

UNIVERSIDADE DE ÉVORA | 2012



Elaborado por:

Nuno Ricardo de Oliveira Cavaco

Orientadores:

Prof. Doutor Pablo Carús

Prof. Doutor Orlando Fernandes

**O efeito do treino funcional no controlo postural
numa equipa de futebol sub-19 ao longo de uma
época desportiva**

MESTRADO EM TREINO DESPORTIVO

UNIVERSIDADE DE ÉVORA | 2012



Elaborado por:

Nuno Ricardo de Oliveira Cavaco

Orientadores:

Prof. Doutor Pablo Carús

Prof. Doutor Orlando Fernandes

**O efeito do treino funcional no controlo postural
numa equipa de futebol sub-19 ao longo de uma
época desportiva**

MESTRADO EM TREINO DESPORTIVO

Agradecimentos

Ao Professor Doutor Orlando Fernandes, pelos seus vastos conhecimentos que se disponibilizou a partilhar, inestimável ajuda e paciência em todo o processo de trabalho do qual resultou o presente estudo.

À minha querida mulher Sofia pela paciência, amor e apoio manifestados nos bons e maus momentos por que passei nestes últimos dois anos e que me permitiram encarar sempre com optimismo os desafios com que me deparei.

Aos meus pais pelo enorme apoio, amor, carinho e disponibilidade sem limites que manifestaram durante este período e em toda a minha vida. Sem eles não tinha conseguido.

Ao Professor Doutor Pablo Carús, por todos os esclarecimentos e as diversas ajudas.

Ao meu colega de mestrado e amigo João Miranda na preciosa ajuda no acesso aos jogadores de futebol estudados, na recolha de dados e nas inúmeras horas passadas a discutir assuntos e dúvidas relacionados com o estudo.

Ao meu grande amigo Pedro Luis pelo apoio e disponibilidade manifestados e que me permitiram aliviar a carga profissional e assim ter mais tempo para me dedicar a este trabalho.

Aos jogadores sub-19 e equipa técnica do Belenenses que se disponibilizaram para participar no estudo.

Resumo

O efeito do treino funcional no controlo postural numa equipa de futebol sub-19 ao longo de uma época desportiva

Objectivo: Com o presente estudo, pretende-se verificar o efeito de um conjunto de exercícios de treino funcional, aplicados em jogadores de futebol ao longo de uma época, no controlo postural avaliado através de parâmetros tradicionais e não lineares. **Metodologia:** A amostra foi composta por um grupo experimental (GE) e outro de controlo (GC) com 9 elementos cada, atletas de uma equipa Futebol sub-19 que participa no campeonato nacional da primeira divisão na respectiva categoria. Foram realizadas, ao longo do estudo, 3 avaliações (inicial, intermédia e final) das oscilações dos centros de pressão dos jogadores em posição bipedal com olhos abertos (BOA) e olhos fechados (BOF) e unipedal esquerda/direita (UE/UD) com olhos abertos. O GE foi sujeito ao protocolo de treino funcional 2 vezes por semana durante 22 semanas. A recolha de dados foi efectuada utilizando-se uma plataforma de forças Bertec (60cmX40cm). **Resultados:** De salientar as diferenças significativas, na condição UE, entre GE e GC nas variáveis VMT nas 3 avaliações ($p=0,031$; $p=0,037$; $p=0,028$) e VM_AP na 2ª avaliação ($p=0,022$) e na condição UD nas variáveis Amp_AP ($p=0,016$) e VM_AP ($p=0,043$) na 2ª avaliação. Na análise efectuada intra-grupo de salientar as diferenças significativas constatadas no GE, na condição BOA, na DT (1ª-3ª av., $p=0,022$), Amp_AP (2ª-3ª av., $p=0,035$), AE (1ª-2ª av., $p=0,048$; 1ª-3ª av., $p=0,022$), EnAp_AP (2ª-3ª av., $p=0,006$) e EnAp_ML (1ª-3ª av., $p=0,019$) e na condição BOF também na EnAp_AP (2ª-3ª av., $p=0,007$) e na EnAp_ML (1ª-3ª av., $p=0,041$; 2ª-3ª av., $p=0,019$), constatações que não se verificaram no GC. **Conclusões:** O treino de futebol normal por si só é susceptível de melhorar o controlo postural nos jogadores de futebol. Contudo, a análise intra-grupo permitiu constatar que o treino de futebol normal juntamente com uma rotina de exercícios de treino funcional parece promover melhorias significativas num maior nº de variáveis nas condições BOA e BOF, tendo-se verificado nas mesmas condições de exercício diferenças significativas relativas à EnAp nas direcções AP e ML exclusivamente para o GE o que revela uma evolução significativa em termos de um maior automatismo do sistema de controlo postural no controlo da postura.

Palavras-chave: Futebol; controlo postural; treino funcional

Abstract

The effect of functional training on postural control in an under-19 soccer team during a season

Objective: The present study pretends to verify the effect of a functional training exercise routine, applied to soccer players during a season, in possible changes on the postural control, evaluated using traditional and non linear measures. **Methods:** The sample was composed by an experimental group (EG) and a control group (CG) with 9 participants each that participate in the under-19 national championship. Three evaluations (initial, intermediate and final) of the soccer players center of pressure sway were made in bipedal position with eyes open (BEO) and closed (BEC) and in unipedal position left/right (UL/UR) with eyes open. The experimental group participated in the functional training exercise protocol during 22 weeks, twice a week. The collection of data was made with a Bertec force platform. **Results:** In the UL condition, significant differences were observed between EG and CG in the variables VMT in the 3 evaluations ($p=0,031$; $p=0,037$; $p=0,028$) and VM_AP in the 2^a evaluation ($p=0,022$) and in UD condition in the variables Amp_AP ($p=0,016$) and VM_AP ($p=0,043$) in the 2^a evaluation. In the intra-group analysis carried out, significant differences were detected in EG, in the BEO condition, in DT (1^a-3^a ev., $p=0,022$), Amp_AP (2^a-3^a ev., $p=0,035$), AE (1^a-2^a ev., $p=0,048$; 1^a-3^a ev., $p=0,022$), EnAp_AP (2^a-3^a ev., $p=0,006$) and EnAp_ML (1^a-3^a ev., $p=0,019$) and in the BEC condition also in EnAp_AP (2^a-3^a ev., $p=0,007$) and in EnAp_ML (1^a-3^a ev., $p=0,041$; 2^a-3^a av., $p=0,019$), results that were not verify for the CG. **Conclusions:** Soccer training by is own is liable to improve postural control in soccer players. However, the intra-group analysis as disclosed that normal soccer training together with a functional training exercise routine seems to promote significant improvements in a great n^o of variables in the BEO and BEC conditions. It was also found in the same exercise conditions significant differences relating to EnAp in the AP e ML directions exclusively for the EG witch can reveal a significant evolution in accordance with a greater automaticity of the postural control system in the control of posture.

Key-words: Soccer; Postural Control; Functional Training

**O Efeito do Treino Funcional no Controlo Postural numa Equipa de
Futebol Sub-19 ao Longo de uma Época Desportiva**

Índice Geral

Agradecimentos	IV
Resumo	V
Índice Geral.....	VII
Índice de Figuras.....	X
Índice de Quadros	XI
Lista de Siglas e Abreviaturas	XIII
Introdução.....	15
1. Revisão da Literatura.....	22
1.1 Funcionamento do Sistema de Controlo Postural	23
1.2 Influência do Core no Controlo Postural	27
1.3 Controlo Postural nos Futebolistas.....	29
1.4 Controlo Postural Unilateral.....	32
1.5 Treino Sensoriomotor e Controlo Postural.....	33
1.6 Treino Sensoriomotor na Prevenção e Recuperação de Lesões..	39
1.7 Alterações no Controlo Postural com a Fadiga	41
1.8 Posturografia.....	46
1.8.1 Análise Tradicional do CP	49
1.8.2 Análise não linear do CP	52
2. Objectivos.....	55
2.1 Objectivo Geral.....	56
2.2 Objectivos Específicos	56
2.3 Variáveis de Estudo	57
2.3.1 Variáveis Independentes	57

2.3.2	Variáveis Dependentes.....	57
3.	Metodologia	58
3.1	Amostra.....	59
3.1.1	Processo Amostral.....	59
3.1.2	Constituição da Amostra.....	59
3.1.3	Critérios de Exclusão.....	60
3.2	Procedimentos	61
3.2.1	Termo de Consentimento Livre e Informado	61
3.2.2	Medição do Peso e Altura.....	61
3.2.3	Protocolo Experimental.....	62
3.3	Recolha de Dados	65
3.4	Análise Estatística.....	68
4.	Apresentação de Resultados	70
4.1	Condição Bipedal de Olhos Abertos	71
4.2	Condição Bipedal de Olhos Fechados	73
4.3	Condição Unipedal Esquerda	75
4.4	Condição Unipedal Direita.....	77
4.5	Análise Inter-Grupos (GExGC): Quadros resumo com os níveis de significância	80
5.	Discussão de Resultados.....	82
5.1	Parâmetros Tradicionais – BOA e BOF	83
5.2	Parâmetros Tradicionais – UE e UD	86
5.3	Parâmetros Não Lineares – BOA e BOF.....	89
5.4	Parâmetros Não Lineares – UE e UD.....	90
	Conclusão	92
	Referências Bibliográficas	95
	Apêndices	101

Apêndice 1.....	102
Apêndice 2.....	104
Apêndice 3.....	107
Apêndice 4.....	110

Índice de Figuras

Figura 1 - Representação das três componentes da força (x, y e z) medidas na plataforma de forças.....	48
Figura 2 - Exemplos de um estatocinesigrama (A) e de um estabilograma (B)	48
Figura 3 - Jogador na condição de equilíbrio bipedal.....	66
Figura 4 - Uniformização da posição dos apoios.....	66
Figura 5 - Jogador na condição de equilíbrio unipedal.....	67

Índice de Quadros

Quadro 1 - Parâmetros que caracterizam o comportamento postural na posição erecta quasi-estática na análise das coordenadas do CoP ou do CoM (Godinho, 2006)	49
Quadro 2 - Tabela descritiva das variáveis dependentes em estudo	57
Quadro 3 - Caracterização da amostra quanto à idade, altura e peso (Média ± DP)	60
Quadro 4 - Organização sequencial das condições de aplicação dos testes... ..	67
Quadro 5 – Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos abertos nas diferentes avaliações	71
Quadro 6 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos abertos nas diferentes avaliações	72
Quadro 7 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos fechados nas diferentes avaliações	73
Quadro 8 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos fechados nas diferentes avaliações	74
Quadro 9 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição unipedal esquerda olhos abertos nas diferentes avaliações.....	75
Quadro 10 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição unipedal esquerda olhos abertos nas diferentes avaliações.....	76
Quadro 11 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição unipedal direita olhos abertos nas diferentes avaliações.....	78
Quadro 12 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição unipedal direita olhos abertos nas diferentes avaliações.....	79

Quadro 13 – Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF	80
Quadro 14 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD	81
Quadro 15 - Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF no GE	108
Quadro 16 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD no GE	108
Quadro 17 - Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF no GC	109
Quadro 18 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD no GC	109

Lista de Siglas e Abreviaturas

AE – Área Elíptica

AP- Antero-Posterior

Amp_AP – Amplitude Antero-Posterior

Amp_ML – Amplitude Médio-Lateral

APA – Ajustamentos Posturais Antecipatórios

APC – Ajustamentos Posturais Compensatórios

BOA – Bipedal Olhos Abertos

BOF – Bipedal Olhos Fechados

CG – Centro de Gravidade

CM – Centro de Massa

CP – Centro de Pressão

DT – Distância Total

EnAp – Entropia Aproximada

EnAp_AP – Entropia Aproximada Antero-Posterior

EnAp_ML – Entropia Aproximada Médio-Lateral

GC – Grupo de Controlo

GE – Grupo Experimental

IR – Intervalo de Recuperação

LCA – Ligamento Cruzado Anterior

ML – Médio-Lateral

SNC – Sistema Nervoso Central

TSD – Teoria dos Sistemas dinâmicos

UD – Unipedal Direita

UE – Unipedal Esquerda

VMT – Velocidade Média Total

VM_AP – Velocidade Média Antero-Posterior

VM_ML – Velocidade Média Médio-Lateral

Introdução

Temática

O jogo de Futebol é um desporto colectivo no qual duas equipas se encontram numa relação de rivalidade desportiva, lutando continuamente pela posse de bola de modo a tentar introduzi-la na baliza adversária o maior número de vezes possível e evitando que aconteça o mesmo na sua própria baliza, para que no final dos noventa minutos uma das equipas possa reclamar a vitória no encontro.

