amplitude de movimentos a estudar também são limitados. Os efectores do sistema nervoso autónomo, são activados por visualização mental e as suas actividades podem ser continuamente medidas por sensores e métodos não invasivos, associados a instrumentos portáteis. Apesar de a relação entre as respostas fisiológicas e os processos mentais centrais poder ser inferida, encontramos hoje dados adquiridos em sistemas periféricos que condizem com dados dos sistemas centrais, e que parecem bem adaptados ao estudo da visualização mental.

A teoria psiconeuromuscular consiste numa das primeiras tentativas de explicação dos efeitos da visualização mental na performance motora. Desde os primeiros trabalhos de Jacobson (1931, 1932) e Shaw (1938, 1940) que se presumiu que existe actividade muscular residual nos mesmos músculos que durante uma execução real. Schmidt & Lee, (1999) afirmam que existem estímulos sobre os órgãos tendinosos de golgi, e que daí resulta feedback neuromuscular. O aumento do desempenho do motor pode resultar de tais efeitos neuromusculares e poderia representar a base para a subsequente facilitação do desempenho do motor através da utilização das vias motoras por ondas descendentes.

Porém, para além de estes efeitos serem difíceis de analisar, foram encontrados resultados inconsistentes em vários estudos com electromiografia durante execuções reais e visualizadas. Esses resultados foram recentemente confirmados por Li, Kamper, Stevens, & Rymer (2004) que observaram actividade muscular nos flexores do dedo, de apenas 4 de 9 sujeitos durante visualização mental. No entanto, salientamos que foram poucas as experiências em que não se registou nenhuma actividade muscular durante a visualização mental. Por exemplo, Ranganathan, Siemionow, Liu, Sahgal, & Yue (2004a) e Yahagi, Shimura, & Kasai ((1996) não encontraram registo durante exercícios de treino muscular visualizado. Mais recentemente, Naito et al.(2002) não registaram diferenças entre a actividade de EMG de superfície

durante a visualização de exercícios de flexão palmar ou dorsiflexão do pulso ou em simples repouso. Igualmente, no estudo de Lotze et al.(1999), não se observaram diferenças significativas entre situações de repouso e de visualização mental de violinistas profissionais e amadores. Finalmente, Jackson, Lafleur, Malouin, Richards, & Doyon (2001) investigaram as alterações funcionais associadas com a aprendizagem de sequências de movimentos de pés através da visualização mental. Não encontraram diferenças entre a linha base do EMG e a activação provocada pela visualização mental.

Pelo contrário, são múltiplos os estudos que sugerem que a visualização mental é acompanhada por actividade muscular não expressa, em músculos específicos. Dados de electromiografia em visualização mental de uma simulação de prova, coincidem com as curvas e os saltos de uma descida de downhill (Suinn, 1980a). Resultados semelhantes foram encontrados por Bird (1984), em modalidades como a natação, remo, basquetebol e esqui aquático, por Harris & Robinson (1986) no Karaté e por Jowdy & Harris (1990) na luta. Bonnet, Decety, Jeannerod, & Requin (1997) registaram actividade subliminar, durante a VM de uma actividade de pressão pedal, enquanto Hashimoto & Rothwell (1999) demonstraram, que as respostas EMG nos músculos flexores do pulso eram maiores durante a fase de flexão visualizada do que durante a fase de extensão. Já nos músculos extensores do pulso, verificava-se exactamente o contrário.

Experiencias realizadas nesta área, demonstram que o conteúdo das imagens mentais se reflectia na magnitude e na localização das respostas Electromiográficas. Hale (1982), Harris & Robinson (1986) e Bakker, Boschker, & Chung (1996) descobriram que a perspectiva interna de visualização de movimentos, resultava numa maior excitação muscular do que a visualização externa dos mesmos movimentos. Boschker (2001) confirmou que a actividade muscular era maior no braço activo do que no braço passivo e que a visualização do levantamento de um objecto pesado (9Kg), produzia significativamente mais actividade do que a visualização do levantamento de um objecto mais leve (4,5Kg). Estes resultados sugerem que a resposta

fisiológica à visualização mental é específica de um sistema de resposta, e reflecte uma diferenciação espacial, qualitativa e quantitativa de uma imagem (Boschker, 2001).

A propósito da análise do reflexo de Hoffmann, (reflexo de Hoffmann ou reflexo H é um reflexo que mede a excitabilidade dos motoneurónios) Hale, Raglin, & Koceja (2003), sugeriram que a amplitude deste não era alterada pela intensidade da visualização mental, mas sim pela facilitação da resposta devido à repetição dos ensaios de visualização mental. Como já vimos, a inconsistência dos resultados alcançados nos estudos de visualização mental causam dificuldade na interpretação dos mesmos, levando Jeannerod (1994) a sugerir que uma inibição incompleta do movimento, pode explicar a frequente existência de sinais EMG residuais observados durante a visualização mental. Apesar dos resultados inconsistentes, parece que os músculos são activados selectivamente durante a visualização mental, sendo a magnitude da activação apenas uma fracção da observada durante a execução real. Alguns dos resultados que sugerem que não existe actividade muscular durante a visualização mental de acções motoras, pode ser explicado pela própria natureza dos registos EMG. Numerosos estudos referem que a visualização mental partilha algumas características com as acções reais, existindo uma equivalência funcional entre a visualização mental e a acção motora sugerida pelos efeitos positivos da visualização mental na aprendizagem motora, similaridade entre as estruturas neurais envolvidas e as correlações fisiológicas observadas durante a visualização mental e a preparação para o movimento (Decety, 1996; Jeannerod, 1994; Stephan & Frackowiak, 1996), isto apesar de a visualização mental e a acção motora correspondente, diferirem nas últimas etapas do período preparatório (Cunnington, Iansek, Bradshaw, & Phillips, 1996).

Mellah, Rispal-Padel, & Riviere, (1990) argumentam que as fibras musculares mais profundas disparam durante a fase de preparação do movimento, e que esta actividade escapa ao EMG de superfície. Além disso, podem pertencer ao grupo das fibras de disparo lento, possuindo uma taxa de metabolismo muito baixo, que não é detectada pela ressonância magnética dos

músculos (Jeannerod, 1994). Esta actividade EMG subliminar, parece ser um aspecto importante, mas não o suficiente para explicar o aumento da performance (Duclos, Schmied, Burle, Burnet, & Rossi-Durand, 2008; Feltz & Landers, 1983; Johnson, 1982; Kohl & Roenker, 1983).

Face ao exposto, podemos concluir que os investigadores são unânimes na aceitação da melhoria da performance através de visualização mental, e que os avanços na investigação com técnicas de EMG e neuroimagem têm confirmado as principais teorias sobre os mecanismos inerentes à visualização mental, observando-se frequentemente a utilização de mecanismos neurais comuns entre as acções reais, e as suas congéneres visualizadas.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

1. AMOSTRA

A amostra do estudo foi constituída inicialmente por 63 estudantes, do ensino superior, destros, de ambos os sexos e com idades entre os 18 e os 47 anos.

Durante a fase experimental, registou-se o abandono de três elementos do grupo de controlo e um do grupo experimental. O facto de terem abandonado 3 elementos no grupo de controlo talvez se deva à inexistência de uma tarefa específica para este grupo. Nos outros grupos não se verificou qualquer abandono, apenas uma desistência devido a lesão. Pensamos que este bom registo se deve à motivação inerente às tarefas escolhidas e ao elevado sentido de responsabilidade destes elementos.

Ficámos assim com 59 elementos de ambos os sexos válidos para o estudo, com uma idade média de $\bar{x} = 22,61$ (DP=5,150). Este conjunto era constituído por 28 elementos do sexo masculino e 31 do sexo feminino, não sendo nenhum deles, praticante habitual da modalidade “lançamento de setas”, mas em que todos possuíam experiência desportiva diversificada.

Tabela 1 - Análise descritiva por género

Sexo	Frequência	%
Masculino	28	47,5
Feminino	31	52,5
Total	59	100,0

2. TAREFA

No trabalho experimental que desenvolvemos, serão estudadas tarefas, que pelas suas características naturais se apresentam como um óptimo compromisso entre tarefas ecológicas e um desempenho laboratorial. Será assim analisado o padrão dos músculos intervenientes no movimento do antebraço, numa tarefa em que sendo a participação deste segmento fundamental, a estratégia de acção se centra na precisão (lançamento de

setas) ou na força/velocidade (lançamento do peso) do lançamento. Os sinais EMG fornecerão as principais variáveis em análise.

A tarefa escolhida para a primeira parte do estudo foi o lançamento de uma seta a um alvo. O alvo tinha uma forma redonda, com um diâmetro oficial de 451mm. Encontrava-se dividido em círculos concêntricos destinados a medir a precisão dos lançamentos, que se reflectiriam em pontos.



Figura 5 - Alvo usado na tarefa do grupo experimental 1

A distância de lançamento era de 2,37m e a altura do centro era de 1,72m em relação ao solo (medidas standard internacionais).

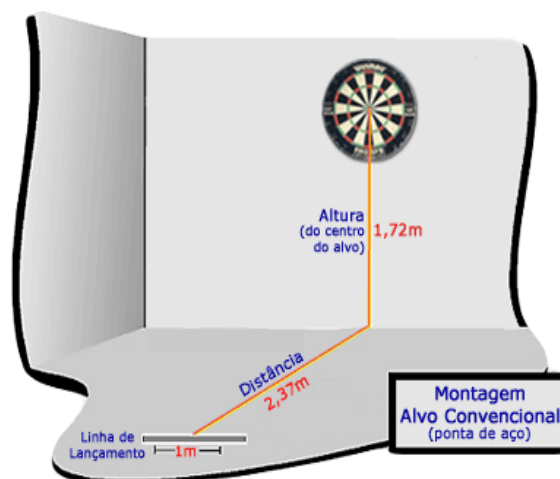


Figura 6 - Modelo dos procedimentos experimentais

As setas utilizadas eram convencionais (ponta de aço) calibradas e pesavam 22 gramas cada.

A selecção desta tarefa para o estudo deve-se ao seguinte: i) Tarefa típica de lançamento, com elevado nível de exigência cognitiva; ii) Apesar de específica, esta é uma tarefa que não se pode considerar nova, uma vez que o acto de lançar faz parte da colecção de habilidades motoras de qualquer indivíduo, especialmente da população em causa (alunos de um curso de Desporto); iii) Permite o fácil isolamento dos principais músculos intervenientes na acção directa (tricipede braquial-agonista e bicipede braquial-antagonista) sem recurso a limitações artificiais; iv) Movimento já amplamente caracterizado em estudos biomecânicos e, v) Tarefa motivante e de fácil execução.

Já em relação à segunda parte do estudo, esta consiste na comparação da eficácia do treino de visualização mental em duas tarefas distintas, sendo uma delas, igual à descrita anteriormente, e a outra consistiu no lançamento simples de um peso de 4 quilos à maior distância possível. Embora o peso fosse normalizado (esfera metálica padrão para o lançamento do peso no sector feminino seniores), a tarefa de lançamento era limitada à acção do braço, reduzindo-se a participação das pernas e do tronco na acção.

3. DESENHO DO ESTUDO

Pretendemos desenvolver um modelo/design experimental (Figura 3) em que é implementado um Programa de Treino de Visualização Mental, como forma de verificar a influência deste no registo electromiográfico real e visualizado de uma tarefa específica de lançamento – lançamento de uma seta a um alvo (1ª parte de estudo) e o lançamento do peso (2ª parte do estudo)

Para o desenvolvimento do respectivo modelo de investigação, a amostra foi dividida em três grupos: Grupo Experimental 1 e Grupo Experimental 2 e grupo de controlo (definidos e caracterizados no ponto 7 deste capítulo - Procedimentos Metodológicos).

DESIGN DA PESQUISA:

1ª parte do estudo

R	O	X	O
R	O		O

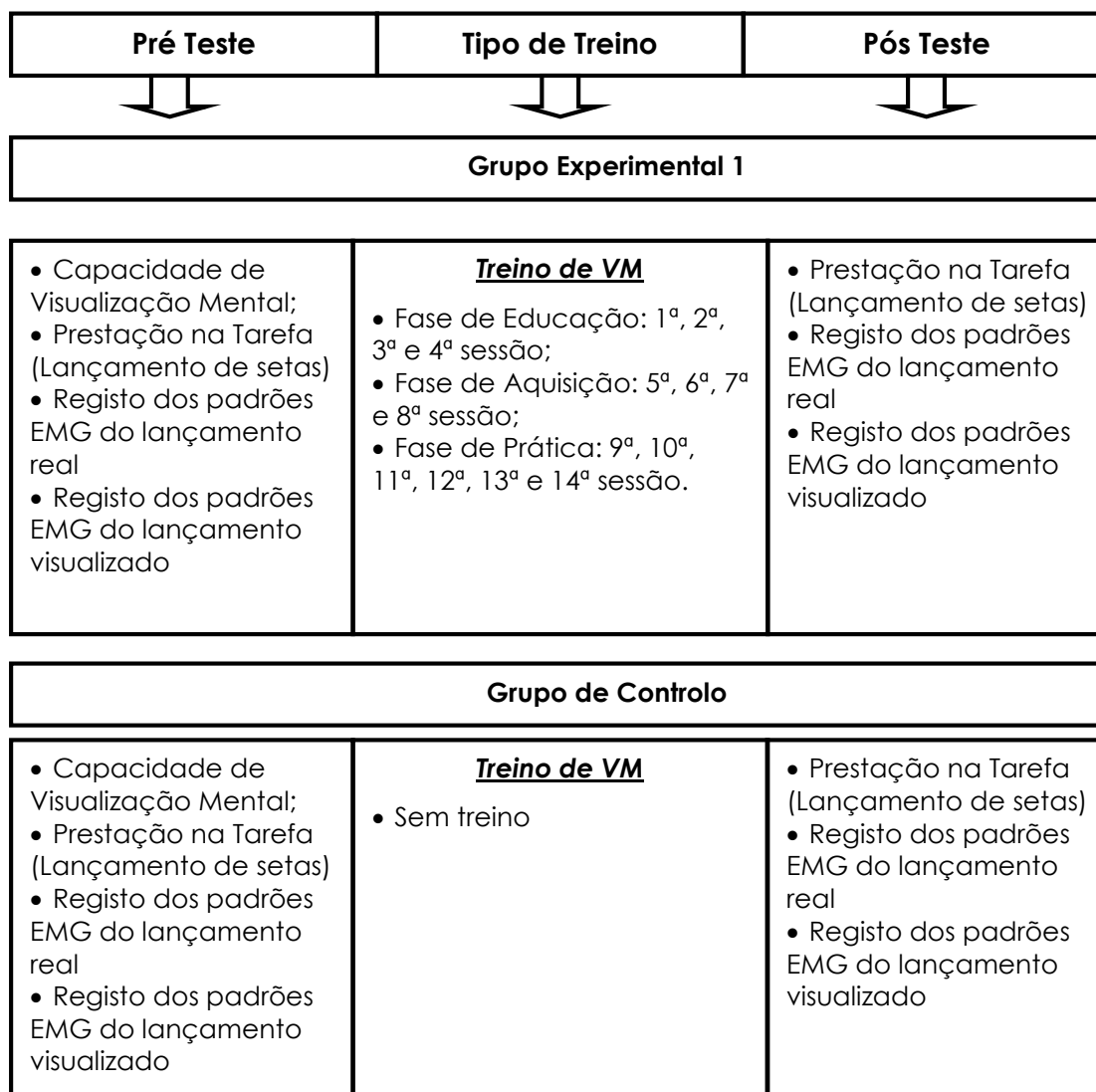
R = grupos aleatórios.**O** = observação dos dois grupos (pré teste).**X** = programa a aplicar**O** = observação dos dois grupos (pós teste).

Figura 7 - Desenho experimental do estudo 1

2ª parte do estudo

R	O	X	O
R	O	X	O
R	O		O

R = grupo aleatório

O = observação (pré teste).

X = programa a aplicar

O = observação (pós teste).

Neste estudo, os grupos distinguem-se pela execução de tarefas distintas.

Pré Teste	Tipo de Treino	Pós Teste
Grupo Experimental 1		
• Capacidade de Visualização Mental; • Prestação na Tarefa (lançamento de setas)	<u>Treino de VM</u> • Fase de Educação: 1ª, 2ª, 3ª e 4ª sessão; • Fase de Aquisição: 5ª, 6ª, 7ª e 8ª sessão; • Fase de Prática: 9ª, 10ª, 11ª, 12ª, 13ª e 14ª sessão.	• Prestação na Tarefa (lançamento de setas)
Grupo Experimental 2		
• Capacidade de Visualização Mental; • Prestação na Tarefa (lançamento do peso)	<u>Treino de VM</u> • Fase de Educação: 1ª, 2ª, 3ª e 4ª sessão; • Fase de Aquisição: 5ª, 6ª, 7ª e 8ª sessão; • Fase de Prática: 9ª, 10ª, 11ª, 12ª, 13ª e 14ª sessão	• Prestação na Tarefa (lançamento do peso)
Grupo de Controlo		
• Capacidade de Visualização Mental; • Prestação na Tarefa (lançamento de setas)	<u>Treino de VM</u> • Sem treino	• Prestação na Tarefa (lançamento de setas)

Figura 8 – Desenho experimental do estudo 2.

4. INSTRUMENTOS DE PESQUISA

As recolhas de dados foram efectuadas no Laboratório de Investigação no Desporto da Escola Superior de Desporto de Rio Maior, do IPS.



Figura 9 – Laboratório e exemplo de execução

As tarefas motoras foram executadas num espaço especialmente montado para este fim, sendo a recolha dos sinais electromiográficos de superfície feita a partir de da colocação na pele de eléctrodos bipolares activos. Após a conversão analógico-digital efectuada pelo BIOPAC MP100, os dados foram armazenados e tratados em computador através do programa Acqknowledge 3.7.2 da BIOPAC. A análise estatística dos dados foi efectuada através dos programas Excel e SPSS.

A capacidade de Visualização mental foi avaliada através da aplicação do Questionário de Avaliação da Capacidade de Visualização Mental, desenvolvido por Bump, (1989) e traduzido e adaptado para português por Alves em 1994 (anexo 1). Este questionário apresenta-se dividido em quatro situações de visualização, sendo em cada uma delas medidas as diferentes capacidades de visualização mental (VM Visual, VM Auditiva, VM Cinestésica, VM Emocional e VM Controlo de Imagem).

A cotação do questionário processa-se numa escala de Likert com: 5 (cinco) níveis de respostas, em que “Muito Pobre” é igual a 1 e “Muito Bom” é igual a 5, sendo 2, 3 e 4 valores intermédios. O resultado de cada dimensão obtém-se, através da média aritmética dos respectivos itens (i.e., a soma dos

valores apurados em cada item a dividir pelo numero de itens da dimensão), adicionalmente, o resultado da Capacidade de Visualização Mental global é o cálculo da média aritmética das dimensões.

Nenhuma destas medidas pretende efectuar comparações ou referências com medidas padrão ou de escalonamento em termos de uma população. Pretende-se apenas verificar uma capacidade individual de modo a criar dois grupos de referência na população em causa. Para tal a amostra será dividida com o recurso à mediana (ver ponto 7 neste capítulo).

5. PROGRAMA DE TREINO DE VISUALIZAÇÃO MENTAL

A visualização mental é um processo básico para o tratamento da informação e facilita, na medida em que se adequa à realidade, uma captação adequada, coerente com as exigências da situação. Pode ser utilizada para ordenar o pensamento ou o reconhecimento da situação e, quanto mais preciso e elaborado for o processo de imaginação dos diferentes passos da acção, mais eficiente e efectivamente será executado o plano desenvolvido (Eberspächer, 1995).

A Visualização Mental não recorre única e exclusivamente à capacidade de “ver” as imagens na mente, mas sim, ao todo que constitui a situação, incluindo todos os parâmetros que contribuem para esta e, consecutivamente os que mais se aproximam da realidade tal e qual como ela é. Permite captar o máximo da realidade, como o ouvir, o sentir com as diversas coordenações gustativas, olfactivas, cinestésicas, a percepção, os elementos sensoriais, emoções, o que gostamos.... É a soma destas componentes que intervêm como um todo, conduzindo a que no fundo a visualização mental funcione melhor numa análise ecológica da tarefa.

Deste modo, a visualização mental apresenta-se segundo duas perspectivas: como capacidade e como meio para desenvolver outras capacidades/habilidades psicológicas (memória, inteligência, concentração, entre outras).

Para este estudo foi utilizado o programa de treino de visualização mental – modelo proposto por Bump (1989), Martens (1987), Weinberg & Gould (1995), Palmi (1999) e Alves (2001), onde destacamos que o plano de visualização mental é constituído por 3 fases distintas: i) fase de educação, ii) fase de aquisição e iii) fase prática.

- i. Fase de Educação – Nesta fase pretende-se que os sujeitos tomem consciência da importância da visualização mental na optimização da performance, de como funciona e onde pode ser usada.
- ii. Fase de Aquisição – Esta fase é mais específica e tem como objectivo desenvolver a habilidade da visualização mental através de exercícios apropriados a cada um dos parâmetros fundamentais da visualização.
- iii. Fase Prática – Para que este programa seja eficaz, é preciso que a sua prática seja sistemática e incluída na rotina dos sujeitos, devendo ser inicialmente constituída por exercícios simples. O grau de especificidade dos exercícios foi aumentando, de forma a adaptar-se à situação concreta.

Segundo Alves (2001), para que a visualização mental seja um instrumento válido na melhoria do desempenho, os atletas precisam de utilizar todos os seus sentidos e emoções, com vista a tornar a visualização o mais próximo possível da realidade, para que a sua eficácia seja maximizada. Desta forma, um programa de treino devidamente estruturado deverá desenvolver a percepção sensorial, a nitidez e controlo de imagem, isto é, aumentar as suas percepções da execução desportiva, desenvolver a nitidez das imagens para fortalecer os sentidos fundamentais para a execução e exercer controlo sobre as imagens.

As sessões de treino da visualização mental decorreram nas instalações do Laboratório de investigação em desporto da ESDRM, tendo todas as sessões sido ministradas ao fim da tarde, altura em que os sujeitos apresentavam maior disponibilidade.

No quadro 3 apresentamos a planificação geral das sessões do programa de treino de visualização mental que aplicámos.

Tabela 2 - Planificação e calendarização geral do programa de treino de visualização mental.

Fases	Sessão nº	Local	Duração	Conteúdo a Trabalhar
1ª Fase: Fase de Educação	1ª	LID	25 a 30 min	- Explicação do Programa e motivação dos Sujeitos; - Introdução às técnicas de relaxação;
	2ª			- Aprendizagens das técnicas de relaxação progressiva;
	3ª			- Aperfeiçoamento e consolidação das técnicas de relaxação
2ª Fase: Fase de Aquisição	4ª	LID	15 a 25 min	- Percepção Sensorial
	5ª			- Nitidez da Imagem
	6ª			- Controlo de Imagem
3ª Fase: Fase de Prática	7ª a 14ª	LID	10 a 15 min	- Relaxação e Realização dos ensaios da execução da tarefa

Apresentamos o conteúdo de cada sessão realizada no Anexo 2.

6. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

Considerando que a formação de grupos pode ter implicações teóricas e práticas importantes, revestiu-se para nós de vital importância a divisão da amostra inicial em três grupos perfeitamente homogéneos no que diz respeito à sua capacidade de VM, dado que esta poderia influenciar de forma irremediável as análises a efectuar após a intervenção.

Com base na amostra inicial, tendo em vista os objectivos do estudo em causa, tornou-se necessário proceder a uma divisão deste conjunto de elementos em três grupos cuja principal característica era a homogeneidade em relação à Capacidade de Visualização Mental (CVM) analisada através do questionário de visualização mental aplicado inicialmente. Uma vez que a aleatoriedade de selecção ou afiliação resolve a maioria das questões relativas aos problemas de amostra com a vantagem de ser um tipo de procedimento inerente a estudos experimentais, foram assim constituídos de forma aleatória,

por sorteio, três grupos de 21 indivíduos, cujos resultados quanto à capacidade de Visualização Mental se encontram descritos na tabela 3, não apresentando entre si diferenças significativas, (Tabela 4).

Tabela 3 - Estatística descritiva dos três grupos considerados em relação à capacidade de visualização mental - teste de visualização mental, QVM

	Grupos	Média	Desvio padrão
Vmvisual	1	3,88	, 72
	2	4,09	, 54
	3	3,55	, 54
VmAuditiva	1	3,38	, 89
	2	3,38	, 90
	3	3,09	, 79
VmCinestesica	1	3,53	, 83
	2	3,65	, 79
	3	3,34	, 94
VmEmocional	1	3,65	, 90
	2	3,70	, 67
	3	3,42	, 84
VmControloimagem	1	3,35	, 87
	2	3,34	, 82
	3	3,35	, 82

Procedemos à análise da homogeneidade dos grupos através da realização de uma *Manova*. (análise de variância multivariada, que considera o efeito de variáveis independentes no conjunto de variáveis dependentes, a fim de se saber se esse conjunto de variáveis manifesta diferenças entre os grupos). Verificámos que todos os grupos tinham valores de F relativamente baixos, e com significâncias acima de $P > 0.05$ para todas as dimensões, pelo que se conclui pela sua homogeneidade quanto à Capacidade de Visualização Mental.