Para que tal suceda, o treinador e respectiva equipa técnica têm que preparar o melhor possível os jogadores que têm à sua disposição, de modo a retirar o máximo rendimento dos mesmos, tendo sempre em consideração que no Futebol, como desporto colectivo, o resultado final advém da integração de um conjunto de factores compostos pelas performances individuais dos jogadores que por sua vez são influenciadas por factores físicos, psíquicos e técnico-táctico-estratégicos (Barbosa, 2010).

O Futebol é hoje reconhecido como um sistema aberto que encerra em si uma grande complexidade, alicerçada num conjunto vasto de variáveis em constante interacção (Castelo, 1994).

Deste modo, diferentes processos ocorrem no cérebro e restante sistema nervoso durante acções motoras rápidas ou lentas, simples ou complexas, existindo em muitas situações a necessidade de produzir força quando o atleta está a realizar uma tarefa em condições de instabilidade tal como acontece no Futebol.

A necessidade de executar acções motoras em condições de instabilidade faz com que uma das variáveis que certamente influenciará a performance do jogador de Futebol seja o controlo postural, como aliás se pode constatar na literatura onde se tem verificado por exemplo que futebolistas de nível competitivo superior têm melhores desempenhos ao nível da estabilidade postural do que jogadores de nível competitivo inferior (Paillard et al., 2006); (Moussa, Zouita, Dziri, & Salah, 2009), o mesmo se passando quando se

comparam futebolistas com indivíduos não treinados, o que indica que algumas componentes relativas ao treino de Futebol favorecem o controlo postural (Biec & Kuczynski, 2010).

Controlo postural pode ser definido como o processo através do qual o sistema nervoso central (SNC) produz padrões de actividade muscular necessários para regular a relação entre o centro de gravidade e a base de suporte do corpo (Toledo & Barela, 2010).

Outra definição de controlo postural, que em muito se assemelha à definição de equilíbrio, considera que o controlo postural pode ser definido, estaticamente, como a habilidade para manter uma base de suporte com o mínimo de movimento possível e, dinamicamente, como a habilidade para executar uma tarefa que envolva movimento mantendo uma posição estável (Bressel, Yonker, Kras, & E., 2007).

Para manter um bom controlo da postura é necessário existir uma regulação constante da mesma, facto que é consumado através da integração e processamento no SNC de informação aferente proveniente dos sistemas visual, vestibular e somatosensorial (Paillard et al., 2006); (Gerbino, Griffin, & Zurakowski, 2007); (Bressel et al., 2007).

É referido igualmente nalguns estudos que a capacidade para manter a estabilidade postural na posição ortostática é resultante da informação sensorial captada e integrada no SNC, acrescentando-se a importância do controlo neuromuscular na produção das respostas motoras necessárias e apropriadas para a manutenção da postura (Prentice & Voight, 2003); (Springer & Pincivero, 2009).

No Futebol, em que os jogadores têm que se manter em equilíbrio enquanto correm a velocidades elevadas, mudam rapidamente de direcção para se desmarcarem ou ultrapassarem o adversário directo, pontapeiam a bola com maior ou menor intensidade para rematar ou passar, tudo isto ao mesmo tempo que o adversário tenta impedir a progressão no campo e tenta recuperar a posse da bola (Gerbino et al., 2007), o controlo postural assume-se como uma variável determinante para o sucesso neste jogo desportivo colectivo.

O treino funcional tem sido postulado como uma metodologia que poderá ser eficaz na melhoria do desempenho postural dos jogadores, uma vez que corresponde a um tipo de treino normalmente composto por exercícios sensoriomotores realizados em condições de instabilidade que supostamente colocarão aos intervenientes exigências no que concerne à integração no SNC de informação sensorial relevante e produção de respostas motoras sob a forma de ajustamentos corporais necessários para manter a estabilidade postural a um nível que permita aos jogadores desempenharem as suas funções nos treinos e jogos de uma forma eficiente e eficaz.

Contudo os meios ou processo escolhidos podem ser os que o treinador entender, desde que o programa de exercícios planeado tenha um objectivo funcional e produza uma resposta funcional, ou seja, que provoque uma melhoria do desempenho numa determinada tarefa motora ou no desporto em questão, uma vez que, a funcionalidade não é necessariamente determinada pelo exercício em si mas sim pelo desempenho resultante da utilização de um regime de treino envolvendo métodos mais gerais e/ou mais específicos. É portanto a performance que nos permitirá determinar se ocorreu alguma melhoria funcional, pelo que a maior ou menor funcionalidade dos exercícios corresponderá à melhoria funcional que se verificará através do desempenho numa dada tarefa ou desporto (Siff, 2002).

Problema

No caso da modalidade desportiva colectiva a que se refere o Futebol, se analisarmos as acções individuais ofensivas que correspondem à recepção da bola, passe, protecção da bola, condução da bola, drible/finta, simulação, cabeceamento e remate (Castelo, 1994), verificamos que todas elas são executadas em condições de instabilidade que podem ser provocadas pelo adversário em situação defensiva (Gerbino et al., 2007), pelos requisitos técnicos inerentes à execução da habilidade motora em questão, que várias vezes exige uma performance realizada com um único apoio no solo (Paillard et al., 2006), ou mesmo pelo tipo de calçado utilizado (existência ou não de pitons nas botas de futebol utilizadas) em vários tipos de superfície (Bressel et al., 2007).

Estas condições de instabilidade irão desafiar o sistema sensoriomotor (Bressel et al., 2007), que por sua vez irá colocar exigências ao nível do controlo postural o que poderá influenciar o desempenho do atleta numa determinada tarefa motora e aumentar mesmo a probabilidade de ocorrência de algum tipo de lesão músculo-esquelética (Behm & Anderson, 2006). O facto anteriormente constatado tem conduzido os investigadores à realização de estudos onde se tem tentado aferir a eficácia de protocolos de treino ditos funcionais e que correspondem à organização de um conjunto de exercícios normalmente realizados em condições de instabilidade de modo a colocarem exigências sensoriais e motoras aos atletas semelhantes às que vão encontrar na modalidade desportiva praticada.

Até ao momento o que se tem observado é que o número de estudos em que se verificaram efeitos significativos é muito semelhante ao número de estudos em que não se verificaram qualquer tipo de efeitos, o que possivelmente poderá estar associado ao tipo de exercícios escolhidos para compor o protocolo de treino experimental que podem estar desajustados às exigências do desporto em questão. Por este motivo se considera ser preferível referirmo-nos a um exercício ou conjunto de exercícios, não como sendo funcionais, mas como tendo a capacidade para melhorar a competência funcional (Siff, 2002).

Daqui emerge a necessidade de se tentarem identificar protocolos de exercícios com capacidade para melhorar a competência funcional dos jogadores de futebol no que se refere ao controlo da postura, pois a manutenção do equilíbrio e orientação corporal na posição erecta é essencial no desempenho das actividades físicas e desportivas, assim como nas actividades do quotidiano (Duarte & Freitas, 2010).

Esses protocolos poderão eventualmente passar pela organização de exercícios que estimulem a eficiência do SNC na descodificação de informação sensorial proveniente dos receptores proprioceptivos, vestibulares e visuais, que melhorem a activação ao nível do core auxiliando nos ajustamentos posturais necessários para estabilizar a coluna lombar, de modo a evitar uma perda de equilíbrio provocada por uma perturbação súbita ou previsível aplicada ao corpo com potencial para mover o centro de gravidade para fora da base de suporte (Willardson, 2007) e que melhorem o controlo neuromuscular no que se refere à amplitude das respostas motoras para que estas sejam produzidas de acordo com as necessidades para a manutenção da estabilidade postural (Prentice & Voight, 2003); (Springer & Pincivero, 2009).

Como já foi referido, vários estudos têm identificado diferenças no que concerne ao controlo postural entre indivíduos treinados e não treinados e entre jogadores de diferentes níveis competitivos. Deste modo será pertinente tentar estudar as diferenças entre jogadores de nível competitivo idêntico após a aplicação de um protocolo de treino funcional experimental, tendo sempre presente que uma melhoria da estabilidade postural poderá aumentar a performance dos jogadores no desporto que praticam e eventualmente diminuir a probabilidade de contrair uma lesão, podendo-se constituir desta forma como um meio importante a integrar nas rotinas de treino das equipas.

Deste modo, pretende-se então com este estudo aferir a influência do treino funcional no controlo postural dos futebolistas que compõem a amostra.

Estrutura

Este trabalho foi estruturado da seguinte forma:

No primeiro capítulo é efectuada uma revisão da literatura no âmbito do controlo postural e principais factores susceptíveis de lhe provocarem algum tipo de alteração seja ela positiva ou negativa.

No segundo capítulo são apresentados os objectivos e variáveis em estudo.

O terceiro capítulo indica a metodologia utilizada para a prossecução do trabalho que se inicia com a definição da amostra e procedimentos utilizados ao longo do trabalho. A recolha de dados e os procedimentos estatísticos utilizados são igualmente definidos neste capítulo.

No quarto capítulo são apresentados os resultados do estudo em função de cada uma das condições de teste aplicadas.

O quinto capítulo apresenta a discussão dos resultados obtidos, efectuando interpretações e comparações com outras pesquisas relacionadas com a temática.

Por fim, apresentam-se as principais conclusões resultantes da elaboração deste trabalho.

1. Revisão da Literatura

1.1 Funcionamento do Sistema de Controlo Postural

A postura pode ser entendida como a configuração das articulações do corpo, ou seja, um conjunto de ângulos que expressam a disposição relativa dos segmentos de um corpo, o que faz com que um número infinito de posturas possam ser adoptadas pelos seres humanos durante as actividades da vida quotidiana ou desportivas. Para cada nova postura adoptada é necessário manter o equilíbrio e orientação corporal, facto que é consumado através do sistema de controlo postural que engloba funções dos sistemas sensorial, muscular e nervoso. O sistema sensorial fornece informações relativas ao posicionamento de segmentos corporais em relação a outros segmentos e em relação ao ambiente envolvente. O sistema motor é responsável pela activação correcta e adequada dos músculos para a execução de movimentos de ajustamento postural. O sistema nervoso integra a informação proveniente do sistema sensorial, enviando depois impulsos nervosos para os músculos provocando respostas neuromusculares (Duarte & Freitas, 2010).