Tabela 4 - Estatística inferencial (Manova) sobre o resultado da capacidade de visualização mental nos grupos formados de forma aleatória.

	Variável Dependente	df	F	Sig.
Grupo	VM-Visual	2	1,606	,209
	VM-Auditiva	2	,638	,532
	VM-Cinestesica	2	,274	,762
	VM-Emocional	2	,435	,649
	VM-Controloimagem	2	,610	,547

Estes grupos foram designados por grupo experimental 1, grupo experimental 2 e grupo de controlo.

Numa segunda fase efectuou-se a classificação de cada um dos indivíduos em relação à sua capacidade individual de visualização mental. De seguida, tendo em conta os valores do próprio grupo, efectuou-se uma divisão com vista à definição de dois subgrupos que se caracterizassem por uma maior e menor capacidade de visualização mental. Para tal recorreu-se à mediana do grupo.

Em teoria da probabilidade e em estatística, a mediana é uma medida de tendência central, um número que caracteriza as observações de uma determinada variável de tal forma que este número (a mediana) de um grupo de dados ordenados separa a metade inferior da amostra, população ou probabilidade de distribuição, da metade superior. Mais concretamente, 1/2 da população terá valores inferiores ou iguais à mediana e 1/2 da população terá valores superiores ou iguais à mediana (Pestana & Gageiro, 2005; Trochim, 2006; Wikipédia, 2008).

Tabela 5 - Estatística descritiva da capacidade de visualização mental.

	Estatística descritiva				
	Média	Mediana	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
VM Global	3,59	3,63	,66	2,15	4,95

Tendo-se efectuado uma análise estatística descritiva, verificou-se que o grupo apresentava uma média de $\bar{x}$ =3,59 na capacidade de visualização mental global, com um desvio padrão de DP=0,66. A mediana, medida de tendência central que efectua a divisão em dois grupos iguais, era =3,62, e foi com base neste valor que se efectuou a divisão da amostra em elementos com maior e menor capacidade de visualização mental.

7. RECOLHA DOS SINAIS ELECTROMIOGRÁFICOS

Este procedimento de recolha de sinais EMG, iniciou-se em Janeiro de 2007 com a recolha de dados para um estudo piloto. Neste, foram testados cerca de 40 indivíduos, verificando-se a necessidade de alterar os procedimentos de sincronização dos sinais envolvidos na execução e registo das tarefas, nomeadamente áudio e electromiografia.

Para a sincronização dos registos electromiográficos, os sinais sonoros de controlo dos lançamentos foram efectuados com recurso ao sistema de estimulador da Biopac, tendo sido programada uma curva com 3 sinais de 50ms a 5V e um outro sinal com 25ms a 20V, todos antecedidos de intervalos de 1s a 0V. A este estimulador foi acoplado um conjunto de colunas pré amplificadas e um LED de cor Azul. Este processo produzia um ritmo sonoro e visual que permitia aos sujeitos sincronizar o lançamento com o último tom (mais agudo).

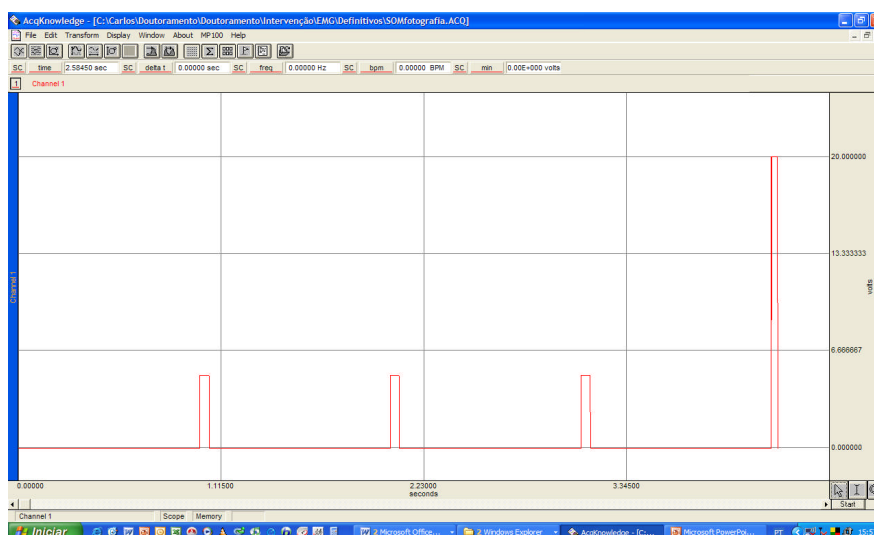


Figura 10 Gráfico de temporização do lançamento

Uma vez ultrapassadas estas dificuldades, iniciou-se o processo de recolha de dados designado por avaliação inicial da primeira parte do estudo. Nesta fase foram testados todos os indivíduos pertencentes ao grupo experimental 1 e grupo de controlo, uma vez que as tarefas eram idênticas.

Começamos por uma pequena explicação sobre os objectivos e procedimentos da experiência, em que dizíamos que este se destina a fazer a comparação entre os registos electromiográficos de lançamentos de dardos reais e imaginados. Em ambas as situações, o objectivo dos sujeitos era acertar no centro do alvo (marcar mais pontos). Nesta altura os sujeitos preencheram a folha de consentimento informado, na qual os sujeitos afirmavam conhecer os objectivos do estudo. Este formulário foi previamente autorizado pela direcção da Escola.

De seguida, o investigador fez uma demonstração do exercício proposto e colocou os eléctrodos de superfície no sujeito. Foram usados eléctrodos bipolares activos, com ganho de 350 (a 1000Hz), capacidade de rejeição do modo comum de 95dB, largura de banda de 12 a 500Hz, e distância entre pólos de 20mm. Os eléctrodos foram colocados a meio do ventre muscular e com orientação longitudinal, ou seja, com a linha que une os dois pólos, paralela à linha que vai da origem à inserção do músculo. A colocação foi ainda feita com o músculo em contracção isométrica e a adesão dos eléctrodos efectuada com fita adesiva. O eléctrodo terra foi colocado na apófise espinhosa da 7ª cervical (Basmajian & DeLuca, 1985).

Antes da colocação dos eléctrodos, a pele foi devidamente preparada, conforme o preconizado por Pezarat-Correia et al. (1993b). Assim, a pele foi barbeada (sempre que necessário), abrasada a fim de remover a superfície morta e por fim limpa com álcool. Estes procedimentos destinavam-se a reduzir a impedância entre os elementos de contacto e a pele.

Uma vez preparados para a tarefa, os sujeitos executaram 30 lançamentos de treino, que serviram para adaptação ao dardo, ao alvo e sua distância, ao movimento e também para treinar os procedimentos de lançamento ao mesmo tempo que nos proporcionava o tempo necessário à estabilização da impedância do conjunto pele-eléctrodo. Foi assumido que este número de execuções de treino seria suficiente para estabilizar este tipo de movimento, uma vez que a semelhança com qualquer acto de lançamento fazem com que não se possa encarar como um movimento novo ou desconhecido. Ludwig, (1982) e McGrain (1980) dizem-nos que as principais

alterações se verificam nas primeiras 10 tentativas, enquanto (Hobart & Vorro, 1974) e Hobart, Vorro & Dotson, (1978) nos dizem que ao fim de 25 ensaios, os ajustamentos detectados eram mínimos.

Os lançamentos foram anteceditos de um conjunto de comandos sonoros que indicavam aos sujeitos quando deveriam efectuar a acção, sendo os registos feitos em cinco repetições com o braço preferido. Para além das execuções dos movimentos reais, pediu-se aos sujeitos que efectuassem cinco execuções em movimento imaginado. Estas execuções seguiram-se ao conjunto de cinco execuções reais e foram do tipo de visualização mental interna, isto é, fazendo apelo a toda a panóplia de sensações que fazem parte das execuções reais. Foram dadas instruções no sentido de ajudar os participantes a conseguir uma execução correcta e de forma a manter o mesmo procedimento de comando dos lançamentos.

“Gostaria que imaginasse (visualizasse) o ambiente em que estamos. Para tal, talvez seja mais fácil se fechar os olhos. Tente sentir-se em pé, junto aos equipamentos, de frente para o alvo e com uma seta na mão.

Depois de ouvir o primeiro tom inicia a contagem para o movimento, e ao quarto tom efectua o lançamento. Aguarda por nova sequência de tons e recomeça o procedimento de lançamento, num total de cinco vezes.

Os lançamentos deverão ser executados tal como anteriormente, quando fez os lançamentos reais. Tente sentir o movimento todo mas não faça movimentos reais. Sinta (visualize) apenas o movimento do lançamento.”

No final, os sujeitos efectuaram um teste de contracção voluntária máxima dos músculos Bicípite Braquial (BB) e Tricípite Braquial (TB) e um registo de “silêncio” de actividade muscular correspondente à ausência de movimento por um período de seis segundos.

Para a realização da segunda parte do estudo, todas as tarefas descritas anteriormente foram replicadas, excepto o gesto de lançamento, que passou a ser o lançamento de um peso de 4 kg à maior distância possível.

Uma vez que esta tarefa não podia ser realizada no mesmo espaço que a anterior, aquando da realização desta avaliação (subsequente à anterior), todos os aparelhos de medida foram montados num espaço adjacente, devidamente preparado para tal. Da mesma forma foi necessário adaptar o número de lançamentos de preparação, que foram reduzidos a dez (10) por questões que se prendem com a fadiga dos sujeitos.

8. AQUISIÇÃO, DIGITALIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DOS SINAIS

Os sinais electromiográficos foram capturados numa placa analógico-digital de 16 bits (MP100 – Biopac Sistem) com um ritmo de amostragem de 2000Hz por canal. As recomendações internacionais sobre estudos electromiográficos, baseadas no teorema de Nyquist, indicam a utilização de uma frequência de amostragem de pelo menos o dobro da frequência máxima registada. Uma vez que as frequências máximas registadas se encontram na ordem dos 500Hz (Delsys, 2006; Hermens, et al, 2000) A opção por uma amostragem de frequência superior deve-se ao facto de o sinal capturado durante a VM ser de uma amplitude muito reduzida, pelo que todos os factores que ajudem a melhorar a sua leitura e análise, foram implementados. O controlo da placa de captura e os procedimentos de aquisição, gravação, processamento e análise foram efectuados com o programa Acknowledge 3.7.2 para Windows.

A definição dos parâmetros de análise electromiográfica, consiste num dos elementos mais dissonantes nos trabalhos registados internacionalmente em EMG. Apesar de se verificarem várias tendências, as opiniões são unânimes no que respeita à inexistência de parâmetros rigorosos ou regras que imponham um determinado conjunto de procedimentos,

O que se verifica na maioria dos casos são adaptações dos processos aos padrões dos locais, revistas e jornais, de publicação (Soderberg & Knutson, 2000) e que acabam por constituir padrões ou modelos de análise, ou processos adaptados ao fim em si mesmo, ou seja em que os parâmetros de análise se adequam à visibilidade dos fenómenos que pretendemos estudar.

Desta forma, para a determinação do período de análise de início e fim dos impulsos agonista e antagonista em cada execução foi usado um procedimento com uma marcação sonora precisa do ponto onde deveria ocorrer o lançamento, método que permite determinar o limiar correspondente à zona de início do som de lançamento $\pm 0,5s$. Assim será usado um período fixo de tempo, $\pm 0,5s$, antes e depois dessa marcação para a determinação do impulso.

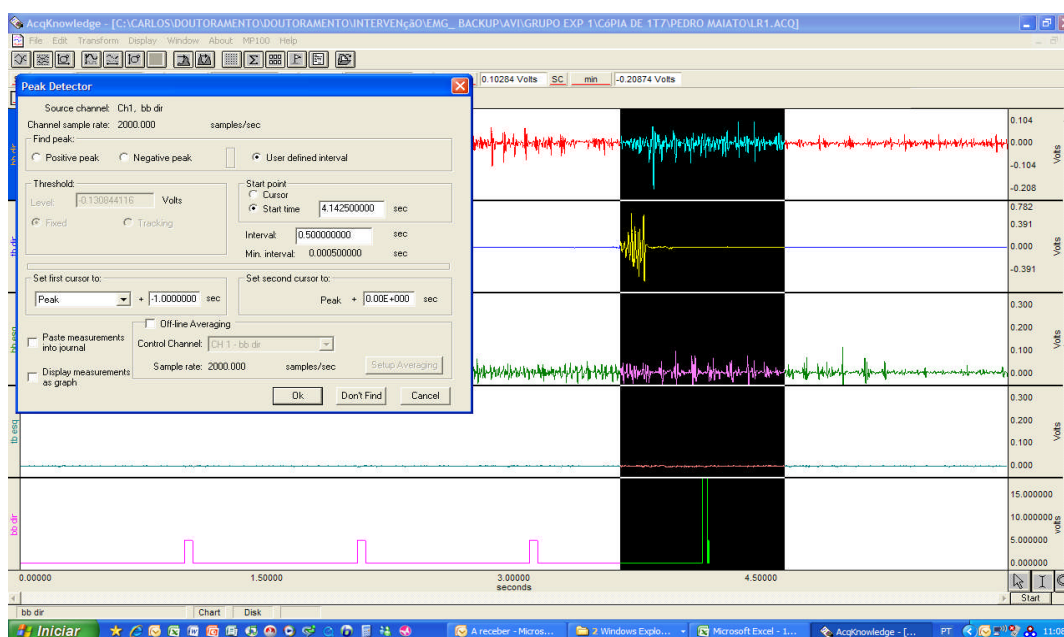


Figura 11 - Exemplo de definição e selecção da área de registo

Depois de recolhidos, os sinais foram tratados com a aplicação de filtragem digital composta por uma inversão dos valores negativos (Abs – absolute value) e por uma aplicação de filtro digital a cada um dos canais das curvas electromiográficas

Uma vez que a análise final a efectuar se baseará nas médias dos lançamentos, a normalização, tem a vantagem de eliminar as diferenças inter

individuais de resposta perante um estímulo. A decisão de normalizar ou não normalizar os sinais é baseada no tipo de descrições ou de comparações a ser feitas. Por exemplo, se as comparações forem feitas entre sujeitos, dias, músculos, ou estudos, o processo é obrigatório (Soderberg, 1992; Winter, 1991). Entretanto Soderberg & Knutson, (2000) recomendam a generalização da normalização de dados do EMG, porque esta etapa é necessária se os resultados forem comparados com os dados similares de outros estudos.

Por sua vez, De Luca (1997) afirma que para se analisar e comparar sinais EMGs de diferentes indivíduos, músculos ou aquisições, torna-se necessário a utilização de técnicas de normalização, sendo esta uma forma de transformação dos valores absolutos da amplitude em valores relativos, referentes a um valor de amplitude caracterizada como 100%.

Quando a normalização é executada, o usuário deve decidir se usa um esforço estático ou um esforço dinâmico como contracção de referência do músculo. O valor mais frequentemente usado é o da Contracção Voluntária máxima Individual (CVMI), (Merletti, 1997; Soderberg & Cook, 1984; Soderberg, Cook, Rider, & Stephenitch, 1991; Yang & Winter, 1983, 1984) mas o utilizador deve notar que a capacidade de activar de forma maximal todas as unidades motoras depende de muitos factores, entre os quais, o músculo activado, o nível de treino, e a motivação. Nos últimos 15 anos registaram-se tendências para o uso de alternativas tais como, i) uma percentagem do CMVI, (Yang & Winter, 1983, 1984), ii) o valor do pico EMG obtido durante uma actividade dinâmica, (Kadaba et al., 1989; Knutsson & Richards, 1979; Yang & Winter, 1984) e iii) o valor médio do EMG obtido durante uma actividade dinâmica, (Winter & Yack, 1987; Yang & Winter, 1984) no geral, estes autores afirmam que a contracção isométrica deverá ser a preferida; contudo, verifica-se que sem treino apropriado, a CVMI pode ser 20% a 40% inferior ao máximo verdadeiro (Merletti, 1997).

Para o grupo em análise neste estudo, sujeitos não treinados neste movimento, deve ser usado o valor retirado de uma contracção dinâmica (Knutsson & Richards, 1979; Tata & Peat, 1987; Yang & Winter, 1984).

Para completar o processo de normalização, os sinais foram transformados, retirando o valor médio e dividindo pela variância. Esta opção de divisão pela variância em vez do desvio padrão, aplica-se nos casos em que a potência dos sinais é muito baixa e a relação entre os valores máximos dos sinais e os desvios padrões também é baixa. Desta forma potenciam-se as variações existentes, tornando mais fácil a sua detecção.

9. DEFINIÇÃO DE VARIÁVEIS EM ESTUDO:

As variáveis em estudo foram definidas da seguinte forma

Foram consideradas variáveis independentes:

- - Tipo de execução – real e visualizada
- - Treino de visualização mental – existência ou não
- - Capacidade de visualização mental – maior e menor
- - A natureza da tarefa (+cognitiva -Lançamento de setas ou +motora-lançamento do peso).

Em relação às variáveis dependentes, estas foram divididas em dois tipos, variáveis de Performance e variáveis EMG.

Performance -

- Precisão no lançamento das setas (PLS) – este valor corresponde à soma dos valores da pontuação de cada lançamento, com o centro a valer 10 e a decrescer 1 ponto por cada divisão concêntrica de afastamento.
- Distancia no lançamento do peso (DLP) - este valor corresponde à distância em metros entre a linha de lançamento e o ponto de contacto do peso com o solo.

Padrão EMG –

- Valor do pico máximo de actividade de cada impulso (PM) – permite comparar intensidades entre lançamentos reais (LR) e lançamentos visualizados (LV) para cada músculo.

- Integral electromiográfico (iEMG) da totalidade de tempo (1s) considerada por cada impulso – conceito matemático que traduz a área delimitada pela curva rectificadora. Este valor aumenta com o tempo, uma vez que efectua a soma dos impulsos por unidade de tempo. Como o nosso tempo é constante permite comparar valores entre lançamentos reais (LR) e lançamentos visualizados (LV) para cada músculo
- Intervalo de tempo (DIF) entre o pico máximo do agonista (AG) e do antagonista (ANT) para comparação entre LR e visualização mental. Permite verificar a coerência da relação entre os sinais LR e LV.
- Curva EMG de execução dos lançamentos – Sequências numéricas que definem a curva electromiográfica e que resultam da transformação de um sinal analógico em digital.

10. ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para cada sujeito, foram estudados os efeitos de uma intervenção de cinco semanas de treino de visualização mental sobre o EMG real e imaginado dos músculos considerados. Para a análise e tratamento estatístico foram utilizados diversos procedimentos e análises disponíveis no programa “Statistical Package for Social Sciences (SPSS, versão 15.0-SPSS Inc., Chicago, IL, EUA)”.

Foi efectuada uma análise de normalidade dos dados, recorrendo aos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*, uma vez que o número de casos é inferior a 50 em cada grupo. A estatística revelou-se não significativa ($p > .05$), aceitando-se assim a normalidade dos dados na maioria das variáveis em estudo. As excepções verificaram-se ao nível das variáveis de envolvimento linear dos EMG que apresentaram ausência de distribuição normal.

Para as variáveis de padrão EMG que apresentaram distribuição normal usaram-se:

- Testes T de pares sobre os valores normalizados dentro de cada grupo, para comparar as médias dos grupos entre o pré e pós teste nas condições, integral EMG, pico máximo dos EMG e coordenação entre os picos máximos dos músculos agonista e antagonista. Usou-se também esta técnica para analisar os dados na comparação entre os lançamentos reais e visualizados. Apesar de a tarefa ser distinta, optou-se pelo uso desta técnica, pois o facto de a amostra e a escala serem as mesmas, assim como a maior capacidade discriminativa desta técnica em comparação com o T de Student, dão-nos maior garantia na análise dos dados. Segundo McDonald's (2007) a técnica T de pares utiliza-se para comparar o mesmo grupo em diferentes momentos e em diferentes situações, como por exemplo para comparar a prestação de um membro lesionado com outro saudável. Segundo o mesmo autor, esta técnica é preferida pelo seu maior poder discriminativo e deve ser usada sempre que a diferença entre os grupos é pequena em relação à diferença intra-grupo.

- Testes T de Student sobre os valores normalizados, para determinar se as diferenças entre o grupo experimental e de controlo, e os indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental, nas condições, integral EMG, pico máximo dos EMG e coordenação entre os picos máximos dos músculos agonista e antagonista eram significativas em todas as condições.

Para análise das sequências numéricas que constituem a envolvimento linear dos padrões EMG dos lançamentos, foram determinadas, para cada indivíduo, as curvas médias representativas do sinal electromiográfico. Este processo permite reduzir a variabilidade intra-individual que caracteriza estes sinais, principalmente ao eliminar os acontecimentos aleatórios presentes nas execuções individuais. Para a determinação das curvas médias ou sinal padrão em cada indivíduo, os sinais individuais foram sincronizados em função dos graus de similaridade entre os diversos sinais medidos, mediante o cálculo da correlação cruzada normalizada e após correcção dos atrasos entre eles.

Posteriormente usou-se o mesmo procedimento para sincronizar as curvas individuais e obter uma média de grupo.

Dado que os electromiogramas foram efectuados com uma frequência de amostragem de 2000Hz, as sequências temporais de 1 segundo que constituem cada uma das amostras dos músculos AG (trícipete braquial - TB) e ANT (bicípete braquial – BB) de cada grupo em cada lançamento, são compostas por 2000 pontos de frequência. Após análise, verificou-se que estas sequências não apresentam uma distribuição normal. No entanto cada uma delas deverá ser vista como uma variável única, não sendo expectável que a tradução eléctrica de uma acção muscular tenha um comportamento semelhante a uma distribuição normal. Assim a não normalidade por si não representa qualquer prejuízo para a análise, dado que cada amostra é constituída por uma grande quantidade de dados, facto que por si só permite a utilização de estatísticas paramétricas. Segundo Pestana & Gageiro (2005), “para alguns testes estatísticos...a normalidade pode ser ignorada quando a dimensão da amostra é elevada”. Assim, visto que as técnicas paramétricas são mais poderosas na sua capacidade discriminativa, e que os pressupostos de normalidade não se aplicam a esta quantidade de dados, usaram-se as mesmas técnicas que foram descritas anteriormente para as restantes variáveis.

Para as variáveis de performance, uma vez que apresentaram distribuição normal usou-se a técnica de análise de medidas repetidas ANOVA para verificar as diferenças na resposta à intervenção entre os grupos experimental 1, experimental 2 e o grupo de Controlo. Para análise mais pormenorizada dos efeitos estatísticos, a ANOVA remete para a necessidade de utilizar comparações múltiplas à posteriori. A utilização de testes *Post Hoc* permite comparar pares de médias, sem aumentar os erros de tipo 1. Quando os *n* são equivalentes e as variâncias iguais, o teste Tukey apresenta uma boa potência e mantém controlo no erro tipo I (Pestana & Gageiro, 2005)

Na descrição das variáveis foram usados, um valor de tendência central (média- $\bar{x}$), uma medida de variabilidade (desvio padrão-DP) e sempre que útil,

os valores máximo e mínimo. Todas as técnicas são apresentadas com o valor do teste, os graus de liberdade, o nível de probabilidade e a direcção do efeito. Para todos os testes, o nível de significância foi definido para $\alpha \leq 0.05$, que indica a probabilidade de ocorrência de erros tipo I no teste das hipóteses e o intervalo de confiança para 95%.

CAPÍTULO IV
APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nesta fase, por uma questão de lógica e de facilidade de percepção, optamos por efectuar a apresentação dos resultados em função das diferentes hipóteses formuladas. Da mesma forma os resultados são apresentados por média de grupo, resultando de uma normalização descrita anteriormente.

1. ESTUDO DAS DIFERENÇAS DOS PADRÕES EMG ENTRE MOVIMENTOS REAIS E VISUALIZADOS

Este tipo de movimentos (lançamento de setas) caracteriza-se segundo Pezarat-Correia (1994) por um padrão trifásico, idêntico ao normalmente encontrado em movimentos monoarticulares e unidireccionais rápidos conhecidos por Movimentos Balísticos (MB).

1.1. Análise qualitativa dos padrões EMG entre lançamentos reais e visualizados

Tal como se encontra descrito na literatura (Brown & Cooke, 1981; Corcos et al., 1993; Flament et al., 1999; Gottlieb et al., 1989; Jaric et al., 1993; Kempf et al., 2001; Pezarat-Correia, 1994), também nós encontrámos em todas as situações de lançamento real de setas, um padrão (tri)fásico típico de um movimento do tipo balístico. Podemos verificar nas figuras 12 a 15 que representam graficamente os EMG dos lançamentos reais (LR) e visualizados (LV) dos grupos experimental (Gexp1) e de controlo (Gc), nas condições Pré e Pós teste, que todos os lançamentos reais apresentam uma onda agonista inicial AG1, uma onda antagonista (ANT) e um segundo impulso (AG2), de duração e intensidade inferiores ao primeiro.