Considera-se então que o envolvimento do SNC na manutenção da postura erecta pode ser dividido em duas componentes fundamentais (Prentice & Voight, 2003):

1. A organização sensorial, que abrange os processos que determinam a sincronização, a direcção e a amplitude das acções posturais correctas com base nas informações obtidas pelos receptores visuais, vestibulares e somatosensoriais.
2. A coordenação muscular (controlo neuromuscular), que se refere aos processos que determinam a sequência temporal e a distribuição da actividade contráctil entre os músculos dos membros inferiores e do tronco, os quais geram reacções de apoio para a manutenção do equilíbrio.

Segundo os mesmos autores, quando existe um comprometimento da estabilidade postural, as informações aferentes provenientes das articulações e músculos que envolvem a anca, joelho e tornozelo são fundamentais para o

desencadear das respostas posturais automáticas que assentam essencialmente na utilização de três estratégias: estratégia do tornozelo, estratégia da anca e estratégia do passo.

A estratégia do tornozelo é desencadeada pela contração dos músculos gêmeos ou tibial anterior para gerar força em torno da articulação do tornozelo. A oscilação no sentido anterior do corpo é contrabalançada pela activação dos gêmeos que auxilia na impulsão do corpo no sentido posterior, enquanto que a oscilação no sentido posterior é contrabalançada pela activação do tibial anterior que por sua vez ajuda a impulsionar o corpo no sentido anterior. Esta estratégia é mais eficaz na execução de oscilações relativamente lentas do centro de gravidade quando a base de apoio está firme e quando o centro de gravidade está no interior do perímetro do limite de estabilidade.

A estratégia da anca, desencadeada pela activação dos músculos das coxas e parte inferior do tronco, é colocada em prática quando a estratégia do tornozelo já não consegue controlar a oscilação excessiva. É uma estratégia muito eficaz quando o centro de gravidade está localizado perto do perímetro do limite de estabilidade ou quando esse perímetro é diminuído por uma base de apoio reduzida.

A estratégia do passo é utilizada quando o centro de gravidade é deslocado para o exterior do perímetro do limite de estabilidade e constitui-se como a única estratégia que pode ser utilizada para evitar a queda.

A eficiência em termos de funcionalidade dos três sistemas de recolha de informação sensorial (visual, vestibular e somatosensorial) é fundamental para permitir a determinação de possíveis desajustamentos que possam ocorrer a nível da postura e posterior programação das respostas correctivas mais adequadas, não se conseguindo compensar totalmente a perda ou falha de um sistema com os outros sistemas restantes (Simoneau, Ulbrecht, Derr, & Cavanagh, 1995); (Allum, Bloem, Carpenter, Hulliger, & Hadders-Algra, 1998).

Quanto à preponderância que algum dos sistemas referidos possa ter sobre os outros em função da tarefa motora proposta, verificou-se que a dificuldade da

tarefa influenciou a relevância do sistema visual em relação ao sistema proprioceptivo (Hazime et al., 2011).

No estudo comparam-se indivíduos (onze do sexo masculino) em condições susceptíveis de perturbar os sistemas visual (regulação da luminosidade da sala onde decorreram os testes) e proprioceptivo (vibração para perturbar a proprioceptividade a nível do tornozelo). Constatou-se que quando os sujeitos testados passaram de uma posição de equilíbrio bipedal (menor dificuldade) para uma de equilíbrio unipedal (maior dificuldade), o sistema visual teve uma contribuição mais importante para a manutenção da estabilidade postural aferida através do aumento da velocidade do centro de pressão na condição de ausência de luminosidade (os sujeitos não conseguiam ver nada no interior do laboratório), não se verificando alterações significativas no controlo postural com a aplicação da perturbação no sistema proprioceptivo. Na posição de equilíbrio bipedal o sistema proprioceptivo assumiu uma maior relevância uma vez que se observou um aumento da velocidade do centro de pressão com a perturbação do mesmo, independentemente da condição visual aplicada.

Um controlo postural adequado e eficaz irá, por sua vez, influenciar positivamente o equilíbrio que, por seu turno, é influenciado não só pela informação sensorial referida anteriormente, como também pelas respostas motoras produzidas (Toledo & Barela, 2010) que vão afectar a coordenação, a amplitude do movimento articular e a produção de força (Bressel et al., 2007).

Todas as pessoas, atletas ou não, experienciam dois tipos de perturbações no que concerne ao equilíbrio quando estão paradas ou em deslocamento.

O primeiro tipo refere-se às perturbações induzidas internamente, criadas pelo movimento voluntário que envolve os segmentos corporais, como por exemplo flexões/extensões do tronco, flexões e extensões dos membros inferiores/superiores ou movimentos rápidos dos referidos segmentos. O segundo tipo de perturbações é induzido externamente como o que acontece quando uma pessoa é atingida por outra quando está a correr ou a andar, ou quando está para, na posição ortostática, num barco que balança devido às ondas. Ambos os tipos de perturbação originam forças inter-segmentais dinâmicas que deslocam o centro de massa corporal para perto do limite da

base de suporte colocando em risco a estabilidade corporal (Santos, Kanekar, & Aruin, 2010).

Os mesmos autores citando Bouisset & Zattara (1987), Massion (1992), Alexandrov et al. (2005) e Park et al. (2004), consideram então a existência de dois tipos de actividade muscular, ao nível da musculatura do tronco e membros inferiores, produzida para manter o equilíbrio.

O primeiro tipo refere-se a ajustamentos posturais antecipatórios (APA) que estão associados à activação ou inibição dos músculos do tronco e membros inferiores antes de se dar a perturbação do equilíbrio. O Objectivos dos APAs será atenuar as consequências negativas de uma perturbação postural previsível através de correcções antecipadas.

Este mecanismo de feedforward referenciado ocorre a um nível inconsciente, sendo importante na preparação do corpo para a realização de movimento através da activação prévia dos músculos estabilizadores relativamente ao início do movimento, como o que acontece, por exemplo, em movimentos realizados pelos membros inferiores, em que se verifica uma contracção do músculo transverso abdominal prévia ao início do movimento (Page, 2006).

O segundo tipo de ajustamento da actividade dos músculos posturais é denominado por ajustamentos posturais compensatórios (APC), cuja função será regular as perturbações do equilíbrio que estão a acontecer no momento de forma a restaurar a posição do centro de massa, sendo desencadeados por sinais emitidos por feedback sensorial. Por sua vez a resposta desencadeada é em si mesma imperfeita, o que subsequentemente resulta na deslocação do centro de massa na direcção oposta à da provocada pela perturbação inicial (Clifford & Holder-Powell, 2010).

Num estudo realizado, tentou-se investigar a contribuição dos APAs e APCs para o controlo postural. Outro objectivo a que este estudo se propôs foi verificar as diferenças ao nível dos padrões de activação muscular entre os períodos antecipatório e compensatório do controlo postural (Santos et al., 2010).

Para tal foram aplicadas aos testados perturbações com a mesma magnitude ao nível do ombro nas condições visuais olhos abertos e olhos fechados, estando o sujeito testado de pé sobre uma plataforma de força.

Constatou-se que durante as perturbações imprevisíveis (olhos fechados), se produziram activações musculares compensatórias superiores às verificadas durante as perturbações previsíveis (olhos abertos). Quer isto dizer, segundo os autores, que o SNC regra geral utiliza correcções antecipatórias sempre que possível para fazer face a perturbações de que o corpo é alvo, resultando numa diminuição da actividade compensatória.

Verificou-se também que quando não existe informação disponível sobre a perturbação vindoura, o SNC produz um padrão de activação muscular que se inicia dos músculos posturais proximais para os distais de forma a restaurar a posição da parte superior do corpo e a manter a orientação vertical do mesmo.

Quando existe informação disponível sobre a perturbação vindoura, o SNC produz uma resposta (no que diz respeito à activação muscular) com origem nos músculos distais e orientada destes para os músculos proximais, permitindo com esta sequência aplicar forças no solo contrabalançando o efeito da perturbação, auxiliando posteriormente na restauração da posição vertical da parte superior do corpo.

Este estado de equilíbrio ou de estabilidade postural é um factor determinante quer do nível desportivo de um atleta, quer da susceptibilidade do mesmo para sofrer algum tipo de lesão (Biec & Kuczynski, 2010).

1.2 Influência do Core no Controlo Postural

O termo CORE é empregado para fazer referência ao tronco, mais especificamente à região lumbopélvica do corpo. A estabilidade da referida região é importante para promover uma base estável para o movimento dos membros inferiores e membros superiores, para suportar cargas e para proteger toda a estrutura da coluna vertebral (Willardson, 2007). Tudo isto é

fundamental para uma adequada distribuição de forças, optimização do controlo e eficiência do movimento, absorção adequada das forças resultantes do impacto no solo (como o que acontece na corrida ou saltos) e para minimizar o máximo possível as forças compressivas e translacionais nas articulações que constituem a cadeia cinemática (Fredericson & Moore, 2005).

Uma activação eficaz do core pode auxiliar nos ajustamentos posturais necessários para estabilizar a coluna lombar, de modo a evitar uma perda de equilíbrio provocada por uma perturbação súbita ou previsível aplicada ao corpo com potencial para mover o centro de massa para fora da base de suporte (Willardson, 2007).

O sistema estabilizador, responsável pela estabilidade do CORE, é composto pelos subsistemas passivo, muscular activo e neural.

O subsistema passivo é constituído pelos ligamentos vertebrais e facetas articulares entre vértebras adjacentes. O subsistema muscular activo é composto por dois tipos de grupos musculares: os globais e os locais. O grupo global é composto por músculos responsáveis por transferir forças entre a caixa torácica e a zona pélvica, agindo para aumentar a pressão intra-abdominal, nomeadamente, o recto abdominal, oblíquo interno e externo, transverso abdominal, extensores da coluna e a porção lateral do quadrado lombar. O grupo dos músculos locais diz respeito aos músculos que controlam o movimento intersegmentário entre as vértebras adjacentes como o que acontece com o multifídus, interespinhosos e intertransversários. O subsistema neural tem como função monitorizar e ajustar forças musculares com base no feedback enviado pelos fusos neuromusculares, órgãos tendinosos de golgi e ligamentos vertebrais (Willardson, 2007).

Todo este sistema de estabilização conduz a um rácio comprimento-tensão e coordenação de forças nos músculos adequados, ao mesmo tempo que permite um alinhamento postural optimal, padrões de movimento normais e minimização do potencial de disfunção articular (Fredericson & Moore, 2005).

Um facto importante quanto à contribuição de cada um dos músculos que constituem o subsistema muscular activo durante a execução de uma tarefa é

indicado por Willardson (2007) que citando McGill et al. (2003), refere que a contribuição relativa de cada músculo na estabilização do core é alterada constantemente ao longo da execução de uma tarefa, o que leva a que a discussão sobre o(s) músculo(s) estabilizador(es) mais importante(s) seja restrita a um curto período de tempo transitório entre as acções motoras realizadas, uma vez que a estabilidade do core é um conceito dinâmico que se modifica constantemente com o objectivo de ir ao encontro dos ajustamentos posturais necessários ou cargas externas a suportar pelo corpo.