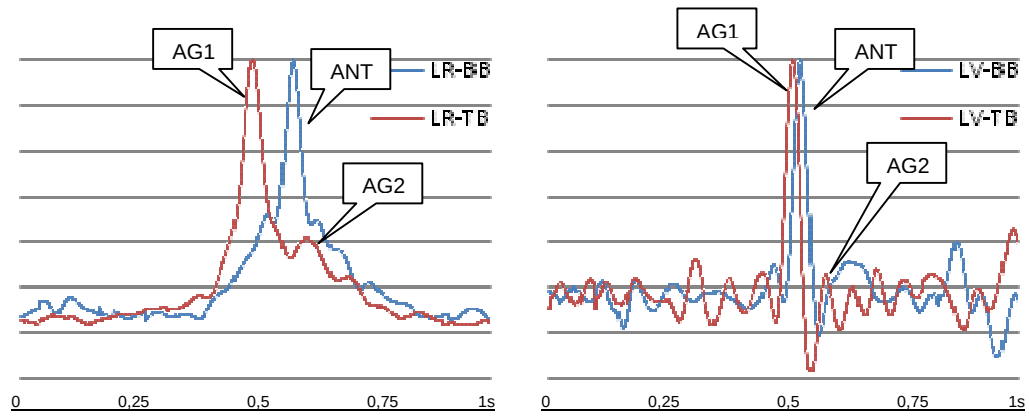


Figura 12 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pré teste do Gc

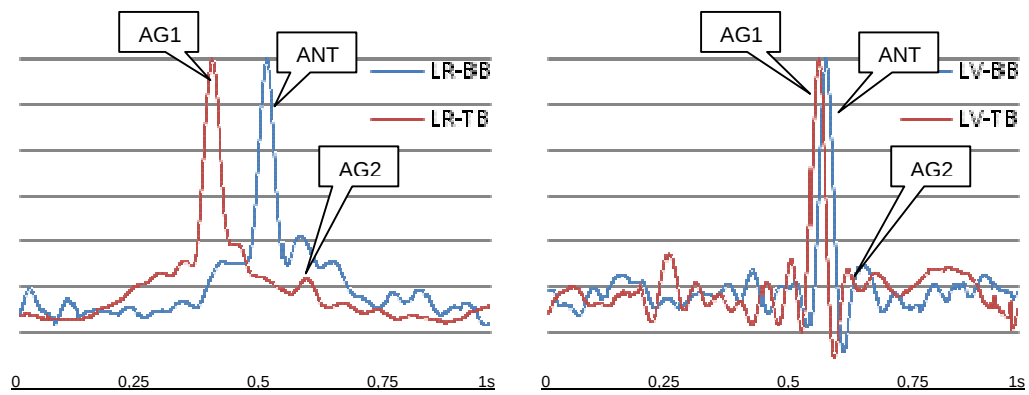


Figura 13 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pós teste do Gc

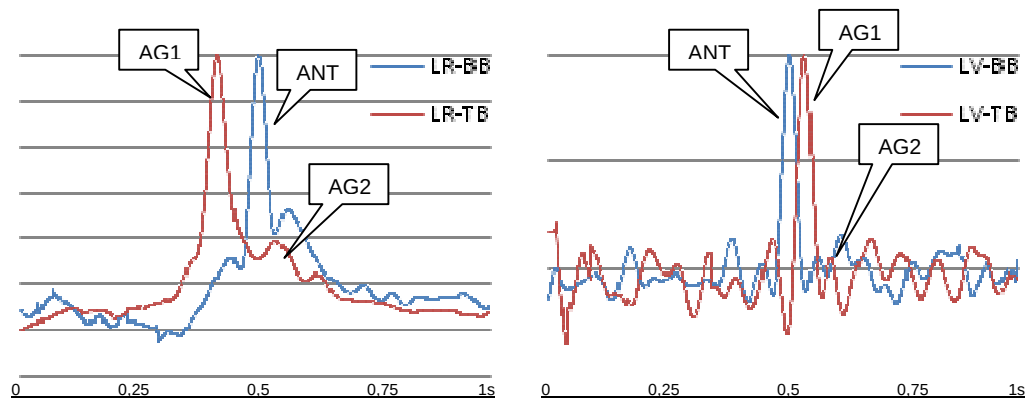


Figura 14 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pré teste do Gexp1

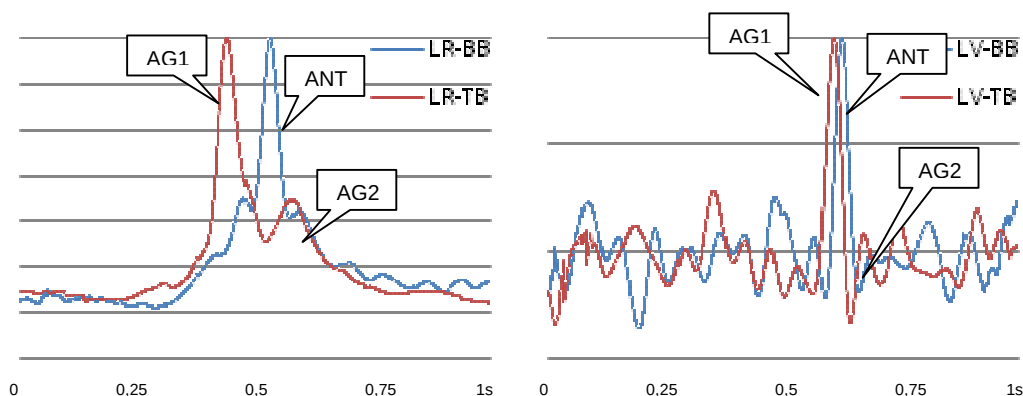


Figura 15 - EMG normalizados dos lançamentos real (LR) e visualizado (LV) dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) do pós teste do Gexp1

Considerando que o tempo em análise, que foi graficamente representado é de 1 segundo, verificou-se que em todas as execuções reais, o espectro EMG acontece na zona média dos gráficos, coincidindo com a zona onde era esperado que isso acontecesse. As execuções reais não apresentam diferenças qualitativas significativas entre as várias condições de execução, sendo apenas de registar o aumento da onda agonista 2 (AG2) no pós teste do Gexp1.

Evidências experimentais revelaram que a execução de tarefas novas é normalmente acompanhada por uma tendência para a co-contracção agonista/antagonista, que desaparece progressivamente com o treino, para dar lugar a um padrão fásico com activação recíproca entre agonista e antagonista.(Kamon & Gormley, 1968; Lay, Sparrow, Hughes, & O'Dwyer, 2002; Moore & Marteniuk, 1986; Patton & Mortensen, 1971). A evidência de um padrão fásico nos registos em causa vem assim ao encontro do que anteriormente referimos quanto ao facto de esta tarefa apesar de não ser habitualmente executada pelos sujeitos em causa, não se poder considerar uma tarefa completamente nova.

Quando efectuamos a mesma análise, mas desta vez sobre os padrões EMG visualizados, torna-se também evidente a existência de um padrão fásico transversal a todos grupos em todas as situações. Devemos salientar que as escalas dos gráficos são normalizadas para 100% de cada uma das situações. Assim os gráficos reais dos LV apresentam padrões de actividade que são

inferiores aos LR na ordem dos 96% (actividade média: LR- $\bar{x}$ =0,0878mv, LV- $\bar{x}$ =0,0039mv).

Em relação ao padrão fásico, nota-se nestes casos uma maior sobreposição das actividades musculares, representadas pelas ondas AG e ANT. De salientar também que ao contrário dos lançamentos reais, não encontramos nos visualizados, sinais de pré activação. Nestes a activação surge um pouco mais tarde do que nos LR e sem qualquer indicador prévio.

Ainda em relação aos LV, a análise das ondas AG e ANT poderia em determinadas condições ser confundida com o registo de electrocardiograma (ECG). Efectivamente este é um risco inerente a este tipo de recolhas, uma vez que o sinal eléctrico do coração é muitas vezes apanhado pelos sensores (eléctrodos) colocados nos músculos mais próximos da região torácica. Da análise de todos os sujeitos, verificámos que existiam alguns em que o registo do ECG estava presente, tendo esses dados contaminados sido eliminados, de modo a que todos os registos considerados neste estudo não apresentassem contaminação ECG.

Na análise das diferenças entre os LR e LV salientamos também a inversão entre AG1 e ANT verificada no pré teste do Gexp1 (fig.14). Esta situação é distinta da existente no Gc em que a ordem AG1 – ANT é mantida em ambas as avaliações, não se registando diferenças aparentes. Já a situação do pós teste do Gexp1 é claramente diferente, sendo registadas as ondas AG1 e ANT pela mesma ordem que no LR. Esta situação apesar de não existir no pré teste dos dois grupos pode indicar que existiram estímulos eléctricos inerentes à visualização mental, mas que devido à falta de treino e tal como acontece nos movimentos reais, apresenta um padrão de actividade muscular descoordenado e neste caso diferente da LR. Após o treino verifica-se uma inversão da ordem das ondas AG1 e ANT, e uma aproximação ao padrão fásico dos LR.

Quanto a AG2, apesar de assinalarmos a sua possível localização nos gráficos, não podemos considerar que exista uma distinção clara da restante actividade electromiográfica de fundo pelo que consideramos que esta não está presente nos LV de ambos os grupos em ambas as condições.

Em resumo após a análise qualitativa destes gráficos EMG, consideramos que os padrões encontrados nos LV reúnem algumas das condições encontradas nos LR e que são típicas dos movimentos estudados, nomeadamente a existência de um padrão fásico, que apesar de reduzido em termos temporais face ao LR, apresenta picos de estimulação idênticos.

1.2. Análise do Pico Máximo EMG entre lançamentos reais e visualizados

Iniciamos esta secção com a apresentação dos valores máximos e respectivos desvio padrão, registados nos sinais electromiográficos dos grupos em análise. Estes valores são registados em volts (V)

Tabela 6 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo agonista (TB) no pré e no pós teste para ambos os grupos

		Estatística Descritiva - EMG máximoTB				
	Estudo1	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pré teste M_TBRL	Controlo	18	,2545	,2529	,0616	1,1617
	Experimental	20	,3721	,3902	,0635	1,5361
Pré teste M_TBLV	Controlo	18	,0054	,0016	,0029	,0093
	Experimental	20	,0063	,0021	,0029	,0106
Pós teste M_TBRL	Controlo	18	,3585	,1564	,0878	,6235
	Experimental	20	,2883	,1642	,1150	,8347
Pós teste M_TBLV	Controlo	18	,0061	,0024	,0035	,0113
	Experimental	20	,0061	,0037	,0021	,0170

A primeira evidência que sobressai da análise da tabela 6, é que os LV representam em termos de pico máximo mais ou menos 2% do valor dos LR (LV = $\pm$ 6mV ; LR= $\pm$ 300mV)

Quando analisamos pormenorizadamente a tabela 6, verificamos que o comportamento do músculo agonista (TB) é diferente, para ambos os grupos em ambas as situações. Em relação à média, no pré teste do LR verificamos que o grupo Experimental apresenta um valor superior ao grupo de controlo. Já no pós teste, regista-se o inverso, com o grupo de controlo a evidenciar uma subida enquanto o grupo experimental regista uma descida do valor de pico

máximo. Já em relação ao desvio padrão regista-se uma descida dos dois grupos do primeiro para o segundo momento de avaliação.

Este facto está de acordo com vários estudos que salientam uma redução ao nível dos valores da activação muscular, revelados através de EMG, ao longo de várias sessões de prática (Lay et al., 2002; Lay, Sparrow, & O'Dwyer, 2005).

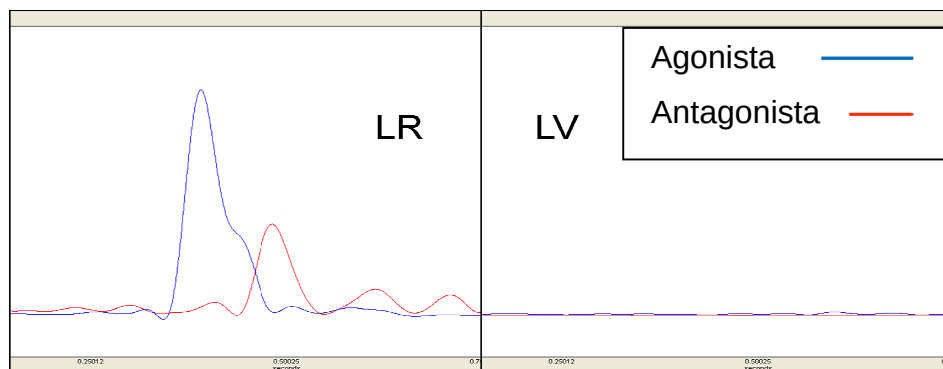
Quando olhamos para o comportamento dos lançamentos visualizados, notamos um padrão semelhante no que respeita às médias ($GC \uparrow$ e $Gexp1 \downarrow$), embora com valores mais reduzidos, enquanto o desvio padrão denota uma tendência de subida em ambos os grupos que aumentam os seus valores.

Tabela 7 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo antagonista no pré e no pós teste para ambos os grupos

		Estatística Descritiva EMG Máximo BB				
	Estudo1	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Pré teste M_BBLR	controlo	18	,1013	,0532	,0083	,2338
	Experimental	19	,0952	,0752	,0363	,3508
Pré teste M_BBLV	controlo	18	,0022	,0009	,0009	,0040
	Experimental	19	,0020	,0012	,0007	,0046
Pós teste M_BBLR	controlo	18	,0939	,0240	,0562	,1382
	Experimental	19	,0725	,0251	,0168	,1208
Pós teste M_BBLV	controlo	18	,0024	,0008	,0014	,0043
	Experimental	19	,0026	,0024	,0010	,0116

Tal como na tabela anterior (tabela 6) relativa ao agonista, também nesta (tabela 7) que diz respeito ao antagonista, os LV representam apenas uma pequena fracção do pico máximo ($\pm 2\%$) dos LR ($LV = \pm 2mv$; $LR = \pm 90mv$).

Se compararmos as tabelas 6 e 7, verificamos que as relações de valores entre os picos máximos dos músculos agonista e antagonista são de aproximadamente 3 para 1, com o agonista a apresentar valores de pico superiores. Esta proporção é válida tanto para os LR como para os LV, e está bem explícita na figura 16, que apresenta um gráfico comparativo (um exemplo) dos LR e dos LV.



unidades ou escalas diferentes (Pestana & Gageiro, 2005), não sendo assim necessário efectuar a normalização das variáveis.

Começamos pela apresentação das correlações e comparações efectuadas relativas aos LR e LV no grupo de controlo.

Tabela 8 - Correlação dos valores de pico máximo entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo

Correlação entre pares ^a		N	Correlação	Sig.
Par 1 Pré teste	Pico máximo TBLR & TBLV	18	,243	,332
Par 2 Pré teste	Pico máximo BBLR & BBLV	18	,072	,778
Par 3 Pós teste	Pico máximo TBLR & TBLV	18	,252	,313
Par 4 Pós teste	Pico máximo BBLR & BBLV	18	-,168	,506

a. Estudo1 = controlo

Através da análise da tabela 8, verificamos que tanto no pré teste, como no pós teste, os valores de correlação entre os lançamentos reais e visualizados, nos músculos agonista (TB) e antagonista (BB), são muito baixos e baixos ($r=0,24$; $r=0,07$; $r=0,25$ e $r=-0,16$, respectivamente) e valores de significância com $p>0,05$, que não afastam a hipótese de estes valores se deverem ao acaso.

Tabela 9 - Comparação dos valores normalizados de pico máximo de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo

	Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1 Pré teste Pico máximo TBLR - TBLV normalizado	-,1195	,1758	-2,802	16	,013
Par 2 Pré teste Pico máximo BBLR - BBLV normalizado	-,4439	,1912	-9,850	17	,000
Par 3 Pós teste Pico máximo TBLR - TBLV normalizado	,0422	,2804	,639	17	,531
Par 4 Pós teste Pico máximo BBLR - BBLV normalizado	,4684	,1980	10,038	17	,000

Quando efectuamos as comparações com os valores normalizados, verificamos (tabela 9) que o músculo agonista no pós teste (par 3), é o único cuja diferença das médias entre LR e LV não é significativamente diferente de zero (0) ($\text{sig.}=0,531$). No pré teste, todas as outras condições apresentam valores de diferença entre as médias significativamente diferentes de zero (0)

entre LR e LV. O mesmo se passa com o músculo antagonista no pós teste, onde a diferença entre as médias passou a positiva, mas significativamente diferente de zero (0) também.

Apresentamos de seguida as correlações e comparações relativas ao grupo experimental.

Tabela 10 - Correlação dos valores de pico máximo entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental

Correlação entre pares			N	Correlação	Sig.
Par 1 Pré teste	Pico máximo TBLR & TBLV		20	,365	,114
Par 2 Pré teste	Pico máximo BBLR & BBLV		20	,232	,325
Par 3 Pós teste	Pico máximo TBLR & TBLV		20	,677	,001
Par 4 Pós teste	Pico máximo BBLR & BBLV		19	,279	,248

a. Estudo1 = Experimental

Através da análise da tabela 10, constatamos a existência de uma correlação alta ($r=0,677$) entre LR e LV na avaliação final do músculo agonista. Esta correlação com um grau de significância de $\text{sig.}=0,001$, representa a existência de um comportamento linear positivo entre as variáveis. As restantes variáveis apresentam níveis de correlação muito baixos e significâncias que não permitem rejeitar a hipótese nula de a correlação ser zero, para qualquer erro tipo I do analista.

A correlação existente entre LR e LV no pós teste do músculo agonista, significa que em média, aos valores mais altos de LV, correspondem os valores mais altos de LR.

Tabela 11 - comparação dos Valores normalizados de Pico máximo de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental

	Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1 Pré teste Pico máximo TBLR - TBLV normalizado	-,3381	,1120	-13,499	19	,000
Par 2 Pré teste Pico máximo BBLR - BBLV normalizado	-,3806	,2416	-7,045	19	,000
Par 3 Pós teste Pico máximo TBLR - TBLV normalizado	-,0128	,1687	-,340	19	,737
Par 4 Pós teste Pico máximo BBLR - BBLV normalizado	,2961	,2376	5,433	18	,000

Tal como acontece no grupo de controlo, também aqui na comparação do grupo experimental (tabela11), encontramos diferenças significativas entre as médias de todos os pares de variáveis, excepto na comparação efectuada entre LR e LV no pós teste do músculo agonista (Par 3, sig.=0,737), que em termos estatísticos indica que se aceita a normalidade da distribuição das médias das duas variáveis.

Após a apresentação deste conjunto de dados, constatamos que o musculo agonista, apresenta um conjunto de características que permitem afirmar que o programa de treino de visualização mental, induziu alterações no comportamento electromiográfico deste músculo, que levam a que não haja distinção entre o padrão de LV e LR. De uma situação em que apresentavam um baixo valor de correlação e uma distribuição média estatisticamente idêntica, passaram no pós teste, para um valor elevado de correlação e para um valor de diferença entre as médias ainda mais reduzido. Desta forma podemos afirmar que o treino de visualização mental provocou uma aproximação das médias dos lançamentos reais e visualizados, que se traduzirá no aumento da eficácia do mesmo treino. Estes resultados vão ao encontro do que é preconizado pela teoria psiconeuromuscular, pois o facto de durante uma situação de actividade visualizada encontrarmos actividade eléctrica com as mesmas características da actividade efectivamente realizada, reforçam o pressuposto apresentado por Jacobson (1932) em termos gerais, e por autores como Schmidt & Lee (1999), Guillot & Collet (2005a) e Guillot et al. (2007) que referem que a actividade visualizada ou feedback quinestésico, será idêntica ao feedback do movimento real, mas com menor magnitude.

Passamos de seguida à descrição do comportamento do integral EMG nas mesmas condições que o pico máximo.

1.3. Análise do iEMG entre lançamentos reais e visualizados

Começamos por descrever os valores máximos do Integral e respectivos desvios padrão, registados nos sinais electromiográficos dos grupos em análise. Os valores são expressos em Volts por segundo (Vs)

Tabela 12 - Estatística descritiva dos valores do integral de LR e LV do músculo agonista (TB) no pré e no pós teste para ambos os grupos

		Estatística descritiva Integral				
		N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Pré teste LR Agonista	Controlo	17	,0379	,0296	,0106	,1344
	Experimental	20	,0480	,0407	,0205	,1907
Pré teste LV Agonista	Controlo	17	,0029	,0006	,0019	,0041
	Experimental	20	,0037	,0013	,0022	,0075
Pós teste LR Agonista	Controlo	17	,0541	,0223	,0219	,1016
	Experimental	20	,0430	,0369	,0122	,1856
Pós teste LV Agonista	Controlo	17	,0025	,0007	,0017	,0047
	Experimental	20	,0025	,0010	,0005	,0057

Da análise da tabela 12 sobressai novamente a diferença de valores entre LR e LV, em que os últimos representam em termos de valor do integral mais ou menos 6% dos LR ($LV = \pm 0,0030Vs$; $LR = \pm 0,0450Vs$).

Numa análise mais pormenorizada da tabela 12, verificamos que o comportamento do músculo agonista é diferente, para ambos os grupos em ambas as situações. Em relação à média do integral, no pré teste do LR verificamos que o grupo Experimental apresenta um valor superior ao grupo de controlo. Já no pós teste, regista-se o inverso, com o grupo de controlo a evidenciar uma subida enquanto o grupo experimental regista uma descida do valor do Integral. Já em relação ao desvio padrão regista-se uma descida dos dois grupos do primeiro para o segundo momento de avaliação.

Em relação ao comportamento dos lançamentos visualizados, notamos no que respeita às médias que ambos os grupos desceram do pré para o pós teste (Gexp1 de $\bar{x}=0,0037 \downarrow \bar{x}=0,0025$ e GC de $\bar{x}=0,0029 \downarrow \bar{x}=0,0025$), enquanto o desvio padrão denota uma tendência diversa entre Gexp1 que

desce ($DP=0,0013Vs \downarrow DP=0,0010Vs$) e G_c que sobe ligeiramente ($DP=0,0006Vs \uparrow DP=0,0007Vs$).

Se compararmos as tabelas 12 e 13, verificamos que as relações de valores entre os Integrais dos músculos agonista e antagonista são de aproximadamente 2,5 para 1, com o agonista a produzir Integrais de valor superior. Esta proporção é válida tanto para os LR como para os LV.

Tabela 13 - Estatística descritiva dos valores de pico máximo de LR e LV do músculo antagonista no pré e no pós teste para ambos os grupos

		Estatística Descritiva Integral				
	Estudo1	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Pré teste LR Antagonista	Controlo	18	,0178	,0061	,0074	,0330
	Experimental	19	,0192	,0115	,0090	,0574
Pré teste LV Antagonista	Controlo	18	,0009	,0003	,0006	,0015
	Experimental	19	,0008	,0002	,0005	,0014
Pós teste LR Antagonista	Controlo	18	,0192	,0052	,0130	,0344
	Experimental	19	,0215	,0162	,0084	,0828
Pós teste LV Antagonista	Controlo	18	,0015	,0007	,0008	,0035
	Experimental	19	,0013	,0008	,0006	,0044

Tal como nos valores de integral relativo ao agonista, também no que diz respeito ao antagonista, os LV representam em termos de Integral mais ou menos 6% do valor dos LR ($LV = \pm 0,0009Vs$; $LR = \pm 0,0185mVs$).

Quanto aos valores de média do integral do antagonista, em relação ao pré teste do LR verificamos que o grupo experimental apresenta um valor superior ao grupo de controlo. Esta situação mantém-se no pós teste, registando-se em ambos, uma subida dos valores do integral. Já em relação ao desvio padrão regista-se uma descida do grupo de controlo e uma subida do grupo experimental do primeiro para o segundo momento de avaliação.

Quando olhamos para o comportamento dos lançamentos visualizados, notamos uma ligeira subida dos valores da média do pré para o pós teste em ambos os grupos, enquanto o desvio padrão denota uma tendência para aumentar, também nos dois grupos.

Vamos agora apresentar as tabelas relativos às correlações e comparações entre os lançamentos reais e visualizados no pré e pós teste nos dois grupos.

Tabela 14 - Correlação dos valores do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de Controlo

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste Agonista LR & LV	17	,291	,258
Par 2	Pré teste Antagonista LR & LV	18	,060	,813
Par 3	Pós teste Agonista LR & LV	18	,344	,162
Par 4	Pós teste Antagonista LR & LV	18	-,405	,095

Através da análise da tabela 14, constatamos a existência de correlações muito baixas e baixas entre os valores do integral de LR e LV, sendo inclusive negativa no caso do pós teste do músculo antagonista. Estes valores de correlação, associados a valores de significância de $p > 0,05$ indicam uma fraca associação linear, não estatisticamente significativa, dos comportamentos das variáveis em causa para o grupo de controlo tanto no pré, como no pós teste.

No entanto, se atentarmos na tabela 15, que apresenta os valores das correlações entre LR e LV no grupo experimental, verificamos a existência de uma correlação estatisticamente significativa entre LR e LV no pós teste do músculo agonista. Esta correlação (par 3) apresenta um valor alto, $r = 0,648$ para uma significância de $\text{sig.} = 0,002$, o que indica uma forte relação linear positiva entre os comportamentos deste par de variáveis. Os restantes pares apresentam valores de correlação baixos ($r = 0,257$, $r = 0,136$ e $r = 0,144$) e significâncias de $p > 0,05$, pelo que não são estatisticamente significativos.

Tabela 15 - Correlação dos valores do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste Agonista LR & LV	20	,257	,274
Par 2	Pré teste Antagonista LR & LV	20	,136	,568
Par 3	Pós teste Agonista LR & LV	20	,648	,002
Par 4	Pós teste Antagonista LR & LV	19	,144	,557

Ao efectuarmos as comparações das médias com os valores normalizados de LR e LV, verificamos (tabela 16) que no grupo de controlo todos os pares de variáveis apresentam valores de diferença entre as médias que são significativamente diferentes de zero (0) ($p \leq 0,05$). Assim podemos afirmar que para todas as situações, os LR são significativamente diferentes dos LV.

Tabela 16 - Comparação dos valores normalizados do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo

		Média	Desvio Padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste Agonista LR - LV	-,1924	,1536	-5,167	16	,000
Par 2	Pré teste Antagonista LR - LV	-,1682	,1475	-4,835	17	,000
Par 3	Pós teste Agonista LR - LV	-,1321	,1386	-4,044	17	,001
Par 4	Pós teste Antagonista LR - LV	-,1105	,1865	-2,514	17	,022

Já na comparação do grupo experimental (tabela 17), regista-se a existência de um par cujo valor da diferença entre as médias de LR e LV não é significativamente diferente de zero (0) ($\bar{x} = -0,316$, sig. = 0,591), e que, mais uma vez, esta se encontra no pós teste, mas desta vez no músculo antagonista. Os restantes pares de variáveis apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as médias de LR e LV.

Tabela 17 - Comparação dos valores normalizados do integral EMG de LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste Agonista LR - LV	-,2419	,2354	-4,594	19	,000
Par 2	Pré teste Antagonista LR - LV	-,0834	,1790	-2,083	19	,040
Par 3	Pós teste Agonista LR - LV	-,2077	,1594	-5,827	19	,000
Par 4	Pós teste Antagonista LR - LV	-,0316	,2513	-,548	18	,591

O resultado do músculo antagonista, indica que após a intervenção (treino de visualização mental), houve uma aproximação do valor das médias, uma vez que a diferença no pré teste era significativamente diferente de zero (0). Esta aproximação entre as médias é uma medida de eficácia do treino de

visualização mental que conduziu à não distinção estatística das series reais e visualizadas.

1.4. Análise de DIF entre lançamentos reais e visualizados

Vamos agora apresentar os resultados da comparação temporal que resulta do intervalo de tempo entre os picos máximos dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) nos lançamentos real e visualizados, variável DIF. Esta comparação permite verificar de forma mais ecológica uma coerência entre os diferentes lançamentos do que os restantes parâmetros, uma vez que os valores da comparação, resultam do intervalo de tempo que ocorre entre o pico máximo dos músculos que executam a acção principal neste movimento de lançamento. Estes valores são pois apresentados em segundos (s).

Tabela 18 - Estatística descritiva dos valores de DIF para ambos os grupos.

		N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Pré teste DIF LR	controlo	17	,04	,07	-,06	,18
	Experimental	20	,00	,17	-,60	,20
Pré teste DIF LV	controlo	17	,02	,15	-,27	,31
	Experimental	20	,00	,13	-,32	,23
Pós teste DIF LR	controlo	17	,00	,09	-,13	,20
	Experimental	20	,07	,11	-,27	,29
Pós teste DIF LV	controlo	17	,12	,22	-,14	,50
	Experimental	20	,07	,12	-,25	,35

Como podemos observar na tabela 18, em termos gerais, existe uma grande diversidade de valores entre os vários grupos e momentos de avaliação. No entanto, existe uma certa uniformidade dos valores da relação LR/LV intra-grupo no grupo experimental, em função do momento de avaliação. Assim, o grupo experimental apresenta no pré teste uma diferença média de $\bar{x}=0,00s$ entre o valor de DIF no LR e no LV. O mesmo grupo apresenta a mesma diferença no pós teste ($\bar{x}=0,00s$).

O grupo de controlo, apresenta no pré teste uma diferença média entre LR ($\bar{x}=0,02s$) e LV ($\bar{x}=0,04s$) de $\bar{x}=0,02s$, que no pós teste passa para $\bar{x}=0,12s$, LR ($\bar{x}=0,00s$) e LV ($\bar{x}=0,12s$).

Em relação ao desvio padrão, verifica-se que o grupo experimental na sua avaliação pós teste é o que apresenta o menor valor de diferença $DP=0,01s$ entre LR ($DP=0,11s$) e LV ($DP=0,12s$). Na mesma avaliação, o grupo de controlo apresenta uma diferença de $DP=0,13s$. No pré teste, o grupo de controlo apresenta uma diferença de $DP=0,08s$ entre LR e LV, enquanto o grupo experimental tem $DP=0,04s$ para a mesma situação. Estes valores traduzem uma redução do desvio padrão no grupo experimental do pré para o pós teste, enquanto o grupo de controlo regista no mesmo período um ligeiro aumento.

Tabela 19 - Correlação dos valores de DIF entre LR e LV no grupo de controlo.

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste DIF LR & LV	17	,001	,998
Par 2	Pós teste DIF LR & LV	18	,267	,283

Quando analisamos a tabela 19 (correlações entre os LR e LV do grupo de controlo), verificamos a existência de valores de correlações muito baixos (pré teste $r=0,001$ e pós teste $r=0,267$) e sem significado estatístico (pré teste- $sig.=0,998$; pós teste $sig.=0,283$), entre os tempos de coordenação dos músculos. Assim, quer na avaliação do pré teste, quer no pós teste, existem fracas associações lineares, não estatisticamente significativas.

Já no que respeita à comparação das médias da variável DIF (tabela 20), verificamos que a média das diferenças emparelhadas é de $\bar{x}=0,0195$. O teste tem um nível de significância associado de $sig.=0,634$, que significa que no pré teste não existem diferenças significativas entre os valores das médias DIF de LR e LV. Já no pós teste, verificamos que a média das diferenças emparelhadas é de $\bar{x}=-0,1282$, valor este que é significativamente diferente de zero (0) ($sig.=0,030$).

Esta situação pode dever-se a mecanismos de ajustamento e adaptação à situação, resultantes do facto de ser a segunda vez que executavam as tarefas, de onde resultava alguma adaptação, mas que conduziam a um aumento da diversidade uma vez que não existiu qualquer tipo de treino.

Tabela 20 - Comparação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo de controlo.

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste DIF LR - LV	,0195	,1657	,485	16	,634
Par 2	Pós teste DIF LR - LV	-,1282	,2298	-2,4	17	,030

Quando analisamos o grupo experimental, em relação às correlações entre LR e LV (tabela 21) constatamos que no pré teste a linearidade da relação é muito baixa e inversa ($r=-0,17$), e com um nível de significância de $\text{sig.}=0,473$, não se podendo aceitar a hipótese de existência de diferenças significativas entre as variáveis. No pós teste o valor de $r=,582$ indica uma relação linear moderadamente forte, com uma significância muito forte ($\text{sig.}=0,007$) que permite afirmar que o valor de r não se deve ao acaso. Em termos práticos, após a intervenção houve uma aproximação nos comportamentos dos grupos, que passaram a apresentar uma relação linear positiva de comportamentos.

Tabela 21 - Correlação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo experimental.

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste DIF LR & LV	20	-,170	,473
Par 2	Pós teste DIF LR & LV	20	,582	,007

Já na comparação entre LR e LV (tabela 22), verificamos que em ambas as avaliações, os valores das médias das diferenças emparelhadas não diferem entre si. O valor médio da diferença entre LR e LV não é significativamente diferente de 0. Verifica-se assim a existência de um comportamento semelhante entre o conjunto de valores temporais de relação AG/ANT, nos lançamentos reais e nos lançamentos visualizados em ambas as avaliações.

Tabela 22 - Comparação dos valores de DIF entre LR e LV para o grupo experimental.

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste DIF LR - LV	,0005	,2336	,010	19	,992
Par 2	Pós teste DIF LR - LV	,0043	,1073	,180	19	,859

Da análise deste parâmetro resulta a convicção que a visualização mental de um gesto técnico apresenta parâmetros de coordenação muscular muito semelhantes aos do gesto técnico efectivamente realizado, e que esta coordenação melhora com o treino de visualização mental.

1.5.Comparação das curvas EMG entre lançamentos reais e visualizados

Para completar esta análise, vamos agora apresentar o resultado da comparação estatística dos valores das curvas electromiográficas dos lançamentos reais e visualizados.

Iniciamos pela verificação das correlações existentes entre o LR e o LV, no grupo de controlo.

Tabela 23 - Correlações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste Antagonista LR & LV	2001	,747	,000
Par 2	Pré teste Agonista LR & LV	2001	,560	,000
Par 3	Pós teste Antagonista LR & LV	2001	,780	,000
Par 4	Pós teste Agonista LR & LV	2001	,719	,000

Podemos verificar através da análise da tabela 23 que todas as condições analisadas apresentam coeficientes de correlação relativamente elevados e com níveis de significância muito elevados ($p \leq 0,000$), indicando a existência de comportamentos lineares positivos entre as variáveis. Todas as variáveis apresentam a existência de uma relação linear positiva, cuja potência

aumenta do pré para o pós teste. Este crescimento é mais acentuado no músculo agonista.

Tabela 24 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.

		N	Correlação	Sig.
Par 1	Pré teste Antagonista LR & LV	2001	,750	,000
Par 2	Pré teste Agonista LR & LV	2001	,544	,000
Par 3	Pós teste Antagonista LR & LV	2001	,596	,000
Par 4	Pós teste Agonista LR & LV	2001	,533	,000

Tal como no grupo de controlo, também no Grupo experimental (tabela 24), se verifica a existência de correlações com coeficientes r relativamente elevados e níveis de significância muito elevados ($p < 0,000$), que indicam a existência de relações lineares positivas fortes entre LR e LV. Todos os pares de variáveis apresentam uma relação linear positiva, que indica que quando uma cresce, a outra em média também cresce.

Tabela 25 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo de controlo.

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste Antagonista LR - LV	,0147	,1472	4,458	2000	,000
Par 2	Pré teste Agonista LR - LV	,0022	,1981	,503	2000	,615
Par 3	Pós teste Antagonista LR - LV	,0076	,1244	2,749	2000	,006
Par 4	Pós teste Agonista LR - LV	-,0057	,1432	-1,772	2000	,076

Quando analisamos as comparações efectuadas no grupo de controlo (Tabela 25), verificamos a existência de diferenças significativas nas médias das diferenças emparelhadas relativas ao musculo ANT, tanto no pré, como no pós teste. Estas diferenças são significativas para $p \leq 0,01$.

Quanto ao músculo AG, verificamos que não existem diferenças significativas nas médias das diferenças emparelhadas das curvas EMG, entre LR e LV, tanto no pré como no pós teste.

Em ambos os casos, as alterações no comportamento do pré teste para o pós teste não são significativas, no entanto o musculo AG demonstra uma inversão no sentido da diferença das médias, que indica um aumento relativo da média de LV do pré para o pós teste.

Tabela 26 - Comparações das curvas EMG de AG e ANT entre LR e LV no pré e no pós teste para o grupo experimental.

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	Pré teste Antagonista LR - LV	-,0170	,1759	-4,315	2000	,000
Par 2	Pré teste Agonista LR - LV	,0021	,2463	,380	2000	,704
Par 3	Pós teste Antagonista LR - LV	-,0077	,1886	-1,836	2000	,066
Par 4	Pós teste Agonista LR - LV	,0013	,2068	,286	2000	,775

Quanto ao grupo experimental, verifica-se (tabela 26) que na avaliação pós teste, ambos os músculos apresentam um valor de diferença entre as suas médias, que não difere significativamente de 0 (ANT-sig.=0,066 e AG-sig.=0,775). Estes valores resultam de uma redução da diferença entre as médias em função do treino de visualização mental, visto que no pré teste as diferenças das médias eram de valor superior, sendo inclusive significativamente diferente no músculo antagonista.

Síntese:

Após a análise deste conjunto de variáveis respeitantes à comparação dos padrões dos registos electromiográficos entre LR e LV, destacamos a existência de dados contraditórios nos vários parâmetros analisados. Assim, na análise por inspecção visual, destaca-se a existência de picos de actividade que quase coincidem temporalmente entre LR e LV. Apesar das diferenças existentes parece-nos ser possível constatar a existência de uma linha base que se estende sensivelmente até metade do tempo, onde surge o pico relativo à primeira onda de acção do músculo agonista seguido do pico relativo ao antagonista. Segue-se novo período de linha base até ao final do tempo. Ainda na análise qualitativa, verificamos que em ambos os casos (LR e LV) se

observa que os valores das ondas de acção do músculo ANT, representam aproximadamente 1/3 dos valores de AG.

Relativamente à análise do parâmetro pico máximo, salientamos o facto de no pós teste do grupo experimental, o músculo AG apresentar um valor elevado de correlação linear positiva entre LR e LV e uma média das diferenças emparelhadas que não sendo significativamente diferente de zero, indica uma igualdade entre as médias de LR e LV. A associação destes dois tipos de análise, numa situação de pós teste e uma vez que esta situação não se registava no pré teste, parece indicar que o TVM conduziu a uma aproximação destes parâmetros.

Em relação ao integral, de uma situação no pré teste, em que não existiam correlações significativas em nenhum dos grupos, e em que as comparações entre LR e LV apresentam diferenças significativas entre as médias das diferenças emparelhadas, verificamos que no pós teste do grupo experimental, o músculo AG, apresenta uma correlação linear forte e altamente significativa, com diferenças significativas entre as médias emparelhadas, enquanto o músculo ANT não apresenta uma correlação significativa mas também não tem diferenças entre os valores das médias emparelhadas, o que mais uma vez representa uma aproximação dos comportamentos de LR e LV após o TVM.

A variável DIF por sua vez apresenta resultados mais inconclusivos, uma vez que nenhum dos grupos apresenta diferenças significativas entre as médias emparelhadas na fase de pré teste, enquanto no pós teste o grupo de controlo, apresenta uma diferença entre as médias emparelhadas que é estatisticamente significativa. Por sua vez, os valores das correlações não são significativos para ambos os grupos no pré teste, passando o grupo experimental a apresentar uma correlação linear forte muito significativa no pós teste. Esta alteração em conjunto com a manutenção do valor da diferença das médias emparelhadas como não significativamente diferente de zero, parece mais uma vez indicar que existe uma aproximação do padrão EMG entre LR e LV após o TVM.

Já o último parâmetro analisado (comparação das curvas EMG) apresenta indicações que vão no mesmo sentido dos anteriores, uma vez que apenas no pós teste do grupo experimental se verifica a existência de correlações lineares positivas entre LR e LV em ambos os músculos, e simultaneamente as médias das diferenças emparelhadas entre LR e LV têm níveis de significância acima de 0,05 pelo que se aceita H_0 , ou seja, não existem diferenças significativas entre LR e LV no pós teste do grupo experimental. Uma vez que no pré teste existiam diferenças significativas entre as médias das diferenças emparelhadas, em pelo menos um músculo, a evolução registada deve-se ao TVM.

Desta forma rejeitamos H_1 , concluindo pela existência de padrões EMG semelhantes entre os lançamentos reais e visualizados, sendo esta semelhança reforçada após a realização de treino de visualização mental.

2. ESTUDO DOS PADRÕES EMG DOS MOVIMENTOS VISUALIZADOS, NO PRÉ E NO PÓS TESTE

O objectivo de um processo de treino bem organizado e planeado é a conversão dos efeitos imediatos e permanentes do treino em efeitos acumulados, pois só estes criam as condições para uma efectiva evolução da capacidade de desempenho do atleta

Os exercícios e o planeamento do treino psicológico, obedeceram a um conjunto de princípios de carácter psicofisiológico e metodológico que visaram orientar a actividade no sentido de uma melhor eficácia na sua aplicação e de uma efectiva evolução da capacidade psicológica específica dos indivíduos. A comparação dos padrões EMG, para além de outras medidas de eficácia, permite-nos verificar as possíveis alterações resultantes do treino psicológico a que os indivíduos foram submetidos.

Uma vez que estamos a apresentar os resultados de avaliações efectuadas em momentos diferentes, recorreremos sempre aos valores normalizados para 100% de cada uma das series, pois como refere De Luca, (1997) para se analisar e comparar sinais EMGs de diferentes indivíduos, músculos ou aquisições, torna-se necessário a utilização de técnicas de normalização, sendo esta uma forma de transformação dos valores absolutos da amplitude em valores relativos, referentes a um valor de amplitude caracterizada como 100%.

2.1. Análise dos valores de Pico Máximo de EMG, no pré e no Pós teste

Iniciamos esta apresentação com a descrição das médias dos valores de pico máximo e respectivos desvio padrão, registados nos sinais electromiográficos dos lançamentos visualizados dos grupos em análise

Tabela 27 - Estatística descritiva dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			Média	N	Desvio padrão
Controlo	Par 1	Pré teste Agonista LV	,2912	18	,0877
		Pós teste Agonista LV	,4107	18	,2152
	Par 2	Pré teste Antagonista LV	,4611	18	,1923
		Pós teste Antagonista LV	,2108	18	,0697
Experimental	Par 1	Pré teste Agonista LV	,3399	20	,1120
		Pós teste Agonista LV	,3583	20	,2200
	Par 2	Pré teste Antagonista LV	,3960	20	,2442
		Pós teste Antagonista LV	,2210	20	,2088

Pela análise da tabela 27, verificamos que os músculos AG e ANT apresentam comportamentos distintos nos dois momentos de avaliação e que este comportamento se repete nos dois grupos em análise (Gc e Exp1). Assim, enquanto o músculo AG apresenta um aumento do valor do pico máximo, do pré para o pós teste em ambos os grupos (Gc $\bar{x}=0,2912 \uparrow \bar{x}=0,4107$; Gexp1 $\bar{x}=0,3399 \uparrow \bar{x}=0,3583$), o seu antagonista apresenta um decréscimo desse mesmo valor. O desvio padrão apresenta o mesmo tipo de distribuição, já que aumenta os valores do pré para o pós teste de AG e diminui do pré para o pós teste de ANT.

Quanto às correlações que se estabelecem entre as variáveis em estudo, verificamos que não existem correlações significativas entre o pré e o pós teste de ambos os grupos, uma vez que na tabela 28, todos os valores das correlações são baixos ($r=0,307$; $r=0,414$; $r=-0,116$ e $r=0,141$) e apresentam valores de $p>0,05$, o que mostra que as correlações não são significativas, pelo que não existe associação linear entre as variáveis.

Uma vez que se trata de análises efectuadas por correlação dos mesmos grupos, em momentos diferentes, seria de esperar que os valores apresentassem valores altos de r e $p\leq 0,05$, pelo menos no grupo que não efectuou qualquer tipo de intervenção.

Tabela 28 - Correlações dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG (TB) e ANT (BB) entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			N	Correlação	Sig.
Controlo	Par 1	Agonista LV- Pré teste & Pós teste	18	,414	,088
	Par 2	Antagonista LV - Pré teste & Pós teste	18	,307	,216
Experimental	Par 1	Agonista LV- Pré teste & Pós teste	20	,141	,552
	Par 2	Antagonista LV - Pré teste & Pós teste	20	-,116	,626

Em relação ao conjunto das comparações que efectuámos com estas variáveis (tabela 29), verificamos que no pós teste, o musculo agonista do grupo experimental, apresenta um valor de média das diferenças emparelhadas entre os dois momentos, que não é significativamente diferente de zero ($\bar{x}$ = -0,0184 e sig.=0,727). Assim não se verificam diferenças significativas entre o pré e o pós teste neste músculo. Por sua vez o musculo antagonista do mesmo grupo apresenta diferenças significativas para $p \leq 0,05$, entre o pré e o pós teste. O mesmo se verifica no grupo de controlo, onde se observam valores de significância abaixo de $p \leq 0,05$, nos dois músculos, pelo que se assume a existência de diferenças significativas entre as médias dos valores do pico máximo do pré e do pós teste.

Tabela 29 - comparações dos valores dos picos máximos das curvas EMG de AG (TB) e ANT (BB) entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Controlo	Par 1	Agonista LV- Pré teste - Pós teste	-,1195	,1959	-2,588	17	,019
	Par 2	Antagonista LV- Pré teste & Pós teste	,2503	,1834	5,792	17	,000
Experimental	Par 1	Agonista LV- Pré teste - Pós teste	-,0184	,2323	-,354	19	,727
	Par 2	Antagonista LV- Pré teste & Pós teste	,1750	,3392	2,307	19	,032

2.2. Análise dos valores do iEMG, no pré e no pós teste

Iniciamos este ponto com a apresentação dos valores dos Integrais dos registos electromiográficos dos grupos em análise e respectivos desvio padrão

Tabela 30 - Estatística descritiva dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			N	Média	Desvio padrão
Controlo	Par 1	Pré teste Agonista LV	18	,3760	,1031
		Pós teste Agonista LV	18	,4285	,1233
	Par 2	Pré teste Antagonista LV	18	,4167	,1257
		Pós teste Antagonista LV	18	,3421	,1521
Experimental	Par 1	Pré teste Agonista LV	20	,4935	,1681
		Pós teste Agonista LV	20	,4393	,1790
	Par 2	Pré teste Antagonista LV	20	,3500	,1103
		Pós teste Antagonista LV	20	,2851	,1854

Verificamos através da análise da tabela 30, que as médias dos integrais de ambos os músculos, do grupo experimental, decrescem da 1^a para a 2^a avaliação. Já o desvio padrão associado a este grupo apresenta uma alteração em sentido contrário, isto é, aumenta do pré para o pós teste.

No grupo de controlo, verifica-se uma divergência de resultados, uma vez que as médias de AG e ANT evoluem de pré para pós teste em sentidos opostos. Enquanto a média de AG aumenta, a de ANT diminui. O desvio padrão apresenta um aumento em ambos os grupos musculares.

Tabela 31 - Correlações dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			N	Correlação	Sig.
Controlo	Par 1	Agonista LV -Pré teste & Pós teste	18	,234	,351
	Par 2	Antagonista LV -Pré teste & Pós teste	18	,013	,960
Experimental	Par 1	Agonista LV -Pré teste & Pós teste	20	,209	,377
	Par 2	Antagonista LV -Pré teste & Pós teste	20	-,207	,381

Os baixos valores de r entre os integrais EMG (tabela 31), revelam a ausência de linearidade entre os dois momentos de avaliação. Correlações baixas e níveis de significância com valores $p > 0,05$ indicam comportamentos distintos nas variáveis em causa.

Estes valores de correlação, talvez se possam explicar com a ausência de um protocolo rígido sobre o gesto técnico a desempenhar, podendo registar-se alterações de um momento (pré teste) para o outro (pós teste) no mesmo

indivíduo. Estas alterações não afectam o gesto técnico em si, nem as restantes componentes analisadas, mas como o Integral é um somatório da actividade eléctrica ao longo do tempo, neste caso, 1 segundo, podem ter ocorrido diferentes processos de preparação para o lançamento, e consequentemente diferentes valores de iEMG.

Tabela 32 - Comparações dos valores do iEMG de AG e ANT entre pré e pós teste nos LV em ambos os grupos.

			Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Controlo	Par 1	Agonista LV -Pré teste - Pós teste	-,0525	,1410	-1,578	17	,133
	Par 2	Antagonista LV -Pré teste - Pós teste	,0747	,1961	1,615	17	,125
Experimental	Par 1	Agonista LV -Pré teste - Pós teste	,0542	,2184	1,110	19	,281
	Par 2	Antagonista LV -Pré teste - Pós teste	,0649	,2346	1,238	19	,231

Em relação à comparação das médias das diferenças emparelhadas dos dois momentos em análise, verificamos que em qualquer dos grupos, as diferenças das médias não são significativamente diferentes de 0. Os valores são relativamente pequenos, com as diferenças a indicar valores superiores no pós teste do grupo experimental. Já no grupo de controlo o músculo agonista revela um aumento do valor do iEMG no pós teste, enquanto o antagonista decresce na mesma avaliação face ao pré teste. Em qualquer dos grupos as diferenças não são significativas entre pré e pós teste. Em todos os casos os valores de significância são superiores a $p > 0,05$.

Embora não haja correlação entre os valores do iEMG no pré e no pós teste, o integral também não revela diferenças significativas nas comparações entre as mesmas avaliações. Daqui resulta uma inconsistência que se traduz numa incapacidade objectiva de se retirarem conclusões consistentes sobre estes resultados.