Numa perspectiva de performance desportiva, uma maior estabilidade do CORE promoverá uma base estável para uma maior produção de força a partir dos membros inferiores e superiores (Fredericson & Moore, 2005); (Willardson, 2007), sendo que a força se constitui como uma das variáveis determinantes do Futebol pela natureza das acções associadas a esta modalidade (sprints, arranques repentinos, paragens súbitas, mudanças de direcção, disputa da posse de bola contra um ou mais adversários, acções explosivas, etc.).

1.3 Controlo Postural nos Futebolistas

Em alguns dos estudos analisados, os jogadores de Futebol foram consistentemente melhores que outros atletas ao nível da estabilidade postural (Bressel et al., 2007), verificando-se também uma relação positiva entre esta variável e o nível competitivo dos atletas (Paillard et al., 2006); (Moussa, Zouita, Dziri, & Salah, 2011).

Foi analisado um estudo onde se tentou comparar o equilíbrio estático e dinâmico entre atletas-estudantes que competiam nas modalidades de Futebol, Basquetebol e Ginástica.

Com uma amostra composta por 34 atletas estudantes femininos (11 futebolistas, 11 basquetebolistas e 12 ginastas), verificaram que as atletas que praticavam Basquetebol obtiveram resultados inferiores às ginastas ao nível do equilíbrio estático e inferiores às jogadoras de Futebol no que se refere ao

equilíbrio dinâmico, não tendo sido identificadas diferenças significativas entre futebolistas e ginastas. Os autores tentaram explicar estes resultados através dos desafios sensoriomotores específicos, impostos por cada uma das modalidades (Bressel et al., 2007).

Um outro estudo foi realizado com o objectivo de comparar o equilíbrio estático entre estudantes bailarinas e jogadoras de futebol.

Dos resultados obtidos verificou-se que as bailarinas obtiveram, em 20 medidas, 5 resultados superiores às jogadoras de futebol. Os autores reforçam que se tivessem tido em consideração apenas a amplitude média de oscilação do corpo e a medida referente à melhor forma com que as testadas podem atingir um estado de equilíbrio após perturbação, então as bailarinas obteriam, em 10 medições, 5 resultados superiores às futebolistas, referindo ainda que todos os resultados que distinguiram os dois grupos foram obtidos em testes com habilidades específicas requeridas pela dança e pelo futebol. Uma possível explicação apresentada, refere que estes resultados se podem dever ao maior volume de treino e de alongamentos realizados pelas bailarinas.

Os autores, que no seu estudo utilizaram duas condições visuais (olhos abertos e olhos fechados), sugerem que testes realizados com os olhos fechados podem não ter aplicabilidade ou relevância para populações altamente treinadas que não utilizem a referida condição de forma rotineira nos treinos e/ou competições. Esta sugestão baseia-se nos resultados obtidos, onde se constatou uma deterioração dos mesmos semelhante para os dois grupos e grandes desvios padrão nas medições efectuadas nos testes realizados na condição olhos fechados (Gerbino et al., 2007).

Noutro estudo ainda, composto por 30 jogadores de futebol (15 jogavam a um nível nacional e treinavam quase todos os dias e 15 jogavam a um nível regional treinando 2 vezes por semana), tentou-se comparar a performance postural e a estratégia de controlo postural utilizada entre jogadores de Futebol de diferentes níveis competitivos (nacional e regional).

Verificou-se que, nas condições de equilíbrio estático e dinâmico e nas condições visuais olhos abertos e olhos fechados estudadas, os jogadores de

nível competitivo superior (nacional) tiveram desempenhos superiores (área elíptica e velocidade média de oscilação) aos de nível competitivo inferior (regional). No que concerne à velocidade média de oscilação, tendo sido superior nos jogadores de nível regional, é sugerido pelos autores que o controlo postural é melhor ou mais eficiente nos jogadores de nível nacional provavelmente devido a estes possuírem uma melhor sensibilidade ao nível dos receptores sensoriais, conseguirem uma melhor integração da informação ou ambas.

É também referido que os resultados obtidos no seu estudo sugerem a utilização de diferentes estratégias posturais entre os dois grupos. Nomeadamente, numa tarefa simples de equilíbrio unipedal, os jogadores de nível regional utilizaram mais informação proprioceptiva, miotáctica e cutânea (plantar) que os de nível nacional, enquanto estes utilizaram mais informação proveniente do sistema vestibular sugerindo uma melhor eficiência deste sistema. Esta melhor eficiência poderá ter proporcionado aos atletas de nível nacional a capacidade para regular tarefas posturais simples sem sobrecarregarem o sistema proprioceptivo. Desta forma, perante tarefas posturais mais complexas que requerem necessariamente a integração de informação proveniente da proprioceptividade, apenas os jogadores de nível nacional poderiam seleccionar e utilizar este tipo de informação para regular a postura, uma vez que o sistema proprioceptivo já estaria sobrecarregado e saturado nos atletas de nível regional pelas tarefas posturais mais simples.

Outra constatação importante aferida neste estudo é a de que os jogadores de nível competitivo inferior são mais dependentes da visão que os jogadores de nível superior, sendo que os últimos parecem possuir uma melhor representação interna da postura erecta, o que possivelmente melhora o conhecimento sobre o eixo corporal e a sua verticalidade comparativamente com os jogadores de nível regional (Paillard et al., 2006).

Resultados semelhantes foram obtidos num outro estudo realizado com o objectivo de analisar o controlo postural e a utilização de informação visual em jogadores de futebol de níveis competitivos (profissionais e amadores) diferentes (Moussa et al., 2011).

Estes autores verificaram que o grupo composto por jogadores de futebol profissionais de nível nacional obteve valores inferiores no que diz respeito à variável medida (velocidade do centro de gravidade), sugerindo estes resultados uma melhor eficiência no controlo da postura por parte destes atletas em relação aos jogadores amadores. Constatou-se ainda uma maior dependência da visão na manutenção da postura nos atletas amadores comparativamente com os de nível competitivo superior.

1.4 Controlo Postural Unilateral

Um aspecto importante no futebol, dadas as características das acções técnico-tácticas efectuadas durante o jogo, prende-se com as possíveis diferenças que possam existir, ao nível da eficiência do controlo postural unilateral, quando o apoio é realizado sobre o membro inferior dominante ou sobre o não dominante. Tal informação é importante não só como veículo importante na prevenção de lesões, como também como meio para potenciar a performance do jogador de futebol, através da melhoria da sua estabilidade postural no momento da execução das acções inerentes ao jogo, o que possivelmente aumentará a eficiência e a eficácia no desempenho dessas acções.

Num estudo elaborado, o objectivo consistiu em investigar o controlo postural unilateral num grupo de indivíduos activos e saudáveis, de modo a determinar se existem ou não diferenças entre os membros inferiores dominante e não dominante. Para recolher dados relacionados com o movimento na parte superior do corpo, pélvis, anca, joelho e tornozelo, foi utilizado um sistema de análise do movimento tridimensional.

Foi utilizada uma amostra composta por 20 indivíduos (10 do género masculino e 10 do género feminino), todos eles saudáveis e participantes em actividades desportivas ou de dança a um nível universitário ou recreacional.

Os resultados demonstraram a significativa adopção de uma estratégia com correcções apenas ao nível do tornozelo no plano sagital, quando os testados estavam apoiados no membro inferior não dominante. Esta estratégia é normalmente utilizada na posição ortostática uma vez que é suficiente para corrigir pequenos desvios da posição do centro de massa. Movimentos adicionais, por exemplo na anca, podem ser necessários para corrigir a posição do centro de massa quando a estratégia ao nível do tornozelo por si só é insuficiente.

Os autores sugeriram então que a maior parte dos testados sentiram menores dificuldades na posição unipedal, apoiados no membro inferior não dominante, demonstrando uma melhor capacidade de controlar a postura na medida em que utilizaram a estratégia ao nível do tornozelo para manter o equilíbrio, sem necessidade de recorrerem a estratégias secundárias (Clifford & Holder-Powell, 2010).

1.5 Treino Sensoriomotor e Controlo Postural

Estando o controlo postural relacionado com a eficiência ao nível do equilíbrio estático e dinâmico, que por sua vez é um factor determinante do nível desportivo do atleta (Paillard et al., 2006); (Biec & Kuczynski, 2010); (Moussa et al., 2011), é de prever que uma rotina de treino específico para a melhoria do controlo postural se possa assumir como um factor importante na melhoria do desempenho de um jogador de futebol.

Tal como já foi referido, a estabilidade postural é conseguida através da integração no SNC de informação visual, vestibular e proprioceptiva (Paillard et al., 2006); (Gerbino et al., 2007); (Bressel et al., 2007). Essa informação depois de processada irá permitir a emissão de um padrão de activação muscular baseado em sinergias musculares que auxiliam na minimização dos deslocamentos do centro de gravidade enquanto se mantém uma postura erecta com orientação apropriada e locomoção e técnicas adequadas às

acções específicas do desporto praticado (Perrin, Deviterne, Hugel, & Perrot, 2002).

Por outro lado, défices ao nível do equilíbrio podem dever-se a duas razões: a posição do centro de gravidade em relação à base de suporte não está a ser percebida com precisão; os movimentos automáticos necessários para levar o centro de gravidade para uma posição equilibrada não estão sincronizados ou coordenados de maneira eficiente (Prentice & Voight, 2003).

Desta forma, para melhorar o controlo postural deverão supostamente realizar-se exercícios que estimulem o sistema sensoriomotor com o intuito de o tornar mais eficiente na descodificação da informação sensorial e subsequente produção de respostas motoras com elevada coordenação entre os músculos agonistas, antagonistas, sinergistas e estabilizadores.

Numa revisão da literatura elaborada sobre a influência da instabilidade no treino de força, alguns autores sugerem que o treino utilizando superfícies instáveis (swiss ball, plataforma instável, etc) e pesos livres em vez de máquinas, contribui para adaptações neurais favoráveis como o que acontece com uma melhor coordenação entre os anteriormente referidos músculos agonistas, antagonistas, sinergistas e estabilizadores (Behm & Anderson, 2006).

Estes autores, no seu trabalho, verificaram que os exercícios para fortalecimento do tronco realizados em superfícies instáveis aumentaram a activação muscular dos abdominais e extensores da coluna (estabilizadores do tronco) 37% a 54% mais que os realizados em superfície estável. Os exercícios realizados com pesos livres e de forma unilateral provocaram igualmente um aumento da activação dos músculos estabilizadores do tronco, sendo considerados como exercícios realizados sob condição instável.

Verificaram também que os exercícios realizados por acção dos membros inferiores (como o agachamento), com um grau elevado de instabilidade, provocaram uma activação dos estabilizadores do tronco 20% a 30% superior às restantes condições de menor instabilidade. Contudo constataram que as repetições foram realizadas a um ritmo lento, contrastando com os padrões de

recrutamento muscular que se verificam nos desportos colectivos (onde se insere o futebol) que exigem muitas vezes contracções musculares realizadas de forma explosiva, sugerindo que a prática das acções motoras específicas de um determinado desporto pode ser suficiente para melhorar factores associados à estabilidade.