2.3. Análise dos valores de DIF, entre pré e pós teste

Vamos agora apresentar os resultados da comparação das diferenças dos picos máximos dos músculos agonista (TB) e antagonista (BB) nos lançamentos visualizados entre pré e pós teste. Os valores da comparação,

resultam do intervalo de tempo que ocorre entre o pico máximo de AG e o pico máximo de ANT. Estes valores são apresentados em segundos (s).

Tabela 33 - Estatística descritiva de DIF para ambos os grupos, nos LV.

			N	Média	Desvio Padrão
controle	Par 1	Pré teste DIF LV	18	,0329	,1499
		Pós teste DIF LV	18	,1398	,2357
Experimental	Par 1	Pré teste DIF LV	20	,0007	,1305
		Pós teste DIF LV	20	,0653	,1243

Pela análise da tabela 33, verificamos que a diferença de tempo entre o pico máximo de AG e ANT aumenta do pré para o pós teste em ambos os grupos. Já em relação ao desvio padrão, encontramos comportamentos diferentes, enquanto no grupo de controle o valor aumenta, passando de DP=0,1499s ↑ DP=0,2357s, no grupo experimental, diminui, passando de um valor de DP=0,1305 ↓ DP=0,1243.

Tabela 34 - Correlação dos Valores de DIF para ambos os grupos, nos LV.

			N	Correlação	Sig.
controle	Par 1	DIF LV - Pré teste & Pós teste	18	,031	,903
Experimental	Par 1	DIF LV - Pré teste & Pós teste	20	,349	,132

Quando analisamos a tabela das correlações entre o pré e o pós teste, (tabela 34) verificamos que quer o Gc, quer o Gexp1, apresentam valores de correlação baixos ($r=0,031$ e $r=0,349$ respectivamente), com significâncias baixas ($\text{sig.}=0,903$ e $\text{sig.}=0,132$ respectivamente), o que indica a inexistência de linearidade nas relações entre os tempos de coordenação dos músculos nos dois momentos para ambos os grupos.

Tabela 35 - Comparação dos valores de DIF para ambos os grupos, nos LV.

			Média	Desvio Padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
controle	Par 1	DIF LV _ Pré teste - Pós teste	-,1069	,2754	-1,648	17	,118
Experimental	Par 1	DIF LV _ Pré teste - Pós teste	-,0645	,1455	-1,984	19	,062

Já na comparação entre as médias dos momentos de avaliação, (tabela 35), verificamos que em ambos os grupos, as diferenças das médias entre pré e pós teste, apresentam valores que não diferem significativamente de zero (0), apesar de em ambos os casos as médias dos tempos do pós teste serem superiores aos do 1º momento de avaliação. Verifica-se assim a existência de uma distribuição semelhante entre o conjunto de valores temporais da relação AG/ANT, nos lançamentos visualizados de ambos os grupos.

2.4. Comparação das curvas EMG entre pré e pós teste

Iniciamos esta análise pela verificação das correlações existentes entre cada par de variáveis, para os dois grupos.

Tabela 36 - Correlações das curvas EMG dos LV entre pré e pós teste.

Grupo			N	Correlação	Sig.
Experimental	Par 1	Antagonista LV_Pré teste & Pós teste	2001	,695	,000
	Par 2	Agonista LV_Pré teste & Pós teste	2001	,438	,000
Controlo	Par 1	Antagonista LV_Pré teste & Pós teste	2001	,880	,000
	Par 2	Agonista LV_Pré teste & Pós teste	2001	,881	,000

Podemos verificar através da análise da tabela 36 que todas as condições analisadas apresentam coeficientes de correlação relativamente elevados e com níveis de significância muito reduzidos ($p \leq 0,00$), indicando forte linearidade de comportamentos entre as variáveis. Todos os pares de variáveis apresentam a existência de uma relação linear positiva.

Apesar de ambos os grupos apresentarem correlações muito significativas, verifica-se que os coeficientes de correlação do grupo de controlo ($r=0,880$ e $r=0,881$) são superiores aos do experimental ($r=0,695$ e $r=0,438$), o que indica uma relação mais forte entre pré e pós teste no grupo de controlo do que entre pré e pós teste no Gexp1.

Tabela 37 - Comparações das curvas EMG dos LV entre pré e pós teste.

Grupo			Média	Desvio Padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Experimental	Par 1	Antagonista LV_Pré teste - Pós teste	-,0166	,1622	-4,569	2000	,000
	Par 2	Agonista LV_Pré teste - Pós teste	-,0150	,2665	-2,513	2000	,012
Controlo	Par 1	Antagonista LV_Pré teste - Pós teste	-,0064	,0833	-3,458	2000	,001
	Par 2	Agonista LV_Pré teste - Pós teste	-,0134	,0834	-7,198	2000	,000

Quando comparamos os valores médios do traçado EMG dos lançamentos visualizados, no pré e no pós teste (tabela 37), podemos observar que todos os pares em análise têm valores muito altos de significância ($p \leq 0,05$), que indicam a existência de diferenças significativas entre os valores das médias emparelhadas nos dois momentos de avaliação em ambos os grupos. Podemos assim afirmar que o comportamento de ambos os grupos se alterou da primeira para a segunda avaliação, sendo que os valores das diferenças médias são superiores no grupo experimental, que apresenta um crescimento entre pares mais acentuado de pré para pós teste. Considerando que as variáveis apresentam uma sequência temporal, quando estabelecemos uma associação linear entre elas assumimos que o pré teste tem influência sobre o pós teste e nunca o contrário. Assim quando determinamos R^2 , verificamos qual a percentagem do pós teste, que é explicada pelo pré teste. O valor de R^2 está demonstrado nas rectas de regressão dos gráficos 1 e 2.

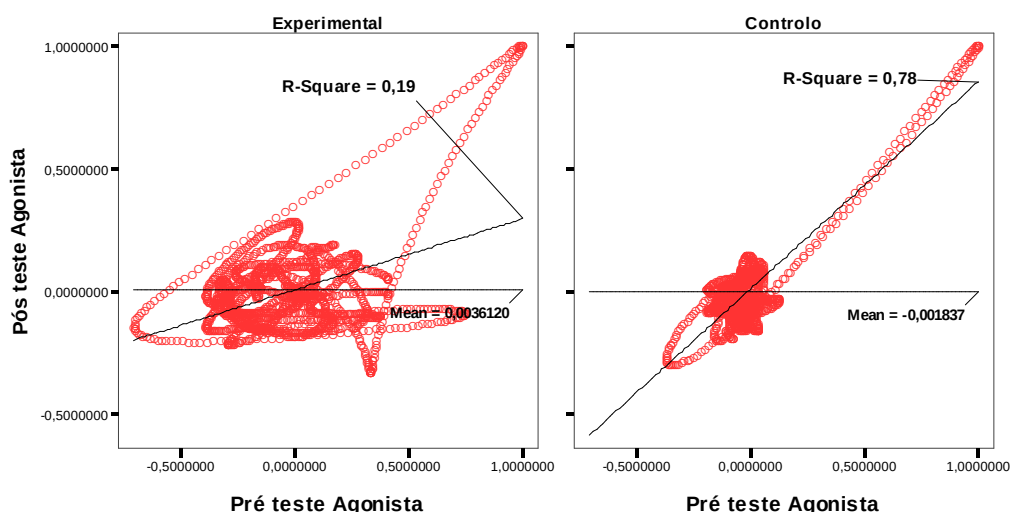


Gráfico 1 - Recta de regressão pré teste/pós teste no EMG do músculo agonista

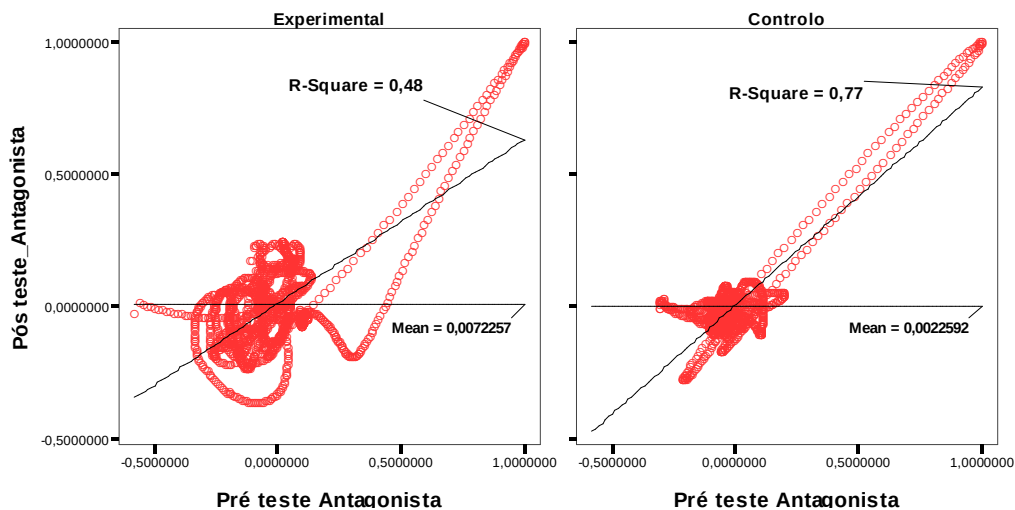


Gráfico 2 - Recta de regressão pré teste/pós teste no EMG do músculo antagonista

Uma vez que no grupo de controlo, a avaliação inicial explica 78% do resultado final do músculo agonista, e 77% do resultado final do antagonista, isso quer dizer, que existem 22% e 23% respectivamente, de explicação do resultado que se deve a outros factores não determináveis.

Já no grupo experimental, o pré teste, apenas explica 19% do resultado final do agonista e 48% no antagonista, deixando respectivamente 81% e 52% de explicação atribuível a outros factores. Dado que se trata de um estudo em que a distribuição da amostra foi efectuada de forma aleatória, permitindo assim assumir a igualdade entre os grupos, podemos inferir que a diferença no comportamento dos grupos se deve a influência da variável independente, treino de visualização mental. Assim consideramos que o treino de visualização mental altera o desempenho muscular, e consequentemente a relação entre o EMG pré e o EMG pós teste, interferindo sobre a influência da condição inicial sobre a condição final e explicando por si 59% ($= 81\% - 22\%$) do resultado do músculo agonista e 29% ($= 52\% - 23\%$) do pós teste do músculo antagonista.

Ao efectuarmos uma análise do conjunto de variáveis que acabamos de apresentar, verificamos que as diferenças entre pré e pós teste nem sempre são claras. Assim, na avaliação do parâmetro Pico Máximo, verificamos que nenhum dos grupos apresenta correlações significativas entre estes valores. Em relação às comparações, verifica-se que na análise das médias das

diferenças emparelhadas, todos os pares apresentam valores significativamente diferentes de zero (0), excepto o músculo agonista do grupo experimental, cujo valor do pós teste não difere significativamente do pré teste.

Em relação ao iEMG, verificamos mais uma vez que não existem correlações linearmente significativas entre pré e pós teste, e que as comparações revelam que também não existem diferenças significativas entre os momentos de avaliação, visto que em todos os casos, as médias das diferenças emparelhadas não são significativamente diferentes de zero (0).

Na análise da variável DIF encontramos exactamente o mesmo comportamento, ou seja, não existem correlações significativas e não existem diferenças significativas entre as médias das diferenças emparelhadas.

Nas três variáveis que apresentámos anteriormente, constatamos a ausência de correlação entre as avaliações pré e pós teste em ambos os grupos. Na quarta variável que analisámos, verificámos a existência de correlações significativas e de uma forte linearidade positiva entre todos os pares em análise. No entanto esta correlação é mais forte no grupo de controlo do que no grupo experimental. Ao efectuarmos uma regressão sobre estes valores, verificamos que os resultados do pós teste dependem mais do pré teste no grupo de controlo do que no grupo experimental. Como já vimos, uma vez que partimos de uma formação aleatória dos grupos, podemos inferir que a diferença entre a explicação do grupo de controlo e experimental se deve ao tratamento, ou seja neste caso ao TVM, que no grupo experimental, explicou assim 59% do resultado do AG e 29% do ANT. Podemos assim aceitar a H2, uma vez que apesar de em relação ao padrão global se registarem correlações significativas entre Pré e Pós teste, todos os outros parâmetros suportam a ideia da existência de diferenças significativas em função do TVM, culminando com a indicação de uma influência de 81% no registo EMG de AG e 52% no registo EMG de ANT

3. ESTUDO DOS PADRÕES EMG EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE VISUALIZAÇÃO MENTAL

Segundo Eberspächer (1995), a visualização mental é um processo básico para o tratamento da informação e facilita, na medida em que se adequa à realidade, uma captação adequada, coerente com as exigências da situação. Pode ser utilizada para ordenar o pensamento ou o reconhecimento da situação e, quanto mais preciso e elaborado for o processo de imaginação dos diferentes passos da acção, mais eficiente e efectivamente será executado o plano desenvolvido (Eberspächer, 1995)

Segundo Alves (2001), o impacto da visualização mental na performance pode ser influenciado por diversas variáveis de entre as quais podemos destacar a Capacidade Individual

No que diz respeito à capacidade individual de visualização mental, pretendemos assim verificar se os indivíduos que demonstram melhor capacidade, apresentam diferenças nos padrões EMG em relação aos seus pares.

3.1. Análise dos valores de pico máximo de EMG, entre indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental

Iniciamos esta apresentação com a descrição dos valores médios e respectivos desvio padrão dos picos máximos, registados nos sinais electromiográficos dos grupos em análise

Tabela 38 - Estatística descritiva dos picos máximos no pós teste entre indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.

Estudo1		Capacidade VM	N	Média	Desvio padrão
controlo	Pós teste Agonista LV	Menor	10	,4314	,2259
		Maior	8	,3849	,2132
	Pós teste Antagonista LV	Menor	10	,2024	,0805
		Maior	8	,2213	,0568
Experimental	Pós teste Agonista LV	Menor	9	,3356	,1839
		Maior	11	,3769	,2530
	Pós teste Antagonista LV	Menor	9	,1877	,0402
		Maior	11	,2484	,2824

Considerando a existência de um grupo experimental e um de controlo, e dentro de cada um destes a existência de indivíduos com maior ou menor capacidade de visualização mental, constatamos que o grupo experimental revela consistência nos resultados, ao apresentar nos dois músculos, valores de pico máximo superiores nos indivíduos com maior capacidade de visualização mental (AG $\bar{x}=0,3769$ e ANT $\bar{x}=0,2484$) quando comparados com os indivíduos com menor capacidade (Ag $\bar{x}=0,3356$ e ANT $\bar{x}=0,1877$). Já os indivíduos pertencentes ao grupo de controlo, apresentam discrepância nos resultados, pois no músculo AG, os sujeitos com menor capacidade de visualização mental apresentam valores superiores de pico máximo, enquanto no músculo ANT, são os indivíduos com maior capacidade de visualização mental que apresentam valores de pico máximo superiores.

Tabela 39 - Comparação dos valores do pico máximo entre indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.

		Pós teste Agonista	Pós teste Antagonista
controlo	Mann-Whitney U	37,500	26,000
	Z	-,222	-1,244
	Sig. Exacta[2*(1-tailed Sig.)]	,829	,237
Experimental	Mann-Whitney U	49,000	35,000
	Z	-,038	-1,102
	Sig. Exacta[2*(1-tailed Sig.)]	1,000	,295

Quando efectuamos uma comparação estatística dos valores médios dos grupos verificamos (tabela 39) que apesar das diferenças anteriormente descritas, estas não são significativamente diferentes, pois as comparações apresentam valores de $p > 0,05$. Desta forma podemos afirmar que não existem diferenças significativas entre os valores de pico máximo dos indivíduos com maior e menor CVM nos grupos experimental e de controlo.

3.2. Análise dos valores do iEMG, entre indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental

Iniciamos este ponto com a apresentação dos valores dos integrais dos registos electromiográficos dos grupos em análise e respectivos desvio padrão

Tabela 40 - Estatística descritiva iEMG dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.

		CapVM	N	Média	Desvio padrão
controlo	Pós teste Agonista	Menor	10	,467	,143
		Maior	8	,381	,078
	Pós teste Antagonista	Menor	10	,333	,177
		Maior	8	,353	,126
Experimental	Pós teste Agonista	Menor	9	,398	,158
		Maior	11	,473	,195
	Pós teste Antagonista	Menor	9	,282	,028
		Maior	11	,287	,254

Verificamos através da análise da tabela 40, que as médias dos integrais de ambos os músculos, do grupo experimental, apresentam valores superiores nos indivíduos com maior CVM, sendo esta diferença superior em AG quando comparado com ANT do mesmo grupo. O desvio padrão associado a este grupo apresenta diferenças com o mesmo sentido, isto é, para os indivíduos do grupo experimental, quanto maior a CVM, maior o desvio padrão.

No grupo de controlo, verifica-se uma inconsistência de resultados, uma vez que as médias de AG e ANT apresentam evoluções diferentes em função da CVM. Enquanto a média de AG diminui com o aumento da CVM, a de ANT aumenta ligeiramente. O desvio padrão apresenta uma redução em ambos os grupos musculares em função do aumento da CVM.

Tabela 41 - Comparação dos iEMG dos indivíduos com maior e menor CVM

		Pós teste Agonista	Pós teste Antagonista
controlo	Mann-Whitney U	21,000	32,500
	Z	-1,692	-,667
	Sig. Exacta[2*(1-tailed Sig.)]	,101	,515
Experimental	Mann-Whitney U	40,500	18,500
	Z	-,684	-2,356
	Sig. Exacta[2*(1-tailed Sig.)]	,503	,016

A análise da comparação estatística dos grupos (tabela 41), permite verificar que no grupo de controlo, as diferenças descritas anteriormente, não têm significado estatístico, pois todas as comparações apresentam valores de $p > 0,05$. Desta forma podemos afirmar que não existem diferenças significativas entre os grupos com maior e menor CVM no grupo de controlo.

Já no grupo experimental os valores de integral do músculo antagonista dos indivíduos com maior CVM são significativamente diferentes do integral dos indivíduos com menor CVM. Esta diferença na distribuição traduz-se por um valor $U=18,5$ e de $Sig.= 0,016$.

Neste grupo, o músculo agonista não apresenta diferenças significativas entre indivíduos com diferentes CVM.

Uma vez que no grupo de controlo não existem diferenças significativas entre indivíduos com diferentes CVM, podemos afirmar que o treino de visualização mental exerceu influência nos indivíduos com maior CVM, uma vez que o grupo que sofreu este tipo de treino apresenta diferenças significativas entre indivíduos com maior e menor CVM no músculo antagonista.

3.3. Análise dos valores de DIF, em função da capacidade de visualização mental

Vamos agora apresentar os resultados da comparação de DIF entre indivíduos com Maior e Menor capacidade de visualização mental, nos lançamentos visualizados. Os valores de DIF, resultam do intervalo de tempo que ocorre entre o pico máximo de AG e o pico máximo de ANT. Estes valores são apresentados em segundos (s).

Tabela 42 - Estatística descritiva de DIF dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.

		CapVM	N	Média	Desvio padrão
controlo	DIF Pós teste	Menor	10	,0997	,1834
		Maior	8	,1900	,2940
Experimental	DIF Pós teste	Menor	9	,0901	,1821
		Maior	11	,0575	,0837

Pela análise da tabela 42, verificamos que no grupo de controlo, a diferença de tempo entre o pico máximo de AG e ANT é maior no grupo com maior CVM ($\bar{x}=0,190s$). No grupo experimental verificamos o contrário, já que o grupo com maior CVM apresenta um valor médio mais baixo ($\bar{x}=0,0575s$) do que o grupo com menor CVM ($\bar{x}=0,0901s$). Na análise do desvio padrão, encontramos comportamentos semelhantes ao da média. Enquanto no grupo de controlo, o desvio padrão é maior no grupo com maior CVM ($DP=0,2940s$), no grupo experimental, o desvio padrão é maior no grupo com menor CVM ($DP=0,1821s$).

Tabela 43 - Comparação dos valores de DIF dos indivíduos com maior e menor CVM em ambos os grupos.

Estudo1		DIF Pós teste
controlo	Mann-Whitney U	37,500
	Z	-,222
	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,829
Experimental	Mann-Whitney U	39,000
	Z	-,798
	Exact Sig. [2*(1-tailed Sig.)]	,456

Ao efectuarmos a comparação dos valores do grupo de controlo e do grupo experimental (tabela 43), verificamos mais uma vez que apesar das diferenças anteriormente mencionadas, estas não têm significado estatístico, pois todas as comparações apresentam valores significância com $p>0,05$. Desta forma podemos afirmar que não existem diferenças significativas entre os tempos médios de DIF dos grupos em análise, verificando-se assim que o treino de visualização mental não exerceu influência na diferença entre os picos máximos, uma vez que tanto o grupo de controlo, como o grupo experimental não apresentam diferenças significativas entre os indivíduos com maior e menor CVM.

Do conjunto de resultados que acabámos de apresentar, salienta-se a diferença significativa registada no valor do iEMG do antagonista entre indivíduos com maior e menor CVM do grupo experimental. Este facto parece

indicar que o treino de visualização mental tem maior influência sobre os indivíduos com maior CVM, uma vez que os restantes grupos não são significativamente diferentes entre si.

Em todas as restantes variáveis não se encontram diferenças significativas entre indivíduos com maior ou menor CVM.

Apesar da diferença encontrada no valor do integral e de na maioria dos restantes indicadores os valores dos subgrupos com maior CVM serem superiores aos subgrupos com menor CVM, não podemos falar da existência de diferenças na análise dos padrões EMG de indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental, pelo que se verifica que neste caso, o TVM não provocou diferenças nos padrões EMG, pelo que não se aceita H3.

4. ESTUDO DA PERFORMANCE DE DUAS TAREFAS DE NATUREZA DISTINTA EM FUNÇÃO DO TREINO DE VISUALIZAÇÃO MENTAL

Segundo Alves (1999), para que a visualização mental seja um instrumento válido na melhoria do desempenho, os atletas precisam de utilizar todos os seus sentidos e emoções, com vista a tornar a visualização o mais próximo possível da realidade, para que a sua eficácia seja maximizada. Desta forma, um programa de treino devidamente estruturado deverá desenvolver a percepção sensorial, a nitidez e controlo de imagem, isto é, aumentar as suas percepções da execução desportiva, desenvolver a nitidez das imagens para fortalecer os sentidos fundamentais para a execução e exercer controlo sobre as imagens.

Weinberg, Seabourn, & Jackson (1981) dizem-nos que a prática mental combinada e em alternância com a prática física é mais efectiva que a prática mental e física isoladas. Refere, ainda, o mesmo autor que a prática física por si produz efeitos superiores aos da prática mental isolada. Tal situação é confirmada por alguns estudos (Alves et al., 1997) mas em outros estudos tal não acontece, sendo os efeitos da prática mental superiores aos da prática física (Alves, Belga et al., 1999) ou iguais aos da prática física (Silva et al., 2008).

No entanto esta influência pode ter resultados diferentes em função da tarefa desempenhada. Tal como sugerido na meta análise de Feltz & Landers (1983) estes resultados acontecem normalmente associados a tarefas de natureza mais cognitiva, o que conduz a uma lógica de análise da influência do tipo e da natureza da tarefa.

Em relação á natureza de tarefa, não é claro até ao momento, qual o tipo de influencia que esta tem no resultado, pois a própria definição de natureza da tarefa, mais cognitiva ou mais motora, não está perfeitamente clara na literatura. Existem alguns estudos que apontam para a existência de resultados positivos da influência da visualização mental em tarefas como por exemplo o treino do supino plano (Silva et al., 2003). No entanto estes autores referem a influência de outras variáveis como por exemplo a motivação. Estes resultados

são por sua vez confirmados por um estudo realizado por Hird, Landers, Thomas, & Horan (1991) que, ao examinarem os efeitos de diferentes combinações de prática mental e física, em tarefas cognitivas e motoras, verificaram que os grupos de prática obtinham performances significativamente melhores que os sujeitos dos grupos de controlo e que as magnitudes do efeitos eram superiores para os grupos que tinham realizado as tarefas cognitivas, em comparação com os que tinham realizado as tarefas motoras. Estas descobertas estão de acordo com a teoria da aprendizagem simbólica sobre os efeitos da prática mental.

4.1. Análise da variação dos resultados da performance

Nas tabelas que se seguem apresentamos a análise dos resultados da comparação entre as evoluções registadas na performance na tarefa pelos diferentes grupos. O resultado da performance final individual foi dividido pelo resultado da performance inicial e multiplicado por 100, obtendo-se assim uma nova variável que traduz a % da diferença registada, possibilitando desta forma uma comparação entre performances de tarefas diferentes. A esta deu-se o nome de Diferença. Para efectuar esta comparação recorreremos ao teste de comparação ANOVA uma vez que se verificaram todos os pressupostos para a sua utilização (normalidade da distribuição, observações independentes e variância igual).

Tabela 44 - Estatística descritiva da variável “Diferença” nos 3 grupos

	N	Média	Desvio padrão	Mínimo	Máximo
Exp1	21	12,28%	25,5	-19%	91%
Controlo	18	-5,89%	25,2	-53%	38%
Exp2	20	11,65%	16,0	-9%	45%

Podemos observar na tabela 44 que o grupo experimental 1 é aquele que apresenta uma diferença superior, registando um aumento médio de $\bar{x}$

=12,3% do pré para o pós teste. O grupo experimental 2 apresenta um aumento médio da performance na ordem dos $\bar{x}=11,7\%$, enquanto o grupo de controlo, decresce em média $\bar{x}=5,9\%$. Quanto ao desvio padrão, regista-se a existência de um valor semelhante entre o grupo experimental 1 e o grupo de controlo, enquanto o grupo experimental 2 apresenta um valor inferior. Registam-se também acentuadas variações individuais na performance, que vão de -53% a +91%.

Tabela 45 - Comparação da variável Diferença nos grupos em análise

PercentagemAVF_AVI			
	df	F	Sig.
Anova	2	3,877	,026

O resultado da comparação da evolução da performance dos três grupos em análise (tabela 45), indica a existência de pelo menos um grupo que difere significativamente dos restantes ($F=3,877$, $\text{Sig.}<0,026$).

Para análise mais pormenorizada dos efeitos estatísticos, a ANOVA remete para a necessidade de utilizar comparações múltiplas à posteriori. Desta forma apresentamos de seguida a tabela com a análise efectuada com o teste *Tukey*.

Tabela 46 - Teste Tukey da variável Diferença nos grupos em análise

grupo	Diferença Média	Sig.
Exp1-Controlo	,182	,040
Controlo-Exp2	-,175	,054
Exp2-Exp1	-,007	,994

O teste de Tukey (tabela 46) indica-nos a probabilidade de existência de diferenças significativas ($p\leq 0,05$) entre as médias dos grupos. Assim, uma diferença entre as médias de $\bar{x}=0,182$, com $\text{Sig}=0,04$ para a comparação entre as médias dos grupos experimental 1 e controlo indica-nos, com 95% de certeza, que estes grupos são diferentes. Em relação às restantes

comparações, não existem diferenças significativas entre os grupos experimental 1 e 2 ($\bar{x}=-0,007$ Sig.=0,994) , e entre os grupos experimental 2 e controlo ($\bar{x}=-0,175$, Sig.=0,054). Este valor por se apresentar muito próximo do limite de significância e pelo facto de os grupos experimental 1 e 2 apresentarem médias muito próximas, indica-nos na prática, a existência de dois grupos distintos, um constituído pelos grupos experimental 1 e 2 e outro que contém o grupo de controlo, tal como se pode verificar na tabela 47.

Tabela 47 - Apresentação dos subgrupos derivados do teste Tukey

Tukey HSD ^{a,b}			
Subgrupos para alpha = .05			
grupo	N	1	2
Controlo	18	-,06	
Exp2	20		,12
Exp1	21		,12
Sig.		1,00	,99

Verifica-se aqui uma clara distinção na evolução da performance entre os grupos que foram sujeitos ao programa de treino de visualização mental (Gexp1 e Gexp2), e o grupo que não teve qualquer tipo de treino (controlo).

4.2. Comparação dos efeitos do treino de visualização mental sobre a performance

Vamos agora apresentar os resultados da comparação da performance efectuada entre pré e pós teste de todos os grupos.

Tabela 48 - Estatística descritiva da variável performance nos grupos em análise

	N	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
GC_Pós-teste	18	27,33	5,12	18	35
GC_Pré-teste	18	30,11	5,56	21	41
Exp1_Pós-teste	21	33,71	7,35	18	45
Exp1_Pré-teste	21	30,81	7,30	17	40
Exp2_Pós-teste	20	6,08	1,95	3,49	9,17
Exp2_Pré-teste	20	5,50	1,80	2,97	9,05

A análise da tabela 48, permite-nos verificar que os grupos experimentais (1 e 2) aumentam o valor da sua média pré-teste ($\bar{x}=30,81$ e $\bar{x}=5,50$ respectivamente) para pós-teste ($\bar{x}=33,71$ e $\bar{x}=6,08$ respectivamente). Já o grupo de controlo apresenta uma ligeira redução no valor da média, passando de $\bar{x}=30,11$ no pré-teste para $\bar{x}=27,33$ no pós-teste. O desvio padrão apresenta um comportamento semelhante, uma vez que aumenta o seu valor do pré para pós teste nos grupos experimentais, e reduz no grupo de controlo.

Tabela 49 - Comparação entre pré e pós teste da variável performance nos grupos em análise

		Média	Desvio padrão	t	df	Sig. (2-tailed)
Par 1	GC_Pós teste - Pré teste	-2,78	7,99	-1,5	17	,158
Par 2	Exp1_Pós teste - Pré teste	2,90	5,98	2,23	20	,038
Par 3	Exp2_Pós teste - Pré teste	,39	1,17	1,51	20	,147

Quando efectuamos a comparação das médias das diferenças emparelhadas relativamente aos dois momentos de avaliação, observamos uma redução do valor da média no grupo de controlo ($\bar{x}=-2,78$, sig.=0,158), um aumento no grupo experimental2 ($\bar{x}=0,39$, sig.=0,147) e um aumento significativo no grupo experimental1 ($\bar{x}=2,90$, sig=0,038). Pelos valores de significância pode então concluir-se que a média das diferenças emparelhadas do grupo experimental 1 é significativamente diferente de zero (0), enquanto nos restantes grupos tal não acontece.

A análise deste conjunto de variáveis revela-nos em primeiro lugar que existem diferenças significativas na performance entre os dois grupos experimentais e o grupo de controlo. Os grupos experimentais apresentam uma evolução positiva dos resultados na ordem dos 12%, enquanto o grupo de controlo reduz a performance em aproximadamente 6%. Quando analisamos os resultados em termos de diferenças do pré para o pós teste, verificamos que apenas o grupo experimental 1 apresenta diferenças significativas entre os momentos de avaliação.

Podemos assim afirmar que a performance é influenciada pelo treino de visualização mental. Esta influência é superior no caso das tarefas cognitivas, visto que apenas o grupo experimental 1 é significativamente diferente após o TVM. Estes resultados permitem-nos concluir pela aceitação da H4.

5. ESTUDO DA PERFORMANCE DE DUAS TAREFAS DE NATUREZA DISTINTA EM FUNÇÃO DA CAPACIDADE DE VISUALIZAÇÃO MENTAL

A investigação tem revelado que a eficácia da visualização mental é superior nos indivíduos que demonstram melhor capacidade. Uma boa capacidade de visualização mental tem sido definida pelo nível de nitidez e controlo que o atleta tem sobre as imagens que visualiza. A nitidez refere-se à clareza e realidade da imagem, enquanto o controlo se refere à capacidade do atleta em alterar e reconstituir a imagem. A investigação nesta área tem demonstrado, de forma consistente, que existe uma relação positiva e significativa entre a capacidade dos atletas para visualizar uma tarefa e a performance subsequente nessa mesma tarefa (Highlen & Bennet, 1983).

Igualmente, os estudos de Ryan & Simons (1981, 1982), Goss et al.(1986), Highlen & Bennett (1983) e Orlick & Partington (1988), confirmaram que os sujeitos com melhor capacidade para visualizar imagens com maior nitidez e controlo obtinham performances superiores nas diferentes tarefas a que foram submetidos. Ryan & Simons (1981) constataram que esta situação se verificava somente em tarefas cuja natureza era, fundamentalmente, cognitiva. Verifica-se assim existir um certo consenso relativamente ao facto de a VM poder assumir uma maior eficácia em actividades que envolvem uma maior componente cognitiva (ex: visualizar todos os movimentos implícitos na realização de uma jogada no basquetebol) por contraponto às tarefas onde é predominantemente solicitada uma resposta motora (ex: visualizar o levantamento de pesos nos treinos físicos) (Atienza & Balaguer, 1994; Gould & Damarjian, 1996)

5.1. Análise da performance em função da capacidade de visualização mental em tarefas de natureza distinta

Com o intuito de verificar se o treino de visualização mental tem efeitos distintos sobre indivíduos com diferentes CVM, efectuámos a comparação da

performance no pós teste entre os grupos com maior e menor capacidade de visualização mental nos três grupos considerados. Inclui-se aqui o grupo de controlo uma vez que este permite distinguir a variável treino mental, enquanto os grupos experimentais permitem distinguir a natureza da tarefa.

Apresentamos de seguida os dados relativos á performance pós teste em tarefas de natureza distinta (Exp1 – lançamento de setas; controlo – lançamento de setas; Exp2 – lançamento do peso) em indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental.

Tabela 50 - Descrição da performance de indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental na execução de tarefas distintas.

grupo		CVM	N	Estatística Descritiva	
				Média	Desvio Padrão
Exp1	Resultado_Pósteste	Menor	9	30,33	8,80
		Maior	11	36,09	5,70
Controlo	Resultado_Pósteste	Menor	10	26,30	4,67
		Maior	8	31,25	7,36
Exp2	Resultado_Pósteste	Menor	12	5,88	1,92
		Maior	9	6,33	2,08

Como podemos observar na tabela 50, todos os subgrupos com maior CVM apresentam resultados médios de performance superiores aos dos subgrupos de menor CVM. Em relação ao desvio padrão, o grupo Exp1 apresenta um desvio padrão superior (DP=8,80) no subgrupo com menor CVM, quando comparado com o subgrupo com maior CVM (DP=5,70). Nos restantes grupos os indivíduos com maior CVM, para além da maior média, apresentam também o maior desvio padrão.

Para efectuarmos esta comparação, dado que os subgrupos apresentam um N inferior a 10, recorremos ao uso do teste de Mann-Whitney. Assim começamos por analisar a forma das duas distribuições, tendo verificado que ambos os subgrupos de todos os grupos são simétricos, ($Skewness/Std_{Skewness} < 1,96$) e mesocúrticos ($Kurtosis/Std_{Kurtosis} < 1,96$). Por sua vez tanto os teste de aderência à normalidade (Kolmogorov-Smirnov) como a correcção de Lilliefors com sig's= 0,2, como o teste de Shapiro-Wilk

com sig's >0,180, mostram que para qualquer p do analista, as distribuições são normais (tabela 51).

Tabela 51 - Verificação da normalidade das distribuições da performance em indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental.

		Kolmogorov-Smirnov				Shapiro-Wilk		
grupo		CVM	Estatística	df	Sig.	Estatística	df	Sig.
Exp1	Resultado_Pósteste	Menor	,185	9	,200	,930	9	,483
		Maior	,200	11	,200	,915	11	,280
Controlo	Resultado_Pósteste	Menor	,186	10	,200	,893	10	,182
		Maior	,219	8	,200	,919	8	,419
Exp2	Resultado_Pósteste	Menor	,227	11	,119	,909	11	,236
		Maior	,183	9	,200	,904	9	,276

Uma vez que o N dos subgrupos é menor do que dez, o valor da significância da comparação que deve ser usada é a significância exacta do teste de Mann-Whitney.

Tabela 52 - Comparação da performance em indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental após o treino de visualização mental nos 3 grupos em análise.

grupo		Resultado_Pós teste
Exp1	Mann-Whitney U	32,000
	Valor Z	-1,341
	Significância exacta [2*(1 cauda Sig.)]	,201
Controlo	Mann-Whitney U	20,000
	Valor Z	-1,784
	Significância exacta [2*(1 cauda Sig.)]	,083
Exp2	Mann-Whitney U	42,000
	Valor Z	-,570
	Significância exacta [2*(1 cauda Sig.)]	,603

Como se observa na tabela 52, o nível de significância exacto para o teste de Mann-Whitney nos diferentes grupos é de sig.=0,201 no grupo Exp1, sig=0,083 para o grupo de controlo e sig.=0,603 no grupo Exp2. Aceita-se a hipótese de igualdade de tendência central entre os subgrupos de todos os

grupos, ou seja, as médias da performance não diferem significativamente entre os indivíduos com maior e menor CVM em todos os grupos.

Desta forma verifica-se que apesar de os indivíduos com maior capacidade de visualização mental apresentarem resultados de performance ligeiramente superiores aos indivíduos com menor capacidade de visualização mental, esta variação não é significativa em nenhum dos grupos considerados, de onde se conclui que a capacidade de visualização mental não influencia diferentemente a performance em nenhuma das tarefas consideradas. Assim rejeitamos H5.

6. DISCUSSÃO GERAL

Visualização mental é definida como a simulação mental de uma acção específica, sem a correspondente produção motora, partilhando os mecanismos subjacentes à preparação e execução do movimento (Decety, 1996; Jeannerod, 1994).

Entre as teorias que explicam os supostos efeitos positivos da visualização mental, está a teoria psiconeuromuscular, que postula que existe um registo electromiográfico (EMG) de actividade muscular dos mesmos músculos, durante a visualização mental e a execução real. Essa hipótese tem sido proposta por vários autores (B. D. Hale, 1982; Harris & Robinson, 1986; Jacobson, 1931, 1932; W. A. Shaw, 1938), que relataram que esta actividade EMG ocorreu apenas nos músculos que estão envolvidos no movimento.

Além disso, os órgãos tendinosos de Golgi podem ser estimulados, e, assim, gerar feedback neuromuscular (Schmidt & Lee, 1999). Esta continua a ser uma hipótese muito forte, uma vez que Jami (1992) demonstrou que os órgãos tendinosos de Golgi são sensíveis à contracção de uma única unidade motora, revelando assim a elevada sensibilidade dessas estruturas. Tais efeitos neuromusculares podem explicar a melhoria do desempenho motor. Outra hipótese indicada por Jeannerod (1994) é a de que a actividade EMG residual possa resultar de uma inibição incompleta do comando motor, sendo desta forma a visualização mental de um gesto técnico, considerada uma ínfima contracção muscular (Bonnet et al., 1997).

Vários estudos têm sugerido que a visualização mental é acompanhada por actividade EMG específica (Bird, 1984; Gandevia, Wilson, Inglis, & Burke, 1997; Hashimoto & Rothwell, 1999; Jowdy & Harris, 1990). Estes autores têm sistematicamente registado actividade subliminar, com magnitude de activação de uma fracção do que é observado durante o desempenho real. Além disso, Bakker et al., (1996) e Boschker (2001) relataram que durante a visualização mental de um movimento envolvendo um braço, a actividade muscular foi maior no braço activo do que no braço passivo, e a visualização da elevação de um

objecto mais pesado resultou em mais actividade EMG do que a de um objecto mais leve (9 kg vs 4,5 kg).

Estes dados sugerem que as respostas fisiológicas reflectem a organização espacial do movimento e as características quantitativas da visualização mental.

No entanto, a questão da actividade EMG durante a visualização mental tem tido respostas incoerentes, tais como a reminiscência muscular observada por Gentili, Papaxanthis, & Pozzo (2006), Lotze et al. (1999), Yue & Cole (1992), e salientada por Decety, Jeannerod, Durozard, & Baverel, (1993), com o auxilio de ressonância magnética nuclear. Autores como Jackson, Lafleur, Malouin, Richards, & Doyon (2003) e Naito et al. (2002) consideram a ausência de alteração da actividade EMG, como prova de ausência de movimento durante a visualização mental, enquanto Li et al. (2004) referem ter registado activação muscular selectiva em apenas quatro de nove sujeitos de uma experiência de flexão de dedos em visualização mental.

Segundo Guillot et al. (2007) estas inconsistências são na sua maioria devidas a problemas metodológicos. Estes podem resultar de diferenças entre registos EMG de superfície ou de profundidade (apesar de a maioria destes estudos referir EMG de superfície), diferenças na geometria dos eléctrodos e sua localização muscular. Existem ainda as diferenças individuais nos padrões de comando motor e respectiva inibição (Jeannerod, 1994; Jeannerod & Frak, 1999).

Embora os efeitos da visualização mental na performance da tarefa motora estejam bem documentados (Driskell et al., 1994; Feltz & Landers, 1983; Feltz et al., 1988), existe pouca documentação no que respeita à investigação sobre a visualização mental em tarefas de força (Guillot et al., 2007).

Apesar de Herbert, Dean, & Gandevia (1998) terem contestado a hipótese de que o treino de visualização mental pode aumentar a força isométrica, outros autores (Cornwall, Buscato, & Barry, 1991; Ranganathan, Siemionow, Liu, Sahgal, & Yue, 2004b; Yue & Cole, 1992) registaram fortes efeitos positivos da visualização mental na força voluntária. Estes resultados

sugerem provas, de um ganho de força de origem neural, que ocorre antes da hipertrofia muscular, podendo conduzir as unidades motoras a uma maior intensidade de contracção e/ou para o recrutamento de unidades motoras que caso contrário permaneceriam inactivas.

Mais recentemente, Folland & Williams (2007), apresentaram a necessidade de uma investigação mais aprofundada nesta área, sugerindo que se podem conseguir aumentos substanciais na força de grandes grupos musculares sem actividade física e independentemente das adaptações morfológicas.

Apesar de todas estas inconsistências, o estudo dos padrões EMG durante a visualização mental, continua a constituir um importante campo de pesquisa, sendo o presente estudo montado para responder às questões da semelhança dos padrões de resposta muscular entre movimentos reais e visualizados e à consequente diferenciação na performance entre movimentos mais cognitivos e mais motores.

O principal resultado deste trabalho consistiu na constatação que a visualização mental do gesto técnico, foi acompanhada por actividade EMG subliminar específica do músculo principal das execuções reais (agonista) mas também do seu antagonista. A análise temporal das execuções reais e visualizadas permitiu também concluir sobre a semelhança dos padrões EMG. Este facto é importante uma vez que até agora a literatura apenas se tem referido a esta semelhança, em execuções com longa duração, sendo que nos movimentos rápidos a duração da execução visualizada é sistematicamente sobrestimada (Guillot & Collet, 2005b).

Os nossos resultados indicam também que o padrão de actividade EMG foi registado nos principais músculos envolvidos na execução física da acção de lançamento, ou seja, o músculo agonista, mas também o antagonista. O agonista cria actividade concêntrica e neste caso a dinâmica do lançamento, enquanto o antagonista age em oposição sobre o eixo da articulação, mostrando actividade excêntrica. Esta tem sido muitas vezes encontrada durante a visualização mental (por exemplo, Bakker et al., 1996; Boschker, 2001; Slade, Landers, & Martin, 2002).

Mais uma vez, a existência no nosso estudo de um padrão fásico de actividade muscular durante a visualização mental, que espelha a actividade muscular real, ressalta a equivalência funcional entre a visualização mental e o desempenho motor. Esta equivalência já foi bem estabelecida no que diz respeito à equivalência funcional central e periférica (Decety et al., 1994; Guillot & Collet, 2005a; Holmes & Collins, 2001; Pfurtscheller & Neuper, 1997), e à equivalência comportamental (temporal) (Guillot & Collet, 2005b).

A verificação de que a actividade EMG registada durante a visualização mental espelha a execução real, e distingue entre diferentes tipos de contracção nas condições reais de execução, dá suporte ao facto que esta actividade tem origem no topo do sistema nervoso central (Cérebro). Além disso, como a actividade EMG na visualização mental tem sido, registada muitas vezes, mas não sempre, (Dickstein, Gazit-Grunwald, Plax, Dunskey, & Marcovitz, 2005), não parece que seja razoável explicar os efeitos da visualização mental na performance motora e na aprendizagem em termos de funcionamento *bottomup* (de baixo para cima) do sistema nervoso (Mulder, Zijlstra, Zijlstra, & Hochstenbach, 2004). Os resultados parecem indicar que é mais plausível explicar os feitos de aprendizagem da visualização mental em termos de um mecanismo *top-down* baseado na activação de uma representação central do movimento do que em termos de um mecanismo periférico, *bottomup*, baseado na activação de músculos (Mulder, Vries, & Zijlstra, 2005). Esta teoria está de acordo com os trabalhos de Jeannerod (1994) e de Bonnet et al.(1997) que afirmam que a actividade EMG residual pode resultar de uma inibição incompleta do comando motor.

Outra das principais conclusões a retirar do nosso estudo, é a de que a capacidade inicial de visualização mental não permite efectuar distinção dos indivíduos, quer em termos das suas performances quer em termos dos seus padrões EMG. Em total acordo com os nossos resultados quanto à não influencia da capacidade de visualização mental sobre os padrões EMG estão Boschker,(2001), B. D. Hale (1982), Guillot et al.(2007) e Jowdy & Harris,(1990) que afirmam que os seus resultados não suportam a hipótese de que os sujeitos que produziam padrões musculares mais específicos, tinham melhor

capacidade de visualização mental do que os que produziam padrões menos específicos de actividade muscular. Já em relação à performance, encontramos mais uma vez resultados distintos. Apesar de a maioria dos estudos apontarem para a existência de diferenças significativas na performance de indivíduos com maior e menor CVM, de entre os quais podemos salientar os estudos de Ryan & Simons (1981, 1982), Goss et al.(1986), Highlen & Bennett (1983) e Orlick & Partington (1988), que confirmaram que os sujeitos com melhor capacidade para visualizar imagens obtinham performances superiores nas diferentes tarefas a que foram submetidos, outros estudos apontam para uma diferenciação relativa, ou seja, por exemplo Ryan & Simons (1981) constataram que esta situação se verificava somente em tarefas cuja natureza era, fundamentalmente cognitiva, deixando de fora as tarefas de natureza mais motora. Por sua vez, o estudo de Goss et al. (1986) revelou, que a maior eficácia dos sujeitos com maiores capacidades de visualização mental se verificava na aquisição de movimentos e não na sua retenção. Estes resultados demonstram assim, que a visualização mental é, antes de mais, uma capacidade que é diferente de atleta para atleta e, mais importante ainda, que pode ser melhorada com a prática. Tal como foi caracterizada antes, a nossa tarefa constitui um elemento que se inclui no grupo dos lançamentos, razão pela qual podemos afirmar que não se trata de uma nova aquisição motora, mas sim da prática de um gesto motor amplamente conhecido. Assim sendo podemos afirmar a nossa concordância com a conclusão de Goss et al. (1986), afirmando que nos que diz respeito à performance em tarefas conhecidas, a CVM não exerce influência.

Por outro lado poderemos questionar se o tipo de treino que foi efectuado pelos sujeitos não terá sido um factor preponderante na obtenção destes resultados não discriminantes. Ao colocarmos indivíduos com diferentes capacidades de visualização mental numa mesma situação de aprendizagem, com uma serie de sessões dedicadas à fase de aprendizagem, e com a prática de exercícios de introdução e desenvolvimento da CVM, poderemos especular sobre os diferentes resultados que estes exercícios produziram e os benefícios que cada indivíduo deles retirou, conduzindo eventualmente à redução da

diferença entre indivíduos com maior e menor CVM por maior benefício dos indivíduos com menor CVM nessa fase inicial do processo de treino. Nas fases de aquisição e prática os indivíduos estariam já em níveis mais próximos.

CAPÍTULO V
CONCLUSÕES

1. CONCLUSÕES

Com este trabalho propusemo-nos a estudar questões que tem constituído para nós elementos fundamentais na prática da Psicologia do Desporto. Assim, e em primeiro lugar, pretendemos, através do uso de técnicas electromiográficas, demonstrar a eficácia da visualização mental na prática desportiva.

Da mesma forma, pretendemos verificar qual a influência da capacidade de visualização mental, sobre o padrão electromiográfico, e se indivíduos com maior capacidade geram padrões mais aproximados dos padrões dos movimentos reais. Verificamos também possíveis diferenças no comportamento dos perfis EMG antes e depois da aplicação de um programa de treino mental, e sua implicação na execução de duas tarefas de natureza distinta.

O principal resultado deste trabalho consistiu na constatação que a visualização mental do gesto técnico, foi acompanhada por actividade EMG subliminar específica do músculo principal das execuções reais (agonista) mas também do seu antagonista.

A análise temporal das execuções reais e visualizadas permitiu também concluir sobre a semelhança dos padrões EMG.

Os nossos resultados indicam também que o padrão de actividade EMG foi registado nos principais músculos envolvidos na execução física da acção de lançamento, ou seja, o músculo agonista, mas também o antagonista.

Mais uma vez, a existência no nosso estudo de um padrão fásico de actividade muscular durante a visualização mental, que espelha a actividade muscular real, ressalta a equivalência funcional entre a visualização mental e o desempenho motor.

Outra das principais conclusões a retirar do nosso estudo, é a de que a capacidade inicial de visualização mental não permite efectuar distinção dos indivíduos quer em termos das suas performances quer em termos dos seus padrões EMG.

A um nível mais específico podemos concluir o seguinte:

i) Da comparação dos padrões dos registos electromiográficos entre LR e LV, destacamos a existência de dados contraditórios nos vários parâmetros analisados. Na análise por inspecção visual, conclui-se pela existência de actividade EMG coincidente no tempo e na forma entre LR e LV.