Constataram ainda que a produção de força diminuiu quando os exercícios foram executados em condições instáveis, mantendo-se contudo níveis de activação muscular elevados nomeadamente ao nível do tronco, devido ao aumento das funções de estabilização.

O aumento da activação dos músculos agonistas durante dois exercícios que envolviam os flexores plantares e extensores das pernas realizados em condições instáveis, comparativamente com os realizados em condições estáveis, foi outra aferição importante feita pelos autores. Estes consideram que essa maior activação se deveu ao papel do antagonista no controlo da posição do segmento corporal durante a produção de força de modo a aumentar a rigidez articular, promovendo a estabilidade. Tal facto contribui para a redução da força produzida uma vez que vai existir uma maior resistência ao movimento pretendido.

Existe então a necessidade de se utilizar um grau de instabilidade ligeiro a moderado se se pretende desenvolver a força dos membros inferiores e superiores, permitindo assim uma sobrecarga adequada dos músculos que não seria possível atingir sob instabilidade postural, considerando que a maior contribuição do treino em instabilidade talvez resida na melhoria da estabilidade do core em vez de residir na melhoria da força dos membros inferiores e superiores. Em suma, os autores consideram que o objectivo a atingir com este tipo de treino pode ser o de tentar melhorar a estabilidade postural e capacidade proprioceptiva, em vez de ser o de tentar obter ganhos significativos de força (Behm & Anderson, 2006).

Com a perspectiva de melhorar o controlo postural, através de uma melhor estabilização do core e/ou a nível articular (tornozelo, joelho, coxo-femural) e posterior performance na execução das acções motoras inerentes às varias modalidades, alguns estudos têm sido realizados de modo a tentar-se aferir os

possíveis benefícios do treino em instabilidade ou treino de equilíbrio no controlo postural.

O referido tipo de treino vem muitas vezes associado ao conceito de treino funcional ou treino sensoriomotor, sendo que os exercícios normalmente ditos funcionais se baseiam muito em acções motoras realizadas sobre superfícies instáveis (swissball, Bosu e outras plataformas de instabilidade) e exercícios executados em apoio unipedal.

Num estudo levado a cabo, tentou-se investigar a influência do treino em instabilidade na redução da oscilação corporal, demonstrada pela redução da magnitude do deslocamento do centro de pressão (Verhagen et al., 2005).

A amostra foi composta por 30 indivíduos (5 do sexo masculino e 25 o sexo feminino) distribuídos da seguinte forma: 11 constituíram o grupo de controlo; 11 um grupo experimental; 8 um segundo grupo experimental. O grupo de 8 indivíduos participava num quadro competitivo de Voleibol com uma frequência de treinos de pelo menos 2 vezes por semana. Ambos os grupos experimentais foram submetidos a um programa de treino de equilíbrio 2 vezes por semana durante 5.5 semanas. De referir que foram incluídos neste estudo indivíduos que tiveram lesões na articulação tíbio-társica (entorse) à menos de 12 meses (período durante o qual aumenta o risco de lesão recidiva).

O programa de treino era composto por 14 exercícios com os apoios a serem feitos de forma unipedal (no solo e sobre uma plataforma de instabilidade) e bipedal (sobre uma plataforma de instabilidade). Os exercícios envolviam posições estáticas, recepção e lançamento de uma bola com companheiro, passe por cima (Voleibol) com companheiro e agachamentos com um e dois pés de apoio. Alguns exercícios eram realizados com a perna livre flectida enquanto outros eram executados com flexão da perna e coxa livres. A dificuldade e a intensidade dos exercícios foi aumentando gradualmente durante o período no qual o programa de treino foi submetido aos testados. A duração de cada sessão de treino foi de 15 minutos aproximadamente. Todos os sujeitos foram posteriormente testados numa plataforma de forças, em equilíbrio unipedal, nas condições de olhos abertos e olhos fechados.

Os resultados obtidos demonstraram que a oscilação postural não foi afectada pelo programa de treino aplicado, uma vez que não se verificaram diferenças entre os grupos ao nível da amplitude dos deslocamentos do centro de pressão após 5.5 semanas de treino de equilíbrio aplicado. Os autores consideraram que uma possível explicação poderia residir no facto da maioria dos sujeitos testados participarem activamente num ou mais desportos de forma regular, o que poderia logo colocar o nível inicial dos deslocamentos do centro de pressão num patamar mais reduzido devido a essas experiências desportivas. Sendo este o caso, ou os sujeitos não apresentariam evolução ou esta seria reduzida em virtude do programa de treino aplicado. Os autores esperavam ainda ver uma influência positiva do mencionado programa de treino nos sujeitos com lesão prévia (entorse à menos de 12 meses) o que no entanto não se verificou, tendo sido sugerido que o efeito positivo do treino pode ter sido mascarado pelos resultados dos sujeitos sem lesão prévia.

Resultados opostos obtiveram-se num estudo elaborado com o objectivo de determinar o efeito do treino de equilíbrio dinâmico progressivo, em apoio unipedal, na estabilidade dinâmica em sujeitos saudáveis. De referir que os autores, no contexto deste estudo, definiram equilíbrio dinâmico como acções de treino ou de teste que requerem movimento de um segmento corporal ou de todo o corpo enquanto se tenta manter o equilíbrio com apoio unipedal (Rasool & George, 2007).

A amostra foi composta por 30 indivíduos do sexo masculino. O desempenho dos testados no que se refere ao equilíbrio dinâmico foi aferido em três momentos: antes do início da aplicação dos treinos; 2 semanas após os treinos; 4 semanas após os treinos. O “Star Excursion Balance Test” (SEBT) foi o teste escolhido para as medições e consistiu num teste funcional que se caracteriza por manter uma posição erecta em apoio unipedal, tentando chegar o mais longe possível com a perna oposta (em 8 direcções distintas), devendo tocar com o dedo grande do pé no chão.

Quanto ao treino realizado, este progrediu de exercícios simples de equilíbrio estático para exercícios mais complexos e desafiantes com relevância no equilíbrio dinâmico. A progressão dos exercícios em termos de dificuldade fez-

se manipulando as condições visuais (olhos abertos e olhos fechados), a superfície de apoio dos pés (mais estável no caso do piso do ginásio e mais instável no caso do colchão de ginástica) e a amplitude de alcance do membro inferior contra-lateral e movimentos do tronco executados numa posição em apoio unipedal. O grupo experimental foi sujeito aos exercícios de treino 5 dias por semana durante 4 semanas.

Os resultados obtidos permitiram verificar, logo após 2 semanas a executar o protocolo de exercícios estipulado, uma melhoria no que concerne ao desempenho ao nível do equilíbrio dinâmico, em todas as direcções do SEBT. Verificaram-se também melhorias significativas, embora em menor escala, na perna livre (não treinada) sendo sugerido pelos autores um efeito cruzado de treino com melhorias na perna livre derivadas do efeito que o treino produziu na perna de apoio (treinada). A performance do grupo de controlo no SEBT não se modificou ao longo das 4 semanas de duração da intervenção.

Os autores apresentam algumas sugestões ou possibilidades relativamente aos mecanismos que podem estar envolvidos na melhoria do equilíbrio, nomeadamente: controlo melhorado sobre as alterações do centro de gravidade (hipótese meramente especulativa uma vez que não foi utilizada qualquer tipo de plataforma de forças); padrões de resposta postural automáticos melhorados (como por exemplo aumento da probabilidade de activação dos músculos funcionais apropriados); maior eficácia das respostas neurais face a distúrbios posturais; aumento dos níveis de atenção prestada a informações proprioceptivas pelo cérebro a um nível consciente nas primeiras fases do processo de treino e a um nível automatizado em fases mais avançadas.

Investigações prévias têm demonstrado que a realização de exercícios em superfícies instáveis melhora significativamente o equilíbrio estático e as medidas relativas ao controlo postural. No entanto, os benefícios que possam ocorrer na performance de atletas, com a aplicação dos exercícios referidos, está ainda por determinar (Willardson, 2007).

Existe ainda um caminho a percorrer na aferição da influência que exercícios de treino funcional ou sensoriomotor possam ter na melhoria do controlo

postural por parte dos atletas, constatando-se até ao momento que o número de estudos onde se verificaram efeitos significativos está muito próximo do número de estudos em que não se verificaram qualquer tipo de efeitos, facto já constatado por Vehagen et al. (2005) aquando da realização do seu estudo.

Esta constatação pode dever-se ao tipo de exercícios que são escolhidos como exercícios funcionais e que poderão estar a contribuir de forma infrutífera para a melhoria do controlo postural dos sujeitos testados, pelo simples facto de estarem desajustados à realidade das exigências do desporto em questão.

É preferível então referir-nos a um exercício ou conjunto de exercícios, não como sendo funcionais, mas como tendo a capacidade para melhorar a competência funcional (Siff, 2002).

1.6 Treino Sensoriomotor na Prevenção e Recuperação de Lesões

As lesões e subsequente reabilitação sempre foram temas importantes para os investigadores, na medida em que correspondem a uma problemática que várias vezes atinge os atletas, de uma forma transversal a todos os desportos, e para a qual se tentam descobrir as estratégias mais eficazes para se tentar evitar lesões e para que a recuperação ocorra o mais rápido e eficazmente possível quando não é possível evitá-las, tentando prevenir as lesões recidivas.

Esta temática ganha ainda mais relevância pelo simples facto de se constatar que lesões como a ruptura do ligamento cruzado anterior (lesão grave e algo comum nos futebolistas), provocam défices na estabilidade postural dos atletas mesmo 2 anos após terem sido submetidos a cirurgia de reconstrução (Moussa et al., 2009).

Noutro estudo tentou-se avaliar, entre outros aspectos, os efeitos do treino de força em instabilidade no equilíbrio estático e dinâmico em atletas em reabilitação após lesão no ligamento cruzado anterior (LCA). De referir que o

treino foi aplicado após 2 meses de tratamentos conservadores (Zemkova & Vlastic, 2009).

No seu estudo verificaram que, após 12 semanas de treino de força em instabilidade, não existiram melhorias ao nível do equilíbrio estático. A explicação sugerida é a de que como os exercícios de treino foram maioritariamente executados em plataformas de instabilidade, talvez não se tenham observado alterações na estabilidade postural devido à insuficiência de condições específicas no que concerne a testes estáticos.

No que concerne ao equilíbrio dinâmico, constatou-se uma melhoria da estabilidade da perna lesionada traduzida por um decréscimo da velocidade de oscilação do centro de pressão durante o apoio bipedal na direcção médio-lateral, sugerindo uma utilização eficiente de uma estratégia para o controlo postural desencadeada na anca, que segundo os autores, normalmente é uma estratégia adicional utilizada quando as perturbações posturais são maiores e já não podem ser corrigidas somente pela actividade dos músculos que envolvem a articulação do tornozelo. Esta maior activação muscular poderá ter origem em reflexos de estiramento e vestibulares ou através de respostas voluntárias desencadeadas por informação sensorial proveniente de várias vias. Uma dessas vias poderá ser informação proprioceptiva proveniente do tronco e região superior dos membros inferiores.