Constatamos que os valores das ondas de acção do músculo ANT representam aproximadamente 1/3 dos valores de AG e que estes valores correspondem às expectativas relativas às suas funções.

Relativamente à análise do parâmetro pico máximo, salientamos o facto de no grupo experimental se ter registado uma aproximação entre LR e LV de alguns dos parâmetros analisados no pós teste. Uma vez que esta situação não se registava no pré teste, parece indicar que o TVM conduziu a uma aproximação do padrão deste parâmetro após o TVM.

Em relação ao integral EMG, de uma situação no pré teste, em que os valores de LR e LV são distintos em ambos os grupos, verificamos que o grupo experimental, mais uma vez representa uma aproximação dos comportamentos de LR e LV após o TVM.

A variável DIF por sua vez apresenta resultados mais inconclusivos, no entanto, o conjunto dos resultados verificados no pós teste, face ao pré teste, parece mais uma vez indicar que existe uma aproximação do padrão EMG entre LR e LV no grupo que foi sujeito ao TVM.

Já o último parâmetro analisado (comparação das curvas EMG) apresenta indicações que vão no mesmo sentido dos anteriores, uma vez que no pós teste do grupo experimental se verifica a existência de correlações lineares positivas entre LR e LV em ambos os músculos, e simultaneamente não existem diferenças significativas entre LR e LV. Uma vez que no pré teste existiam diferenças significativas entre as médias das diferenças emparelhadas, em pelo menos um músculo, a evolução registada deve-se possivelmente ao treino de visualização mental.

A semelhança verificada na análise visual dos padrões EMG entre LR e LV (depois de muito ampliada) permite-nos concluir sobre a equivalência funcional destes registos. Já os valores das componentes eletromiográficas específicas que foram apresentados não permitem concluir de forma definitiva

sobre a não equivalência entre LR e LV uma vez que os resultados não eram inequívocos. No entanto permitiram concluir sobre a eficácia da visualização mental, uma vez que os resultados entre LR e LV eram mais aproximados (menos diferenças significativas e correlações superiores) após o treino de visualização mental. Desta forma concluímos pela existência de padrões EMG semelhantes entre os lançamentos reais e visualizados, sendo esta semelhança reforçada após a realização de treino de visualização mental.

ii) Após a análise dos padrões EMG dos movimentos visualizados no pré e no pós teste, verificamos que as diferenças entre pré e pós teste nem sempre são claras. O facto de as três variáveis que constituem parâmetros específicos da análise EMG (pico máximo, iEMG e DIF), apresentarem ausência de correlação entre as avaliações pré e pós teste em ambos os grupos contrasta com a quarta variável que analisámos (comparação das curvas EMG entre pré e pós teste - reflecte a totalidade do movimento), onde verificámos a existência de correlações significativas e de uma forte linearidade positiva entre todos os pares em análise. Esta última variável, parece-nos de facto um indicador muito mais potente do que os parâmetros específicos, que apenas analisam valores pontuais, que embora sejam indicadores importantes, perdem relevância face à totalidade do movimento.

A análise de regressão destes últimos valores, indica-nos que o TVM explicou assim 59% da acção muscular do AG e 29% do ANT durante a visualização mental do pós teste.

iii) Apesar de encontrarmos uma diferença significativa no valor do integral e de na maioria dos restantes indicadores os valores dos subgrupos com maior CVM serem superiores aos subgrupos com menor CVM, não podemos falar da existência de diferenças na análise dos padrões EMG de indivíduos com maior e menor capacidade de visualização mental, pelo que se verifica que neste caso, o TVM não provocou diferenças significativas nos padrões EMG. Salientamos no entanto a tendência para os indivíduos com maior CVM apresentarem valores de actividade EMG ligeiramente superiores aos indivíduos com menor CVM. Esta maior actividade está patente no valor superior de pico máximo e do iEMG em três dos quatro subgrupos em análise.

iv) A análise do conjunto de variáveis relativas à influência do TVM na performance de tarefas de natureza distinta permite-nos concluir que a performance em geral (tarefas +cognitivas e +motoras) é influenciada positivamente pelo treino de visualização mental, ou seja, o Treino de visualização mental, sem prática física, permitiu melhorar a performance independentemente da natureza da tarefa.

Esta influência é superior no caso das tarefas mais cognitivas, visto que apenas o grupo com este tipo de tarefa, apresentou avaliações significativamente diferentes nos dois momentos de avaliação (superiores após o TVM).

v) Em relação à análise da influência da CVM em função da natureza da tarefa, verifica-se que apesar de os indivíduos com maior Capacidade de visualização mental apresentarem de forma consistente, resultados de performance ligeiramente superiores aos indivíduos com menor capacidade de visualização mental, esta variação não é significativa em nenhum dos grupos considerados, de onde se conclui que a capacidade de visualização mental não influencia diferentemente a performance nas tarefas consideradas.

Esta conclusão também é suportada pelos resultados relativos à análise dos padrões EMG, onde também se verifica que a capacidade inicial de visualização mental não constitui factor de distinção dos indivíduos deste estudo.

Os resultados que conduziram a estas conclusões, permitem também concluir sobre a adequação do programa de treino de visualização mental. Assim, concluímos que, uma vez que o programa de treino de visualização mental incluiu várias sessões de treino relativas à fase de educação, esse facto, terá possivelmente permitido aos indivíduos com menor CVM inicial ganhar competências, e recuperar alguma da distância que os separava dos indivíduos com maior CVM. Desta forma, as fases que se seguiram (fase de aquisição e fase prática), influenciaram de igual forma a maioria dos sujeitos, conduzindo à não distinção dos resultados e dos parâmetros electromiográficos.

2. RECOMENDAÇÕES

O papel determinante que a visualização mental ocupa no campo desportivo, e em especial na área da psicologia do desporto, justifica por si o desenvolvimento de estudos, contribuindo assim para o crescente conhecimento nesta linha de investigação. A realização do presente trabalho consiste em mais um impulso dado no sentido da busca da performance e do atleta perfeitos, neste caso através da utilização da técnica de visualização mental. Na sequência dos resultados deste estudo, sugerimos algumas pistas orientadoras para o prosseguimento desta linha de investigação.

Em futuros trabalhos, pensamos ser importante a análise da influência que o próprio programa de treino mental pode ter sobre os diferentes indivíduos. Assim consideramos que o protocolo do programa de visualização mental, ou seja, a prática regular de colocar todos os indivíduos no mesmo programa de treinos e começa-lo numa fase de aprendizagem, poderá induzir a uma igualdade de capacidades, forçada por um maior aproveitamento dos indivíduos com menor capacidade inicial. Desta forma, as fases subsequentes terão os mesmos efeitos em todos os indivíduos impossibilitando uma análise mais clara sobre a influência da capacidade inicial de visualização mental sobre os resultados. Pensamos que para uma análise deste género, será necessário efectuar um programa de visualização mental que apenas contenha fase de prática.

Outra interrogação, prende-se com a necessidade de averiguar se os mecanismos de regulação identificados neste estudo podem ser condicionados pela experiência motora dos sujeitos. Assim, seguindo a mesma linha do presente estudo, sugere-se a comparação de indivíduos especialistas na acção motora específica (*expertise*), com outros que embora experientes em outras práticas, não o fossem na tarefa seleccionada (*novice* e/ou sem experiência na tarefa).

Urge a necessidade de desenvolver mecanismo associados à sincronização dos sinais de EMG relativos à visualização mental, para que esta possa ser utilizada como um procedimento standard e não constituir em si

mesmo um dos elementos centrais dos estudos. Pensamos que a busca de uma solução mais simples para esta questão merece uma referencia em jeito de recomendação.

A análise de tarefas mais complexas, e acima de tudo com características temporais mais prolongadas, é outra área de interesse, uma vez que poderá aumentar o conhecimento sobre a dinâmica da visualização mental, nomeadamente ao nível das coordenações intermusculares e das diferentes participações neuromusculares. Da mesma forma sugere-se a utilização e análise de movimento pluriarticulares onde será possível verificar a totalidade da cadeia cinética.

Consideramos ser importante continuar a averiguar o papel mediador da variável natureza da tarefa, ou seja examinar a influência do Treino de Visualização Mental na performance de tarefas mais cognitivas e mais motoras, uma vez que os nossos resultados são conclusivos, mas ainda subsistem dúvidas em relação a este aspecto, pois os estudos realizados apresentam conclusões contraditórias. Não é ainda clara a influência da natureza da tarefa na performance.

CAPÍTULO VI

BIBLIOGRAFIA

- Abernethy, B. (2003). Learnin from the experts: practice activities of expert decision makers in sport. (Psychology). *Research Quarterly for Exercise and Sport*.
- Acierno, S. P., Baratta, R. V., & Solomonow, M. (1998). *A practical guide to electromyography*. Paper presented at the Gait and Clinical Movement Analysis Conference, San Diego-Louisiana.
- Adams, J. A. (1971). A closed-loop theory of motor learning. *Journal of motor behavior*, 3, 111 - 150.
- Aderman, D., Bryant, F. B., & Domelsmith, D. E. (1978). Prediction as a means of inducing tolerance. *Journal of Research in Personality*(12), 172-178.
- Alves, J. (1995). *Inteligência e Velocidade de Processamento da Informação*. Lisboa: Edições FMH.
- Alves, J. (2001). Visualização Mental. ESDRM-IPS.
- Alves, J., Belga, P., & Brito, A. P. (1999). *Mental Training and Motor Learning in Volleyball*. Paper presented at the 10th European Congress of Sport Psychology - Psychology of Sport and Exercise: Enhancing the Quality of Life, Prague.
- Alves, J., Brito, A. P., & Serpa, S. (1996). *Psicologia do Desporto - Manual do Treinador*. Lisboa: Psicosport.
- Alves, J., Farinha, A., Jerónimo, H., Paulos, J., Ribeiro, A., Ribeiro, H., et al. (1997). *Mental Training in Motor Learning*. Paper presented at the IX World Congress of Sport Psychology- Innovations in Sport Psychology: Linking Theory and Practice, , Israel.
- Alves, J., Gomes, L., & Passarinho, J. (1999). *Imagery in Basketball - Contribution to Free Throw Accuracy*. Paper presented at the Psychology of Sport and Exercise: Enhancing the Quality of Life. Xth European Congress of Sport Psychology, Prague.
- Alvoeiro, J. (1997). *The Triple Code Model as a Theoretical Explanation of the Effects of Active Mental Practice in Motor Skills Performance*. Unpublished Tese submetida para a obtenção do grau de Doutor em Filosofia.
- Antonelli, F., & Salvini, A. (1978). *Psicologia del Desporte*. Roma: Editorial Miñon.
- Araújo, D., & Serpa, S. (1999). Tomada de decisão de velejadores de alta competição. *Ludens*, 16(1), 37-45.
- Ashen, A. (1984). ISM: The triple-code model for imagery and psychophysiology. *Journal of Mental Imagery*, 8, 15-42.
- Atienza, F., & Balaguer, I. (1994). La practica imaginada. In I. Balaguer (Ed.), *Entrenamiento psicológico en el deporte*. Valencia: Albatros Educación.

- Bakker, F. C., Boschker, M. S., & Chung, T. (1996). Changes in muscular activity while imagining weight lifting using stimulus or response propositions. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 18, 313-324.
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: Toward a unifying theory of behavioral change. *Psychological Review*(84), 191-215.
- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy: The exercise of control*. New York: Freeman & Company.
- Basmajian, J. V., & DeLuca, C. (Eds.). (1985). *Muscles Alive: Their Functions Revealed by Electromyography* (5 ed.). Baltimore, Md: Williams & Wilkins.
- Berardelli, A., Hallett, M., Rothwell, J. C., Agostino, R., Manfredi, M., Thompson, P. D., et al. (1996). Singlejoint rapid arm movements in normal subjects and in patients with motor disorders. *Brain*, 119, 661-674.
- Bernstein, N. (1967). *The co-ordination and regulation of movements*. London: Pergamon Press.
- Bird, E. I. (1984). EMG quantification of mental rehearsal. *Perceptual and Motor Skills*, 59, 899-906.
- Blair, A., Hall, C., & Leyshon, G. (1993). Imagery effects on the performance of skilled and novice soccer players. *Journal of Sports Sciences*, 11(2).
- Bonnet, M., Decety, J., Jeannerod, M., & Requin, J. (1997). Mental simulation of an action modulates the excitability of spinal reflex pathways in man. *Cognitive Brain Research*, 5(3), 221-228.
- Boschker, M. (2001). *Action-based imagery: On the nature of mentally imagined motor actions*: PrintPartners Ipskamp.
- Brito, A. P. (2002). *Psicologia do Desporto*. Loulé: Instituto Superior D. Afonso III.
- Brown, S. H., & Cooke, J. D. (1981). Amplitude- and instruction-dependent modulation of movement-related electromyogram activity in humans. *Journal of Physiology*(316), 97-107.
- Brown, S. H., & Cooke, J. D. (1990). Movement-related phasic muscle activation. I. Relations with temporal profile of movement. *Journal of Neurophysiology*, 63, 455-464.
- Budney, A. J., Murphy, S. M., & Woolfolk, R. L. (1994). Imagery and motor performance: What do we really know? In A. Sheikh & E. Korn (Eds.), *Imagery in sports and physical performance*. Amityville, NY: Baywood Publishing Compagny.
- Bump, L. (1989). *Sport Psychology. Study Guide*. Campaign, IL: Human Kinetics.

- Burden, A., & Bartlett, R. (1999). Normalisation of EMG amplitude: an evaluation and comparison of old and new methods. *Medical Engineering & Physics*, 21, 247-257.
- Cacioppo, J. T., Marshall-Goodell, B., & Dorfman, D. D. (1983). Skeletal muscular patterning: Topographical analysis of the integrated electromyogram. *Psychophysiology*, 20, 269-283.
- Christina, R., & Corcos, D. (1988). *Coaches guide to teaching sport skills*. Champaign IL: Human Kinetics.
- Clarys, J. (1994). Electrology and localized electrization revisited. *Electromyography and Kinesiology*, 4, 5-14.
- Clarys, J., & Cabri, J. (1993). Electromyography and the study of sport movements: a review. *Journal of Sport Sciences*, 11(5), 379-448.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973a). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W. G. Chase (Ed.), *Visual information processing* (pp. 75-176). New York: Academic Press.
- Cooper, L. A., & Shepard, R. N. (1973b). The time required to prepare for a rotated stimulus. *Memory & Cognition*, 1, 246-250.
- Corbin, C. B. (1972). Mental practice. In W. P. Morgan (Ed.), *Ergogenic Aids and Muscular Performance*. New York: Academic Press.
- Corcos, D. M., Jaric, S., Agarwal, G. C., & Gottlieb, G. L. (1993). Principles for learning single-joint movements.I. Enhanced performance by practice. *Experimental Brain Research*, 94, 499-513.
- Cornwall, M. W., Buscato, M. P., & Barry, S. (1991). Effect of mental practice on isometric muscular strength. *Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy* 13, 231-234.
- Courneya, K. S., & Chelladurai, P. (1991). A model of performance measures in baseball. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 13, 16-25.
- Cratty, B. (1984). *Psicologia no Esporte*. Rio de Janeiro: Prentice-Hall.
- Cunnington, R., Iansek, R., Bradshaw, J. L., & Phillips, J. G. (1996). Movement-related potentials associated with movement preparation and motor imagery. *Experimental Brain Research*, 111(3), 429-436.
- De Luca, C. J. (1997). The Use of Surface Electromyography in Biomechanics. *Jornal Of Applied Biomechanics*, 13, 135-163.
- De Luca, G. (2003). Fundamental Concepts in EMG Signal Acquisition [Electronic Version]. Retrieved 23-04-07,
- Decety, J. (1996). Do imagined and executed actions share the same neural substrate ? *Cognitive Brain Research*, 3, 87-93.

- Decety, J., Jeannerod, M., Durozard, D., & Baverel, G. (1993). Central activation of autonomic effectors during mental simulation of motor actions in man. *J Physiol*, 461(1), 549-563.
- Decety, J., Perani, D., Jeannerod, M., Bettinardi, V., Tadary, B., Woods, R., et al. (1994). Mapping motor representations with positron emission tomography. *Nature*, 371(6498), 600-602.
- Deiber, M.-P., Ibañez, V., Honda, M., Sadato, N., Raman, R., & Hallett, M. (1998). Cerebral Processes Related to Visuomotor Imagery and Generation of Simple Finger Movements Studied with Positron Emission Tomography. *Neuroimage*, 7(2), 73-85.
- Dickstein, R., Gazit-Grunwald, M., Plax, M., Dunskey, A., & Marcovitz, E. (2005). EMG activity in selected target muscles during imagery rising on tiptoes in healthy adults and poststroke hemiparetic patients. *Journal of Motor Behavior*, 37(6), 475-483.
- Driskell, J. E., Copper, C., & Moran, A. (1994). Does mental practice enhance performance? *Journal of Applied Psychology*, 79, 481-492.
- Droulez, J., & Berthoz, A. (1986). Servo-controlled (conservative) versus topological (projective) mode of sensory motor control. In W. Bles & T. Brandt (Eds.), *Disorders of posture and gait* (pp. 83-97). Amsterdam: Elsevier Science Publishers.
- Duclos, Y., Schmied, A., Burle, B., Burnet, H., & Rossi-Durand, C. (2008). Anticipatory changes in human motoneuron discharge patterns during motor preparation. *The Journal of Physiology*, 586(4), 1017-1028.
- Eberspächer, H. (1995). *Entrenamiento Mental. Un Manual para Entrenadores y Deportistas*. Zaragoza: INDE Publ.
- Feltz, D., & Landers, D. (1983). The Effects of Mental Practice on Motor Skill Learning and Performance: A Meta-Analysis. *Journal of Sport Psychology*, 5, 25-57.
- Feltz, D., Landers, D., & Becker, B. (1988). A Revised Meta-analysis of the Mental Practice Literature on Motor Skill Learning. Enhancing Human Performance: Issues, Theories, and Techniques, . In C. o. B. a. S. S. a. Education (Ed.), (pp. 249-314): NAP.
- Fialho, S., Silva, C., Borrego, C., & Cid, L. (2008). A Visualização Mental na reabilitação de atletas de Competição. ESDRM.
- Flament, D., Shapiro, M. B., Kempf, T., & Corcos, D. M. (1999). Time course and temporal order of changes in movement kinematics during learning of fast and accurate elbow flexions. *Experimental Brain Research*, 129, 441-450.
- Folland, J. P., & Williams, A. G. (2007). The Adaptations to Strength Training: Morphological and Neurological Contributions to Increased Strength. *Sports Medicine*, 37(2), 145-168.

- Fuglevand, A. J., Winter, D. A., Patla, A. E., & Stashuk, D. (1992). Detection of motor unit action potentials with surface electrodes: influence of electrode size and spacing. *Biol. Cybern*(67), 143-153.
- Fuglevand, A. J., Zackowski, K. M., Huey, K. A., & Enoka, R. M. (1993). Impairment of neuromuscular propagation during human fatiguing contractions at submaximal forces. *J. Physiol.*(460), 549-572.
- Gandevia, S. C., Wilson, L. R., Inglis, J. T., & Burke, D. (1997). Mental rehearsal of motor tasks recruits alpha-motoneurons but fails to recruit human fusimotor neurons selectively. *The Journal of Physiology*, 505(1), 259-266.
- Gentili, R., Papaxanthis, C., & Pozzo, T. (2006). Improvement and generalization of arm motor performance through motor imagery practice. *Neuroscience*, 137(3), 761-772.
- Gerleman, D. G., & Cook, T. M. (1992). Instrumentation. In G. L. Soderberg (Ed.), *Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives*: US Dept of Health and Human Services, Public Health Service.
- Glisky, M., Williams, J. M., & Kihlstrom, J. F. (1996). Internal and external mental imagery perspectives and performance on two tasks [Electronic Version]. *Journal of Sport Behavior*, 19 (1), 3-18. Retrieved 11-07-2001, from <http://spider.apa.org/plweb/cgi/psychitc.pl>
- Godinho, M., Mendes, R., Melo, F., & Barreiros, J. (1999). *Controlo Motor e Aprendizagem: Fundamentos e Aplicações*. Lisboa: FMH.
- Gomes, L. (1998). *A imagética no Basquetebol: Contributo para a eficácia no lance livre*. Unpublished Mestrado, FMH-UTL, Lisboa.
- Goss, S., Hall, C., Buckolz, E., & Fishburn, G. (1986). Imagery Ability and the Acquisition and retention of movements. *Memory and Cognition*, 14, 469-477.
- Gottlieb, G. L., Corcos, D. M., & Agarwal, G. C. (1989). Organizing principles for single-joint movements. I. A speed-insensitive strategy. *Journal of Neurophysiology*, 62, 342-357.
- Gould, D., & Damarjian, N. (1996). Imagery training for peak performance. In J. L. Raalte & B. W. Brewer (Eds.), *Exploring sport and exercise psychology*. Washington, DC: American Psychological Association.
- Gregory, W. L., Cialdini, R. B., & Carpenter, K. M. (1982). Self-relevant scenarios as mediators of likelihood estimates and compliance: Does imagining make it so. *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, 89-99.
- Guillot, A., & Collet, C. (2005a). Contribution from neurophysiological and psychological methods to the study of motor imagery. *Brain Research Reviews*, 50(2), 387-397.

- Guillot, A., & Collet, C. (2005b). Duration of mentally simulated movement: a review. *Journal of Motor Behavior*, 37(1), 10-20.
- Guillot, A., Lebon, F., Rouffet, D., Champely, S., Doyon, J., & Collet, C. (2007). Muscular responses during motor imagery as a function of muscle contraction types. *International Journal of Psychophysiology*, 66, 18-27.
- Hale, B. D. (1982). The effects of internal and external imagery on muscular and ocular concomitants. *Journal of Sport Psychology*, 4, 379-387.
- Hale, B. S., Raglin, J. S., & Koceja, D. M. (2003). Effect of mental imagery of a motor task on the Hoffmann reflex. *Behavioural Brain Research*, 142(1-2), 81-87.
- Hall, C. R., Buckolz, E., & Fishburne, G. (1989). Searching for Relations Between Imagery Ability and Memory of Movements. *Journal of Human Movement Studies*, 17, 89-100.
- Hall, C. R., & Pongrac, J. (1983). *Movement imagery questionnaire*. London, Canada: Faculty of Physical Education, University of Western Ontario.
- Hall, C. R., Pongrac, J., & Buckholz, E. (1985). The measurement of imagery ability. *Human Movement Science*(4), 107-118.
- Hallett, M., & Marsden, C. D. (1979). Ballistic flexion of the human thumb. *Journal of Physiology*, 294, 33-50.
- Harris, D. V., & Robinson, W. J. (1986). The effects of skill level on EMG activity during internal and external imagery. *Journal of Sport Psychology*, 8, 105-111.
- Hashimoto, R., & Rothwell, J. C. (1999). Dynamic changes in corticospinal excitability during motor imagery. *Experimental Brain Research*, 125(1), 75-81.
- Herbert, R. D., Dean, C., & Gandevia, S. C. (1998). Effects of real and imagined training on voluntary muscle activation during maximal isometric contractions. *Acta Physiologica Scandinavica*, 163(4), 361-368.
- Hermens, H. J., & Freriks, B. (1997). *The state of the art on sensors and sensor placement procedures for surface electromyography: a proposal for sensor placement procedures*. Retrieved from.
- Hermens, H. J., Freriks, B., Disselhorst-Klug, C., & Rau, G. (2000). Development of recommendations for SEMG sensors and sensor placement procedures. *Journal of Electromyography and Kinesiology*(10), 361-374.
- Heyman, S. R. (1984). Cognitive interventions: Theories, applications, and cautions. In W. F. S. J. M. Williams (Ed.), *Cognitive sport psychology* (pp. 289-303). Lansing, NY: Sport Science Associates.

- Highlen, P. S., & Bennet, B. B. (1983). Elite divers and wrestlers: A comparison between open and closed-skill athletes. *Journal of Sport Psychology*, 5, 390-409.
- Hird, J. S., Landers, D. M., Thomas, J. R., & Horan, J. J. (1991). Physical practice is superior to mental practice in enhancing cognitive and motor task performance. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 13(3), 281 - 293.
- Hobart, D. J., & Vorro, J. R. (1974). Electromyographical analysis of the intermittent modifications occurring during the acquisition of a novel throwing skill. In R. C. Nelson & C. A. Morehouse (Eds.), *International Series on Biomechanics* (Vol. Biomechanics IV, pp. 559-566). Baltimore: University Park Press.
- Hobart, D. J., Vorro, J. R., & Dotson, C. O. (1978). Synchronized myoelectric and cinematographic analysis of skill acquisition. *Journal of Human Movement Studies*(4), 155-166.
- Holmes, P. S., & Collins, D. J. (2001). The PETTLEP Approach to Motor Imagery: A Functional Equivalence Model for Sport Psychologists. *Journal of Applied Sport Psychology*, 13(1), 60-83.
- Isabelle, K., Anne-Lise, P., Jean-Baptiste, P., Stephen, M. K., & Denis Le, B. (2000). Transient Activity in the Human Calcarine Cortex During Visual-Mental Imagery: An Event-Related fMRI Study. *J. Cognitive Neuroscience*, 12(Supplement 2), 15-23.
- Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards, C., & Doyon, J. (2001). Potential role of mental practice using motor imagery in neurologic rehabilitation. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*, 82(8), 1133-1141.
- Jackson, P. L., Lafleur, M. F., Malouin, F., Richards, C. L., & Doyon, J. (2003). Functional cerebral reorganization following motor sequence learning through mental practice with motor imagery. *NeuroImage*, 20, 1171-1180.
- Jacobson, E. (1931). Electrical measurements of neuromuscular states during mental activities. *American Journal of Physiology*, 96, 115-121.
- Jacobson, E. (1932). Electrophysiology of mental activities. *American Journal of Psychology*, 44, 677-694.
- Jami, L. (1992). Golgi tendon organs in mammalian skeletal muscle: functional properties and central actions. *Physiol. Rev.*, 72(3), 623-666.
- Jaric, S., Corcos, D. M., Agarwal, G. C., & Gottlieb, G. L. (1993). Principles for learning single-joint movements.II. Generalizing a learned behavior. *Experimental Brain Research*, 94, 514-521.