Outros autores observaram que o treino de equilíbrio realizado para o membro inferior não lesionado pode, teoricamente, conduzir a pequenas melhorias no membro inferior lesionado mesmo quando é inadequado sujeitar directamente o membro afectado ao tipo de treino referido (Rasool & George, 2007). Contudo é referido pelos autores que este efeito cruzado pode verificar-se de modo amplificado quando a transferência ocorre da perna dominante para a não dominante.

Willardson (2007), na sua revisão da literatura, encontrou evidências que suportam a efectividade do treino utilizando equipamentos instáveis na redução da probabilidade de ocorrência de lesões no LCA, considerando que os exercícios em instabilidade poderão aumentar a sensibilidade dos fusos neuromusculares, resultando num estado de alerta mais activo para responder

a forças perturbadoras da estabilidade de uma articulação. Deste modo, expor uma articulação a potenciais forças desestabilizadoras durante o treino pode revelar-se como um estímulo necessário para desenvolver padrões neuromusculares compensatórios eficazes.

Outros autores também observaram uma diminuição significativa de lesões no LCA em jogadores de Futebol amadores e semiprofissionais que foram submetidos a exercícios realizados sobre plataformas instáveis mais os exercícios integrados no treino normal (Caraffa, Cerulli, & Projetti, 1996).

Constatou-se ainda em alguns estudos que o treino sensório-motor melhorou a proprioceptividade, a força e a estabilidade postural durante a reabilitação de lesões ocorridas nos membros inferiores (Page, 2006). Foram igualmente encontradas evidências sobre a eficácia deste tipo de treino no tratamento e prevenção de lombalgias, fibromialgia e dor crónica no pescoço (Page, 2006); (Willardson, 2007).

1.7 Alterações no Controlo Postural com a Fadiga

A fadiga, definida como um estado em que se verifica uma redução da capacidade de gerar força por parte do sistema neuromuscular (Springer & Pincivero, 2009) é outro dos factores que vai interferir no controlo postural, afectando-o de forma negativa (Gribble & Hertel, 2004); (Springer & Pincivero, 2009).

Uma possível razão para a relação que se constata entre o nível de fadiga e a alteração do controlo neuromuscular (que pode ser aferido através de medidas referentes ao controlo postural), prende-se com a redução na velocidade de condução nervosa dos sinais aferentes do músculo fatigado que por sua vez leva a uma velocidade reduzida de propagação dos sinais eferentes, o que vai afectar a capacidade de produção de movimentos compensatórios eficazes (Gribble & Hertel, 2004).

O Futebol, enquanto modalidade desportiva colectiva de carácter intermitente, envolve esforços de alta intensidade intercalados com outros de baixa intensidade que não permitem uma recuperação completa dos parâmetros fisiológicos do atleta. É portanto um desporto cujas actividades são executadas com níveis elevados de fadiga, existindo uma participação importante dos sistemas aeróbio e anaeróbio de produção de energia.

O impacto que os exercícios aeróbios e anaeróbios têm no controlo postural tem sido objecto de estudo de alguns autores, assim como o tempo de recuperação das variáveis que permitem aferir o nível de controlo da postura para valores pré-exercício.

Por esta razão, alguns autores tentaram avaliar os efeitos da fadiga no controlo postural em atletas-estudantes saudáveis, utilizando para tal protocolos de exercício aeróbio e anaeróbio, tendo tentado também estabelecer, para cada protocolo de exercício, um padrão temporal de recuperação das medidas referentes ao nível de controlo postural, para os valores iniciais pré-exercício (Fox, Mihalic, Blackburn, Battaglini, & Guskiewicz, 2008).

A amostra era composta por 36 atletas que praticavam as modalidades de Lacrosse (6 masculinos e 6 femininos), Futebol (6 masculinos e 6 femininos), Luta (6 masculinos) e Hóquei em Campo (6 femininos). O exercício aeróbio consistiu num teste de corrida intermitente tipo “yo-yo” realizado com uma velocidade de corrida crescente até haver 2 falhas (bip emitido antes do corredor chegar à zona devida) consecutivas ou não. O exercício anaeróbio reportou-se a sprints realizados com o máximo esforço possível, entre 2 cones, tentando fazer o máximo de percursos possíveis em 2 minutos. Os sujeitos foram testados em posição erecta bipedal e unipedal sempre com os olhos fechados e com os pés apoiados no chão (superfície firme) e num tapete esponjoso (superfície mais instável).

Os resultados demonstraram que quer o exercício aeróbio, quer o anaeróbio, afectaram negativamente o controlo postural aferido através das medidas recolhidas no que se refere ao “Balance Error Scoring System”, velocidade de oscilação e área elíptica. Verificou-se ainda que as alterações no controlo postural persistiram durante 8 minutos após o exercício retornando ao nível

pré-exercício em média entre os 8 e os 13 minutos independentemente do tipo de exercício. Esta ausência de diferenças entre os dois tipos de exercício pode dever-se, de acordo com os autores, à natureza do exercício aeróbio, uma vez que este, nos últimos patamares, apresentou uma exigência metabólica semelhante à do exercício anaeróbio.

Num outro estudo tentou-se verificar a influência do exercício aeróbio e anaeróbio no controlo postural, utilizando-se para tal uma tarefa em que se tinha que pedalar numa bicicleta estática (Demura & Uchiyama, 2009).

No exercício anaeróbio os testados realizaram 2 repetições, com 1 minuto de intervalo, pedalando em cada repetição à velocidade máxima durante 30 segundos. No exercício aeróbio os testados pedalarão durante 60 minutos com uma cadência de 60 rpm. Para medição da estabilidade postural os testados tiveram que estar numa posição erecta, em apoio bipedal e com os olhos abertos.

Os autores constataram que ambos os tipos de exercício provocaram alterações significativas (deterioração) na oscilação do centro de pressão. É sugerido pelos autores que a fadiga muscular altera a eficácia da contração muscular, a informação proveniente da proprioceptividade e o controlo cortical. Como o controlo postural na posição ortostática está relacionado com a actividade de músculos posturais, é legítimo associar a fadiga destes com alterações no controlo postural e no movimento.

Ao terem verificado diferenças na área e na velocidade de oscilação do centro de pressão imediatamente após os dois exercícios (em relação à situação pré-exercício), sugeriram também que os exercícios de alta intensidade como os que se observam por exemplo no Futebol, Basquetebol e Basebol, têm a capacidade de deteriorar a estabilidade postural durante a execução das actividades inerentes ao desporto em questão, o que resultará num efeito negativo na performance dos atletas.

Outros autores realizaram um estudo direccionado especificamente para o Futebol com o objectivo de estudar a influência da actividade específica intermitente do Futebol no desempenho de uma tarefa de equilíbrio unipedal,

tentando também verificar o efeito dessa actividade na estabilidade funcional articular, que por sua vez indicará mecanismos potenciais de lesão (Greig & Walker-Johnson, 2007).

A amostra era composta por 10 jogadores semi-profissionais que tiveram que completar um protocolo de exercício intermitente num tapete rolante onde se tentou replicar o perfil de actividade de um jogo de Futebol de modo a poder-se investigar a influência da fadiga nos mecanismos de lesões típicas do Futebol. Para avaliar a estabilidade postural foi realizada uma tarefa de equilíbrio dinâmico unipedal, na qual foi utilizado o membro inferior dominante identificado pelos autores como o mais susceptível de sofrer uma lesão.

Os resultados demonstraram que o protocolo de exercício aplicado não teve efeito no desempenho da tarefa de equilíbrio unipedal. Contudo, verificou-se uma alteração na estratégia utilizada para manter o equilíbrio durante as últimas etapas dos primeiros e dos segundos 45 minutos. Esta alteração estratégica manifestou-se com o desvio médio na direcção antero-posterior a aumentar na direcção anterior, enquanto no restante tempo esse desvio médio era lateralizado para o centro da plataforma. A referida alteração pode ter sido feita através de uma flexão plantar superior que reduziu a base de suporte, aumentando dessa forma o risco de lesão, mais especificamente, o risco de contrair uma entorse devido à possibilidade aumentada de realizar movimentos rotacionais e transversais provocados por uma maior instabilidade posicional da articulação tibiotársica.

Outra explicação para a referida deflexão anterior prende-se com a possibilidade de a mesma ter sido conseguida através de uma maior flexão da perna ou da coxa para mover o centro de massa para a frente, o que pode aumentar o risco de lesão uma vez que quando se coloca ênfase em estratégias apoiadas na flexão da coxa ou da perna para manter o equilíbrio, altera-se o padrão de recrutamento muscular que com a fadiga instalada pode tornar o jogador mais susceptível de se lesionar.

Noutro estudo pretendeu-se investigar os efeitos da fadiga muscular localizada no tornozelo e anca conseguida através da realização de movimentos no plano frontal, no controlo postural numa posição de apoio unipedal no solo. Os

movimentos utilizados para provocar a fadiga nos músculos que actuam no plano frontal no tornozelo e anca foram a inversão e eversão do pé e a adução e abdução da coxa respectivamente, utilizando-se para tal um dinamómetro isocinético (Gribble & Hertel, 2004).

Foi utilizada uma amostra composta por 13 indivíduos (9 do sexo feminino e 4 do sexo masculino).

Os resultados permitiram verificar o aumento da velocidade de oscilação do centro de pressão provocado pela fadiga dos dois grupos musculares localizados no tornozelo e anca. Verificou-se contudo que a fadiga induzida nos adutores e abdutores da anca provocou um aumento superior e significativo da referida velocidade de oscilação em comparação com a condição de fadiga induzida nos músculos do tornozelo.

Os autores sugerem que quando a musculatura da anca se encontrava num estado de fadiga, a sua eficiência contráctil diminuiu, o que levou ao aumento da realização de movimentos exploratórios por parte do tornozelo com o objectivo de manter o equilíbrio em apoio unipedal. Com efeito, a propalada redução da eficiência contráctil dos músculos que envolvem a anca e o aumento da actividade do tornozelo conduziu a um aumento da velocidade do centro de pressão no plano frontal (médio-lateral).

Na condição de fadiga dos músculos responsáveis pela inversão e eversão do pé, estes músculos podem ter experimentado um decréscimo da sua eficiência contráctil, enquanto que os músculos proximais que envolviam a anca não foram sujeitos à fadiga funcionando de forma adequada na manutenção do controlo postural em posição unipedal, o que possivelmente fez com que não se tivessem verificado diferenças significativas na velocidade de oscilação do centro de pressão. Essa ausência de diferenças significativas é justificada com a possibilidade de ter ocorrido uma diminuição dos movimentos exploratórios do tornozelo devido à fadiga muscular.

Num outro estudo, realizado com o objectivo de determinar os efeitos da fadiga muscular localizada e da fadiga geral (central) no equilíbrio em posição unipedal, verificou-se que ambos os estados de fadiga deterioraram o

equilíbrio, tendo-se ainda aferido o impacto potencialmente negativo que a duração mais prolongada de um exercício pode ter no controlo neuromuscular nos membros inferiores (Springer & Pincivero, 2009).

Um facto importante a referir é o de que quando a fadiga muscular é provocada por exercícios que necessitam de baixos níveis de produção de força para a sua execução, o controlo postural não necessita de sofrer grandes adaptações, verificando-se apenas pequenas alterações no timing de activação dos diferentes músculos posturais (Chabran, Malon, & Fourment, 2002).