- Jeannerod, M. (1994). The representing brain: neural correlates of motor intention and imagery. *Behavioral and Brain Sciences*, 17(2), 187-202.
- Jeannerod, M. (1995). Mental Imagery in the Motor Context. *Neuropsychologia*, 33, 1419-1432.
- Jeannerod, M., & Frak, V. G. (1999). Mental simulation of action in human subjects. *Current Opinions in Neurobiology*, 9, 735-739.
- Johnson, P. (1982). The functional equivalence of imagery and movement. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 34A, 349-365.
- Jowdy, D. P., & Harris, D. V. (1990). Muscular responses during mental imagery as a function of motor skill level. *Journal of Sport and Exercise Psychology*, 12, 191 - 201.
- Kadaba, M. P., Ramakrishnan, H. K., Wootten, M. E., Gainey, J., Gorton, G., & Cochran, G. V. B. (1989). Repeatability of kinematic, kinetic, and electromyographic data in normal adult gait. *Journal of Orthopaedic Research - Elsevier* (7), 849-860.
- Kamon, E., & Gormley, J. (1968). Muscular activity pattern for skilled performance and during learning of a horizontal bar exercise. *Ergonomics*, 11, 345-357.
- Kearney, A. J. J. (1976). A comparison of systematic desensitization and covert positive reinforcement in the treatment of fear of laboratory rats. *Dissertation Abstracts International*(37), 809A.
- Kempf, T., Corcos, D. M., & Flament, D. (2001). Time course and temporal order of changes in movement kinematics during motor learning: Effect of joint and instruction. *Experimental Brain Research*, 136, 295-302.
- Kleissen, R. F. M., Burke, J. H., Harlaar, J., & Zilvold, G. (1998). Electromyography in the biomechanical analysis of human movement and its clinical application. *Gait and Posture*, 8, 143-158.
- Knutsson, E., & Richards, C. (1979). Different types of disturbed motor control in gait of hemiparetic patients. *Brain*(102), 405- 430.
- Kohl, R. M., & Roenker, D. L. (1983). Mechanisms involvement during skill imagery. *Journal of Motor Behaviour*, 15, 179- 190.
- Kosslyn, S. M. (1980). *Image and Mind*. Cambridge: MA: Harvard University Press.
- Kosslyn, S. M. (1994). *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge: MIT Press.
- Lafleur, M. F., Jackson, P. L., Malouin, F., Richards, C. L., Evans, A. C., & Doyon, J. (2002). Motor Learning Produces Parallel Dynamic

- Functional Changes during the Execution and Imagination of Sequential Foot Movements *NeuroImage*, 16(1), 142-157.
- Lamb, R., & Hobart, D. (1992). Anatomic and Physiologic Basis for Surface Electromyography. In Gary L. Soderberg (Ed.), *Selected topics in surface electromyography for use in the occupational setting: Expert perspectives* (pp. 5-22): U.S. Department of health and human services.
- Lang, P. J. (1979). A Bio-Informational Theory of Emotional Imagery. *Psychophysiology*, 16(6), 495 - 512.
- Lawrence, J. H., & DeLuca, C. J. (1983). Myoelectric signal versus force relationship in different human muscles. *Journal of Applied Physiology*, 54, 1653-1659.
- Lay, B. S., Sparrow, W. A., Hughes, K. M., & O'Dwyer, N. J. (2002). Practice effects on coordination and control, metabolic energy expenditure, and muscle activation. *Human Movement Science*, 21(5-6), 807-830.
- Lay, B. S., Sparrow, W. A., & O'Dwyer, N. J. (2005). The metabolic and cognitive energy costs of stabilising a high-energy interlimb coordination task. *Human Movement Science*, 24(5-6), 833-848.
- LeVeau, B., & Andersson, G. B. J. (1992). Output Forms: Data Analysis and Applications. In G. L. Soderberg (Ed.), *Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives* (pp. 69-102): US Dept of Health and Human Services, Public Health Service.
- Li, S., Kamper, D. G., Stevens, J. A., & Rymer, W. Z. (2004). The effect of motor imagery on spinal segmental excitability. *The Journal of Neuroscience*, 24, 9674-9680.
- Lotze, M., Montoya, P., Erb, M., Hulsmann, E., Flor, H., Klose, U., et al. (1999). Activation of Cortical and Cerebellar Motor Areas during Executed and Imagined Hand Movements: An fMRI Study. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 11(5), 491-501.
- Ludwig, D. A. (1982). EMG changes during acquisition of a motor skill. *Am J Phys Med*(61), 229-243.
- Luttgens, K., & Hamilton, N. (1997). *Kinesiology: Scientific Basis of Human Motion* (9 ed.). Madison, WI: Brown & Benchmark.
- MacKinnon, C. D., & Rothwell, J. C. (2000). Time-varying changes in corticospinal excitability accompanying the triphasic EMG pattern in humans. *Journal of Physiology*, 528, 633-645.
- Mahoney, M. J., & Avenet, M. (1977). Psychology of the elite athlete: An exploratory study. *Cognitive Therapy and Research*, 1, 135-141.

- Marchetti, P. H., & Duarte, M. (2006). Instrumentação em Eletromiografia.
- Martens, R. (1987). *Coaches Guide to Sport Psychology*.ampaign, IL: Human Kinetics Pub.
- McDonald's, J. H. (2007). *Handbook of Biological Statistics*. from <http://udel.edu/~mcdonald/statpaired.html>.
- McGrain, P. (1980). Trends in selected kinematic and myoelectric variables associated with learning a novel motor task. *Res Q Exerc Sport* (51), 509-520.
- Meichenbaum, D. (1977). *Cognitive behavior modification: An integrative approach*. New York, NY: Plenum.
- Mellah, S., Rispal-Adel, L., & Riviere, G. (1990). Changes in excitability of motor units during preparation for movement. *Experimental Brain Research*, 82(1), 178-186.
- Mellet, E., Petit, L., Mazoyer, B., Denis, M., & Tzourio, N. (1998). Reopening the Mental Imagery Debate: Lessons from Functional Anatomy. *Neuroimage*, 8, 129-139.
- Mellet, E., Tzourio-mazoyer, N., Bricogne, S., Mazoyer, B., Kosslyn, S. M., & Denis, M. (2000). Functional Anatomy of High-Resolution Visual Mental Imagery. *J. Cognitive Neuroscience*, 12(1), 98-109.
- Merletti, R. (1997). Standards for reporting EMG data. *Journal of Electromyography and Kinesiology*(7), I-II.
- Merletti, R., & Parker, P. (2004). *Electromyography: Physiology, engineering and noninvasive applications*: Wiley-IEEE Press.
- Mills, K. R., & Kimiskidis, V. (1996). Motor cortex excitability during ballistic forearm and finger movements. *Muscle and Nerve*, 19, 468-473.
- Moore, S. P., & Marteniuk, R. G. (1986). Kinematic and electromyographic changes that occur as a function of learning a time constrained task. *Journal of Motor Behavior*, 18, 397-426.
- Morris, T., Spittle, M., & Watt, A. P. (2005). *Imagery in Sport*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Mulder, T., Vries, S. d., & Zijlstra, S. (2005). Observation, imagination and execution of an effortful movement: more evidence for a central explanation of motor imagery
Journal Experimental Brain Research 163(3).
- Mulder, T., Zijlstra, S., Zijlstra, W., & Hochstenbach, J. (2004). The role of motor imagery in learning a totally novel movement. *Experimental Brain Research*, 154, 211-217.

- Munroe-Chandler, K. J., Hall, C. R., Fishburne, G. J., & Shannon, V. (2005). Using cognitive general imagery to improve soccer strategies. *European Journal of Sport Science*, 5(1), 41-49.
- Munroe, K., Giacobbi, P., Hall, C., & Weinberg, R. (2000). The Four Ws of Imagery Use: Where, When, Why, and What. *The Sport Psychologist*, 14, 119-137.
- Murphy, S. M., & Jowdy, D. P. (1992). Imagery and mental practice. In T. S. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology*. Champaign, IL: Human Kinetics.
- Murphy, S. M., Jowdy, D. P., & Durtschi, S. (1990). Report on the United States Olympic Committee survey on imagery use in sport.' Colorado Springs, CO: US Olympic Training Center.
- Murphy, S. M., Nordin, S., & Cumming, J. (2006). Imagery in Sport, Exercise and Dance. In T. Horn (Ed.), *Advances in sport psychology* (3 ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Naito, E., Kochiyama, T., Kitada, R., Nakamura, S., Matsumura, M., Yonekura, Y., et al. (2002). Internally Simulated Movement Sensations during Motor Imagery Activate Cortical Motor Areas and the Cerebellum. *J. Neurosci.*, 22(9), 3683-3691.
- Orlick, T. (2000). *In Pursuit of Excellence: How to Win in Sport and Life Through Mental Training*. Champaign, IL: Leisure Press.
- Orlick, T., & Partington, J. (1988). Mental links to excellence. *The Sport Psychologist*, 2(2), 105-130.
- Östlund, N., Yu, J., & J. Karlsson, S. (2006). Adaptive spatio-temporal filtering of multichannel surface EMG signals. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 44(3), 209-215.
- Pachella, R. (1974). The interpretation of reaction time in information-processing research. In B. H. Kantowitz (Ed.), *Human Information Processing: Tutorials in Performance and Cognition* (pp. 41-82).
- Paivio, A. (1969). Mental Imagery in associative learning and memory. *Psychological Review*, 76(3), 241-263.
- Paivio, A. (1971). *Imagery and verbal processes*. New York: Holt, Rinehart, & Winston.
- Paivio, A. (1986). *Mental representations: A dual-coding approach*. New York: Oxford University Press.
- Palmi, J. (1999). Apontamentos da cadeira de treino psicológico. FMH.
- Passos, P., & Araújo, D. (1999). Treino psicológico: Imaginação como uma capacidade poderosa. *Treino Desportivo*, 7(2), 30-38.
- Patton, N. J., & Mortensen, O. A. (1971). An electromyographic study of reciprocal activity of muscles. *Anatomical Records*, 170(3), 255-268.

- Pestana, M. H., & Gageiro, J. N. (2005). *Análise de Dados Para Ciências Sociais - A complementariedade do SPSS* (4 ed.). Lisboa: Silabo.
- Pezarat-Correia, P. (1994). *Coordenação muscular em movimentos balísticos*. Unpublished Dissertação de Doutoramento, FMH-UTL, Lisboa.
- Pezarat-Correia, P., Santos, P., & Veloso, A. (1993a). *Electromiografia*. Lisboa: FMH.
- Pezarat-Correia, P., Santos, P., & Veloso, A. (1993b). *Electromiografia: Fundamentação Fisiológica, Métodos de Recolha e Processamento e Aplicações Cinesiológicas*. Cruz Quebrada: FMH.
- Pfurtscheller, G., & Neuper, C. (1997). Motor imagery activates primary sensorimotor area in humans. *Neuroscience Letters*, 239(2-3), 65-68.
- Powell, G. E. (1973). Negative and positive mental practice in motor skill acquisition. *Perceptual and Motor Skills*, 37, 312.
- Proteau, L., & Girouard, Y. (1987). La prise de décision rapide en situation de choix dichotomique : Une approche intégrée qui tient compte de l'amorce et de l'exécution de la réponse. *Revue Canadienne de Psychologie*, 4(41), 442-473.
- Ramos, J. P. D. (1999). *A utilização da imagética no desempenho motor em treino desportivo* FMH-UTL, Lisboa.
- Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Liu, J. Z., Sahgal, V., & Yue, G. H. (2004a). From mental power to muscle power - gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia*, 42, 944-956.
- Ranganathan, V. K., Siemionow, V., Liu, J. Z., Sahgal, V., & Yue, G. H. (2004b). From mental power to muscle power - Gaining strength by using the mind. *Neuropsychologia* 42(7), 944-956.
- Richardson, A. (1967a). Mental practice: A review and discussion (Part I). *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 38, 95-107.
- Richardson, A. (1967b). Mental practice: A review and discussion (Part II). *Research Quarterly for Exercise & Sport*, 38, 263-273.
- Richardson, A. (1969). *Mental imagery*. New York: Springer Verlag.
- Robertson, D. G. E., Caldwell, G. E., Hamill, J., Kamen, G., & Whittlesey, S. N. (2004). *Research methods in biomechanics*. United States: Human Kinetics.
- Roca, J. (1983). *Tiempo de reacción y deporte*. Barcelona: Generalitat de Catalunya - INEF.
- Rodgers, W., Hall, C., & Buckholz, E. (1991). The Effects of an Imagery Training Program on an Imagery ability, Imagery use, and Figure Skating Program. *Journal of Applied Sport Psychology*, 3, 109-125.

- Roth, M., Decety, J., Raybaudi, M., Massarelli, R., Delon-Martin, C., Guillot, A., et al. (1996). Possible involvement of primary motor cortex in mentally simulated movement: a functional magnetic resonance imagery study. *NeuroReport*, 7(7), 1280- 1284.
- Ruby, P., & Decety, J. (2001). Effect of subjective perspective taking during simulation of action: a PET investigation of agency. *Nature Neuroscience*, 4(5), 546- 550.
- Rushall, B. S. (1991). *Imagery training in sports*. Spring Valley, CA: Sports Science Associates.
- Rushall, B. S., & Lippman, L. G. (1997). The role of imagery in physical performance. *International Journal for Sport Psychology*(29), 57-72.
- Ryan, D. E., & Simons, J. (1981). Cognitive demand, imagery, and frequency of mental rehearsal as factors influencing acquisition of motor skills. *Journal of Sport Psychology*, 3, 35-45.
- Ryan, D. E., & Simons, J. (1982). Efficacy of mental imagery in enhancing mental rehearsal of motor skills. *Journal of Sport Psychology*, 4, 41-51.
- Schmidt, R. A. (1975). A schema theory of discrete motor skill learning. *Psychological Review*, 82, 225-260.
- Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1999). *Motor control and learning: A behavioral emphasis* (3 ed.). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Shaw, D. F. (2002). Confidence and the pre-shot routine in golf: A case study. In I. M. Cockerill (Ed.), *Solutions in Sport Psychology*. London: Thompson Publications.
- Shaw, W. A. (1938). The distribution of muscular action potentials during imaging. *Psychol. Rec*, 2, 195-216.
- Shaw, W. A. (1940). The distribution of muscular action potentials to imagined weight lifting,. *Arch. Psychol.*, 247, 1 -50.
- Shelton, T. O., & Mahoney, M. J. (1978). The content and effect of "psyching-up" strategies in weight lifters [Electronic Version]. *Cognitive Therapy & Research*, 2, 275-284. Retrieved 11-07-2001, from <http://spider.apa.org/plweb-cgi/psychitc.pl>
- Shepard, R. N., & Feng, C. (1972). A chronometric study of mental paper folding. *Cognitive Psychology*, 3, 228-243.
- Shepard, R. N., & Metzler, J. (1971). Mental rotation of three-dimensional objects. *Science*, 171, 701-703.
- Short, S. E., Ross-Stewart, L., & Monsma, E. V. (2007). Onwards with the Evolution of Imagery Research in Sport Psychology [Electronic Version]. *Athletic Insight- the Online Journal of Sport Psychology*, 8, from <http://www.athleticinsight.com/Vol8Iss3/ImageryResearch.htm>

- Short, S. E., & Short, M. W. (2005). Differences Between High- and Low-Confident Football Players on Imagery Functions: A Consideration of the Athletes' Perceptions. *Journal of Applied Sport Psychology*, 17(3), 197-208.
- Short, S. E., Tenute, A., & Feltz, D. L. (2005). Imagery use in sport: Mediation effects for efficacy. *Journal of Sports Sciences*, 23(9), 951 - 960.
- Silva, C., Borrego, C., & Ranchod, S. (2003). *Imagery Contribution in a strength Training Programme*. Paper presented at the XI Congresso Europeu de Psicologia do Desporto (FEPSAC), Copenhagen.
- Silva, C., Rosado, A., Fialho, S., Borrego, C., & Bernardo, N. (2008). *Effects of mental training in the learning of a computer psychomotor task*. Paper presented at the 13th Annual Congress of the European College of Sport Science (ECSS), Estoril, Portugal.
- Slade, J., Landers, D., & Martin, P. (2002). Muscular Activity During Real and Imagined Movements: A Test of Inflow Explanations. *Journal of Sport & Exercise Psychology*, 24, 151-167.
- Soderberg, G. L. (1992). *Selected Topics in Surface Electromyography for Use in the Occupational Setting: Expert Perspectives*. Retrieved from.
- Soderberg, G. L., & Cook, T. M. (1984). Electromyography in biomechanics. *Physical Therapy*(64), 1813-1820.
- Soderberg, G. L., Cook, T. M., Rider, S. C., & Stephenitch, B. L. (1991). Electromyographic activity of selected leg musculature in subjects with normal and chronically sprained ankles performing on a BAPS board. *Physical Therapy*(71), 514 -522.
- Soderberg, G. L., & Knutson, L. M. (2000). A Guide for Use and Interpretation of Kinesiological Electromyographic Data. *Physical Therapy*, 80(5), 485– 498.
- Stephan, K. M., & Frackowiak, R. S. (1996). Motor imagery -anatomical representation and electrophysiological characteristics. *Neurochemical research*(21), 1105-1116.
- Suinn, R. M. (1980a). Body thinking: psychology for Olympic champions. In R. M. Suinn (Ed.), *Psychology in Sports: Methods and Applications* (pp. 306 - 315). Minneapolis: Burgess.
- Suinn, R. M. (1980b). Psychology and sports performance: Principles and applications. In R. M. Suinn (Ed.), *Psychology in sports: Methods and applications* (pp. 26-36). Minneapolis: MN: Burgess.
- Suinn, R. M. (1984). Visual motor behavioral rehearsal: The basic technique. *Scandinavian Journal of Behavior Therapy*(13), 131-142.

- Suinn, R. M. (1985). Imagery rehearsal applications to performance enhancement. *Behavior Therapist*, 8(8), 155-159.
- Suinn, R. M. (1993). Imagery. In R. Singer, Murphey, M., Tennant, L (Ed.), *Handbook of Research on Sport Psychology (ISSP)* (pp. 492-510). New York.: Macmillan Pub. Co.
- Suinn, R. M. (1997). Mental practice in sport psychology: Where have we been, where do we go? [Electronic Version]. *Clinical Psychology: Science & Practice*, 4, 189-207. Retrieved 11-07-2001,
- Tata, E. G., & Peat, J. (1987). Electromyographic characteristics of locomotion in normal children. *Physiotherapy Canada*(39), 161-175.
- Tavares, F. (1993). *A capacidade de decisão táctica no jogador de basquetebol: Estudo comparativo dos processos perceptivo-cognitivos em atletas seniores e cadetes*. Unpublished Tese de Doutoramento, FCDEF, Porto.
- Tavares, F. (1999). *A rapidez e exactidão da resposta do processamento da informação no basquetebol*: FMH.
- Taylor, J. (1995). A conceptual model of the integration of athletic needs and sport demands in the development of competitive mental preparation strategies. *The Sport Psychologist*, 9, 339-357.
- Temprado, J. J. (1997). Prise de decision en sport: modalité d'études et donnés actuelles. *E.P.S*, 267, 20-23.
- Thomas, N. J. T. (Ed.) (2002) *Encyclopedia of Cognitive Science*. Macmillan/Nature.
- Tortora, G. J., & Grabowski, S. R. (2003a). *Introduction to the Human Body* (6 ed.). New York, USA: John Wiley & Sons Inc
- Tortora, G. J., & Grabowski, S. R. (2003b). *Principles of Anatomy and Physiology* (10 ed.). New York, USA: John Wiley & Sons, Inc.
- Trochim, W. (2006). Web Center for Social Research Methods. from <http://www.socialresearchmethods.net/kb/>
- Vaughan, C. L., Davis, B. L., & O'Connor, J. C. (1992). *Dynamics of Human Gait*. Champaign, IL: Human Kinetics Publishers.
- Vealey, R. S. (1986). Imagery training for performance enhancement. In J. M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (pp. 209-234). Palo Alto, CA: Mayfield.
- Vealey, R. S. (1991). Entrenamiento en Imagination para Perfeccionamiento de la Ejecucion. In J. M. Williams (Ed.), *Psicologia Aplicada al Deporte*. Madrid: Biblioteca Nueva.
- Vealey, R. S., & Greenleaf, C. A. (2001). Seeing is believing: Understanding and using imagery in sport. In J. M. Williams (Ed.), *Applied sport psychology: Personal growth to peak performance* (pp. 247-272). Mountain View, CA: Mayfield.

- Vealey, R. S., & Walter, S. (1993). Imagery training for performance enhancement and personal development. In J. Williams (Ed.), *Applied Sport Psychology: Personal growth to peak performance* (pp. 200-224). Muntain View, CA: Mayfield Publishing Company.
- Waters, P., & Strick, P. L. (1981). Influence of 'strategy' on muscle activity during ballistic movements. *Brain Research*, 207, 189-194.
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views it. *Psychological Review*(20), 158-177.
- Weinberg, R. S. (1984). Mental preparation strategies. In J. M. S. I. R. S. Weinberg (Ed.), *Psychological foundations of sport* (pp. 145-156). Champaign, IL: Human Kinetics.
- Weinberg, R. S., & Gould, D. (1995). *Foundations of Sport and Exercise Psychology*. Champaign Illinois: Human Kinetics.
- Weinberg, R. S., Seabourn, T. G., & Jackson, A. (1981). Effects of visuo-motor behavior rehearsal, relaxation, and imagery on karate performance. *Journal of Sport Psychology*, 3(3), 228-238.
- Wikipédia. (2008). Artigo - Estatística. Retrieved 08/06/26, from [http://pt.wikipedia.org/wiki/Mediana_\(estat%C3%ADstica\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Mediana_(estat%C3%ADstica))
- Winter, D. A. (1990). *Biomechanics and motor control of human movement* (2^a ed.). Toronto: Wiley Interscience.
- Winter, D. A. (1991). Electromyogram recording, processing, and normalization: procedures and considerations. *Journal of Human Muscle Performance*(1), 5-15.
- Winter, D. A., & Yack, H. J. (1987). EMG profiles during normal human walking stride-to-stride and inter-subject variability. *Electroencephalography and clinical neurophysiology*(67), 402-411.
- Woolfolk, R. L., Murphy, S. M., Gottesfeld, D., & Aitken, D. (1985). Effects of mental rehearsal of task motor activity and mental depiction of task outcome on motor skill performance. *Journal of Sport Psychology*, 7, 191-197.
- Woolfolk, R. L., Parrish, W., & Murphy, S. M. (1985). The effects of positive and negative imagery on motor skill performance. *Cognitive Therapy and Research*, 9(3), 235-241.
- Wulf, G., Schmidt, R. A., & Lee, T. D. (1993). *Feedback frequency effects on motor skill acquisition*. Paper presented at the 8th world congress of sport psychology, Lisboa.
- Wundt, W. M. (1896). *Outlines of psychology*. Retrieved Novembro de 2002, from <http://psychclassics.yorku.ca/Wundt/Outlines/>

- Yahagi, S., Shimura, K., & Kasai, T. (1996). An increase in cortical excitability with no change in spinal excitability during motor imagery. *Perceptual & Motor Skills*, 83, 288- 290.
- Yang, J. F., & Winter, D. A. (1983). Electromyography reliability in maximal and submaximal isometric contractions. *Arch Phys Med Rehabil*(64), 417-420.
- Yang, J. F., & Winter, D. A. (1984). Electromyographic amplitude normalization methods: improving their sensitivity as diagnostic tools in gait analysis. *Archives of Physical Medicine and Rehabilitation*(65), 517-521.
- Yue, G., & Cole, K. J. (1992). Strength increases from the motor program: Comparison of training with maximal voluntary and imagined muscle contractions. *Journal of Neurophysiology* 67(5), 1114-1123.