1.8 Posturografia

Para se manter uma posição de estabilidade postural é necessário garantir que a projecção vertical do centro de gravidade do corpo se mantenha dentro da base de suporte, que corresponde ao polígono delimitado pela parte lateral dos pés, garantindo assim a estabilidade necessária para a execução de diversos movimentos. O centro de gravidade (CG), ou centro de massa (CM), pode ser definido, de uma forma simplista, como o ponto de aplicação da força da gravidade resultante no corpo. Um conceito associado à base de suporte é o limite de estabilidade que se refere à proporção da base de suporte que um indivíduo consegue utilizar mantendo-se estável, ou seja, o limite de estabilidade expressa a base de suporte funcional de um indivíduo.

Em termos mecânicos, as condições necessárias para o equilíbrio do corpo dependem das forças e torques aplicadas ao mesmo. Um corpo está mecanicamente em equilíbrio quando o somatório de todas as forças e torques que actuam sobre este são iguais a zero. As forças referidas podem classificar-se como internas ou externas.

As forças internas podem ser distúrbios fisiológicos (batimento cardíaco ou a respiração) ou perturbações causadas pela activação muscular necessária para a manutenção da postura e para o desempenho de movimentos próprios do corpo. As forças externas mais comuns que actuam sobre o corpo humano

são a força gravitacional exercida sobre todo o corpo e a força reactiva do solo que durante a postura erecta actua nos membros inferiores. Todas estas forças aceleram continuamente o corpo humano em todas as direcções em torno do seu centro de gravidade. Desta forma, de um ponto de vista mecânico, o corpo nunca se encontra num ponto de equilíbrio perfeito, uma vez que as forças actuantes apenas são nulas temporariamente.(Duarte & Freitas, 2010).

A oscilação postural é então a oscilação natural que o corpo apresenta quando está na postura erecta e é normalmente representado por meio da trajectória do CG.

O centro de pressão (CP) é uma medida de deslocamento associada aos estudos sobre o controlo postural devido à sua relação com o centro de gravidade, por ser a resposta neuromuscular à oscilação do referido centro de gravidade (Mochizuki & Amadio, 2003).

Este CP corresponde ao ponto de aplicação resultante da acção das forças verticais sobre a superfície de apoio que normalmente corresponde a uma plataforma de forças.

Considera-se desta forma que a deslocação do CG corresponde à variável que realmente indica a oscilação do corpo, enquanto o CP é a variável que corresponde à combinação das respostas neuromusculares (produzidas em função do deslocamento do centro de gravidade), com a posição do próprio CG.

A plataforma de forças permite medir as três componentes da força: F_x , F_y e F_z , em que x , y e z correspondem respectivamente às direcções antero-posterior (AP), médio-lateral (ML) e vertical. Permite igualmente medir as três componentes do momento de força ou torque (M_x , M_y e M_z) que actuam na plataforma.

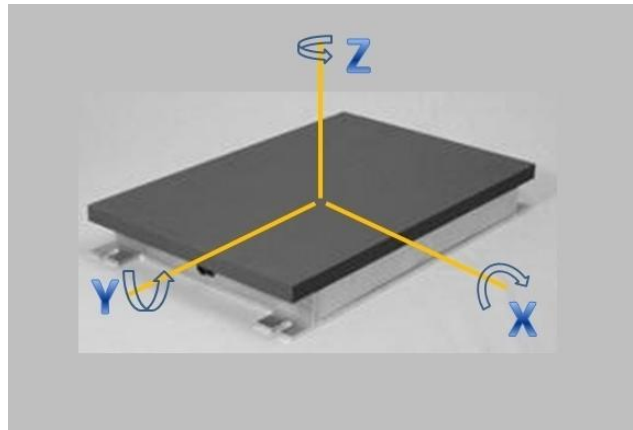


Figura 1 - Representação das três componentes da força (x, y e z) medidas na plataforma de forças

Os dados recolhidos relativos ao CP podem ser visualizados de duas formas distintas: através de um estatocinesigrama, que corresponde ao mapa do CP na direcção antero-posterior versus o CP médio-lateral; através de um estabilograma que se refere à sequência temporal do centro de pressão em cada uma das direcções antero-posterior e médio-lateral.

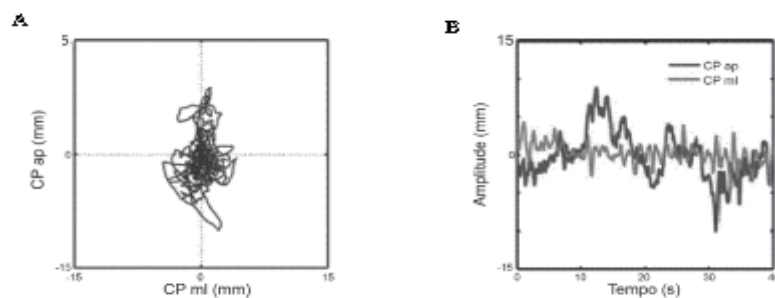


Figura 2 - Exemplos de um estatocinesigrama (A) e de um estabilograma (B)

De referir que as diferenças entre CG e CP estão relacionadas com a aceleração do corpo, sendo que, quanto menores forem as frequências de oscilação do corpo menores serão as diferenças entre as duas variáveis referidas. (Duarte & Freitas, 2010).

1.8.1 Análise Tradicional do CP

É frequente encontrar abordagens lineares de variáveis calculadas com base nas medidas do CP nos eixos AP e ML. No Quadro 1 podemos visualizar alguns dos parâmetros encontrados na literatura.

Quadro 1 - Parâmetros que caracterizam o comportamento postural na posição erecta quasi-estática na análise das coordenadas do CoP ou do CoM (Godinho, 2006)

Parâmetros	Autores
CoP Médio	Kirshenbaum et al., (2001); Prieto et al., (1996).
Amplitude Pico a Pico (CopMax)	Amiridis et al., (2003); itchell et al., (1995); Nara et al., (1999).
Distância Resultante (RD)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996).
Distância Média (MDIST)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Takahashi & Mrata, (2001).
Root Mean Square (RMS)	Asseman & Gahery, (2005); Ferdjallah et al., (2002); He, (1998); Lamontagne et al., (2005); Laughton et al., (2003); Mitchell et al., (1995); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Redfern et al., (2001); Redfern et al., (2004); Rocchi et al., (2004); Winter et al., (2003).
Excursão Total (TOTEXT) / Percurso de Oscilação (AP-ML) Excursão AP	Kantor et al., (2001); Madeleine et al., (2004); Marvel et al., (2004); Mayagoitia et al., (2002); Morika & Yagi, (2004); Prieto et al., (1996); Sasaki et al., (2001); Schmit et al., (2005); Vuillerme & Nougier, (2004).
Velocidade Média (MVELO)	Kantor et al., (2001); Kirshenbaum et al., (2001). Duarte et al., (2000); Evans et al., (1997); Kantor et al., (2001); Kirshenbaum et al., (2001); Mayagoitia et al., (2002); Nouillot & Natta, (2004); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996);

Amplitude (Range)	Redfern et al., (2004); Rocchi et al., (2004); Sakellari & Bronstein, (1997); Takahashi & Mrata, (2001); Teasdale & Simoneau, (1997). Blaszczyk et al., (2000); Brauer & Seidel, (1980); Laughton et al., (2003); Madeleine et al., (2004); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996).
Área Circular do Estabilograma com 95% de confiança (AREA-CC)	Prieto et al., (1996).
Área Elíptica do Estabilograma com 95% de confiança (ÁREA-CE)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Thompson et al., (2005).
Área Elíptica do Estabilograma com 90% de confiança (AREA-CE)	Asseman & Gahery, (2005); Isotalo et al., (2004); Sasaki et al., (2001).
Ângulo de Oscilação	Lee et al., (2004).
Área de Oscilação (AREA- SW)	Duarte et al., (2000); Lee et al., (2004); Mitchell et al., (1995); Morioka & Yagi, (2004); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Takahashi & Mrata, (2001).
Área Rectangular	Morioka & Yagi, (2004).
Frequência Média (MFREQ)	Lee et al., (2004); Mayagoitia et al., (2002); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996).
Dimensão Fractal (FD)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996).
Total Power (POWER)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996).
50% Power Frequency (Freq Mediana)	Duarte et al., (2000); Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Williams et al., (1997).
95% Power Frequency	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Rocchi et al., (2004).
Frequência Centroidal (CFREQ)	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Williams et al., (1997).
Frequência de Dispersão	Prieto et al., (1992); Prieto et al., (1996); Williams

Revisão da literatura

(FREQD)	et al., (1997).
Frequência Espectral Média	Williams et al., (1997).
Frequência espectral Mediana	Williams et al., (1997).
Moda da Frequência Espectral / Frequência Dominante (Moda da Freq.)	Williams et al., (1997).
Desvio Padrão do Cop (CoPsd)	Amiridis et al., (2003); Duarte et al., (2000); Kirshenbaum et al., (2001); Laughton et al., (2003); Prieto et al., (1992); Sasaki et al., (2001); Schmit et al., (2005).
Complacência Articular	Prieto et al., (1992).
Diagrama de Difusão do Estabilograma	Collins & De Luca, (1993, 1995); Collins et al., (1995); Laughton et al., (2003); Mitchell et al., (1995); Nolan & Kerrigan, (2004); Peterka, (2000); Prieto et al., (1992); Rocchi et al., (2004).
Índice de Assimetria (asymetry index) (limb load asymetry factor)	Blaszczyk et al., (2000); Bracco et al., (2004); Hesse et al., (1996).
Análise Freqüencial de Fourier (FFT)	Brauer & Seidel, (1980); Cernacek, (1980); Creath et al., (2002); Duarte et al., (2000); Williams et al., (1997).
CoP + CoPI + CoPnet / Ap-ML	Ferdjallah et al., (2002); Madeleine et al., (2004); Rocchi et al., (2004); Winter et al., (2003).
Ângulo de Oscilação do CoM (θ sw)	Winter et al., (2003).
Tempo de reacção	Redfern et al, (2001); Redfern et al, (2004); Smart et al., (2004); Vuillerme & Nougier (2004).
Análise de Quantificação Recorrente (RQA)	Schmit et al., (2005).

1.8.2 Análise não linear do CP

O conceito de não linearidade teve a sua génese na Teoria dos Sistemas Dinâmicos (TSD), que refere que qualquer sistema biológico, em função de constrangimentos ambientais, morfológicos e biomecânicos, entra num processo de auto-organização de modo a encontrar a solução mais estável, pelo que um aumento da variabilidade indicará um comportamento menos cooperativo entre os componentes que constituem o sistema, o que por sua vez poderá conduzir o mesmo a novos estados preferenciais de organização

Um sistema não linear é então um sistema em que o “input” não provoca uma alteração linear no “output”, mas sim alterações ao nível da variabilidade do sistema que poderá conduzir à emergência de um novo comportamento, pelo que esta variabilidade deve ser considerada como uma fonte de alterações comportamentais em vez de erro. A complexidade é outro conceito considerado quando se fala em não linearidade, correspondendo a flutuações altamente variáveis nos processos fisiológicos, encontrando-se ocultada na série temporal de uma sequência de movimento que emerge ao longo do tempo. (Harbourne & Stergiou, 2009).

Na última década vários estudos têm revelado que a variabilidade da localização do CP durante a postura erecta não é resultado de um erro aleatório. Pelo contrário, apesar das oscilações do CP parecerem erráticas e irregulares contêm uma regularidade ocultada que emerge ao longo do tempo presumivelmente como resultado de interações entre componentes do sistema de controlo postural (Cavanaugh, Guskiewicz, & Stergiou, 2005).

Desta forma surge a análise não linear do CP como um método de análise complementar aos métodos mais tradicionais (lineares) de análise do controlo postural, permitindo recolher informações sobre a estrutura da variabilidade e complexidade da oscilação corporal medidas numa sequência temporal, em vez de informar apenas sobre a quantidade de variabilidade tal como acontece quando se utilizam apenas os métodos lineares.

Esta técnica de análise de dados permite assim fornecer informação sobre a saúde, estabilidade, flexibilidade e adaptabilidade do sistema de controlo postural (Rhea et al., 2011), permitindo considerar que um controlo postural óptimo, na postura erecta estática, apresenta oscilações reduzidas em amplitude e irregulares do CP (Cavanaugh et al., 2005).

1.8.2.1 Entropia Aproximada

A entropia aproximada (EnAp) é uma medida que consegue quantificar a regularidade ou previsibilidade de uma série temporal, em que valores elevados de EnAp revelam grande irregularidade, enquanto valores reduzidos revelam uma regularidade maior da série temporal (Cavanaugh et al., 2005); (Harbourne & Stergiou, 2009). Mais precisamente valores próximos de zero são consistentes com regularidade máxima, enquanto que valores próximos de dois correspondem a máxima irregularidade (Harbourne & Stergiou, 2009).

Num estudo realizado com o objectivo de verificar a influência da atenção na estrutura dinâmica da oscilação postural, foram utilizados trinta jovens indivíduos saudáveis tendo-se manipulado o foco da atenção.

Constatou-se que quando os indivíduos estavam com a atenção mais focada no controlo da postura (condição de olhos fechados) houve um aumento significativo da regularidade do CP, aumentando a variabilidade e diminuindo a estabilidade levando a um controlo postural pouco eficaz. Quando se introduziu uma tarefa cognitiva em simultâneo com a condição olhos fechados, aconteceu o contrário, ou seja, diminuiu a regularidade do CP e a sua variabilidade, sendo sugerido um aumento da eficiência e do automatismo do sistema de controlo postural (Donker & Roerdink, 2007).

Num outro trabalho em que se tentou descrever a recuperação do controlo postural pós concussão cerebral utilizando a EnAp, verificou-se que após a lesão os valores da variável referida baixaram quer na direcção AP quer na ML revelando uma maior regularidade da oscilação do CP na série temporal (Cavanaugh et al., 2006).

Deste modo, em função do exposto pode-se considerar que o estudo do controlo postural pode ser realizado através da análise do centro de pressão, aplicando-se posteriormente diferentes técnicas de leitura baseadas em parâmetros tradicionais e/ou parâmetros não lineares.

2. Objectivos

2.1 Objectivo Geral

Considerando que para existir um controlo postural eficaz, que permita manter o equilíbrio e a orientação corporal para cada nova postura adoptada pelo praticante, é necessária a integração no SNC das informações aferentes provenientes do sistema sensorial, relativamente à posição de segmentos corporais em relação a outros segmentos e posição dos segmentos em relação ao meio envolvente, permitindo determinar a sincronização, a direcção e a amplitude das acções posturais correctas, para posterior emissão de estímulos nervosos eferentes ao sistema motor que permitam sequenciar temporalmente e distribuir a actividade contráctil entre os músculos dos membros inferiores e do tronco permitindo gerar reacções de apoio para a manutenção do equilíbrio (controlo neuromuscular), pretende-se avaliar de que forma a aplicação de vinte e duas semanas de treino funcional altera as variáveis que definem o controlo postural.

2.2 Objectivos Específicos

Avaliar o efeito do programa de treino funcional no comportamento dos valores relativos ao centro de pressão no que diz respeito às seguintes variáveis:

- Distância total (DT);
- Amplitude antero-posterior (Amp_AP);
- Amplitude médio-lateral (Amp_ML);
- Área elíptica (AE);
- Velocidade média total (VMT);
- Velocidade média antero-posterior (VM_AP);
- Velocidade média médio-lateral (VM_ML);

- Entropia aproximada antero-posterior(EnAp_AP);
- Entropia aproximada médio-lateral (EnAp_ML).

2.3 Variáveis de Estudo

2.3.1 Variáveis Independentes

A variável independente considerada para a realização deste estudo foi a realização do programa de treino funcional.

2.3.2 Variáveis Dependentes

Neste estudo foram estudadas nove variáveis dependentes, sendo que sete estão relacionadas com análises lineares e duas com análises não lineares das deslocações do CP.

Quadro 2 - Tabela descritiva das variáveis dependentes em estudo

Variável	Escala de Medida
Análise Linear da Deslocação CP	
DT	Quantitativa Contínua
Amp_AP	Quantitativa Contínua
Amp_ML	Quantitativa Contínua
AE	Quantitativa Contínua
VMT	Quantitativa Contínua
VM_AP	Quantitativa Contínua
VM_ML	Quantitativa Contínua
Análise Não Linear da Deslocação CP	
EnAp_AP	Quantitativa Contínua
EnAp_ML	Quantitativa Contínua

3. Metodologia

3.1 Amostra

3.1.1 Processo Amostral

A presente amostra foi obtida através de um processo de amostragem por conveniência em dois grupos distintos. Um primeiro grupo, o experimental (Grupo 1) e um segundo grupo, o de controlo (Grupo 2).

3.1.2 Constituição da Amostra

A amostra foi composta inicialmente por vinte jogadores de futebol do sexo masculino, da categoria sub-19 de uma equipa, que participa no Campeonato Nacional da primeira divisão (idade = $17,5 \pm 0,51$ anos; altura = $1,79 \pm 0,06$ m; peso = $69,42 \pm 7,25$ kg)

Houve a necessidade de excluir dois jogadores do estudo, um devido a ter mudado de clube e o outro por lesão.

Foram considerados neste estudo dezoito jogadores divididos em dois grupos: um experimental (GE, n = 9 jogadores) e um de controlo (GC, n = 9 jogadores). O grupo experimental realizou para além do programa de treino da equipa de futebol, um programa de treino funcional complementar com a periodicidade de duas vezes por semana, ao longo de vinte e duas semanas, enquanto o grupo de controlo se limitou a fazer o programa de treino normal da equipa de futebol.

De acordo com o estatuto posicional, foram estudados:

- 1 Guarda-redes; 6 Defesas; 6 Médios e 5 Avançados.

Quadro 3 - Caracterização da amostra quanto à idade, altura e massa corporal (Média ± DP)

	Total		Grupo 1		Grupo 2	
Idade (anos)	17,50	± 0,51	17,67	± 0,50	17,33	± 0,50
Altura (m)	1,79	± 0,06	1,78	± 0,05	1,80	± 0,06
Peso (kg)	69,42	± 7,25	67,96	± 6,32	70,89	± 8,18

Os jogadores e respectivos treinadores, foram informados do objectivo deste estudo assim como das formas, número e duração das sessões de treino e avaliações. Foram esclarecidas todas as dúvidas surgidas. Após tal esclarecimento, treinadores e jogadores deram o seu consentimento para a participação neste estudo, através da leitura e assinatura do Termo de Consentimento Livre e Informado consoante o elaborado de acordo com as recomendações da “Declaração de Helsínquia”, da Associação Médica Mundial.

3.1.3 Critérios de Exclusão

Os sujeitos eram excluídos se apresentassem um historial com problemas de foro neuromuscular, artrite ou problemas reumatológicos, qualquer tipo de doença sistémica que pudesse interferir com a recolha de informação sensorial e problemas de visão que não pudessem ser corrigidos através da utilização de óculos.

3.2 Procedimentos

3.2.1 Termo de Consentimento Livre e Informado

Através da leitura do Termo de Consentimento Livre e informado, os jogadores da amostra concordaram em participar no estudo, ficando cientes dos testes que teriam de efectuar e comprometendo-se a colaborar em todas as tarefas. Este termo, assinado por cada um dos participantes, esclarece os objectivos do estudo e solicita a autorização dos dados, garantindo um carácter sigiloso e permitindo que em qualquer momento durante o teste o participante possa desistir sem qualquer penalização.

3.2.2 Medição do Peso e Altura

Para a medição do peso foi utilizada a plataforma de forças *BERTEC CORPORATION*, modelo 4060-10 e número de série 3110021041202526 (Made in USA) em conjunto com um Amplificador *BERTEC* Modelo AM6800 (Made in USA) tendo sido utilizada a saída digital através de USB. O peso de cada jogador foi recolhido a pé descalço, na posição bípede estática em cima da plataforma de forças, através do *Software ACQ Digital Acquire 1.4.7*.

A altura dos jogadores foi mensurada através de uma fita métrica colada a uma parede, a partir da qual foi medida a distância entre a planta dos pés e o vertex, com o sujeito encostado à parede e com os calcanhares juntos.

3.2.3 Protocolo Experimental

Os jogadores de Futebol pertencentes ao grupo experimental, foram sujeitos a um protocolo de treino funcional duas vezes por semana, que era realizado para além das rotinas de treino diárias normais. Cada sessão de treino funcional precedia o treino dito normal e tinha uma duração aproximada de vinte minutos. A intervenção experimental prolongou-se por vinte e duas semanas, tendo o primeiro treino tido lugar a vinte e cinco de Outubro de dois mil e dez e o último a três de Abril de dois mil e onze.

Durante as referidas vinte e duas semanas foram aplicados ao grupo experimental sete exercícios diferentes para cada uma das cinco regiões corporais consideradas no treino funcional (membros inferiores; região anterior do tronco; região posterior do tronco; abdominais; extensores de coluna), perfazendo um total de trinta e cinco exercícios.

Os exercícios foram organizados por ordem crescente de complexidade no que se refere às exigências impostas aos jogadores ao nível do controlo postural. Essa exigência ia aumentando, essencialmente, pelo incremento da instabilidade com que cada exercício era executado.

Optou-se por manipular a complexidade dos exercícios através da instabilidade devido ao facto dos futebolistas serem confrontados constantemente com esse tipo de exigência durante a realização das acções motoras requeridas durante o jogo (Paillard et al., 2006); (Gerbino et al., 2007); (Bressel et al., 2007).

Deste modo, devemos considerar em primeiro lugar que a estabilidade do tronco assume um papel importante na execução das habilidades motoras desportivas, pelo que o programa de treino funcional a aplicar deverá assentar em exercícios com uma componente desestabilizadora capaz de estimular os músculos que constituem o core, requerendo padrões de activação muscular com capacidade para assegurar a estabilização da coluna vertebral (Willardson, 2007).

Outro factor importante, que atesta a utilização da instabilidade no treino funcional experimental delineado neste estudo, prende-se com o facto da referida instabilidade poder possivelmente aprimorar a captação e descodificação no SNC de informação sensorial, que permitirá por seu turno aumentar a eficácia das respostas motoras sob a forma de ajustamentos posturais essencialmente compensatórios e desta forma melhorar a eficácia de estratégias que decorrem ao nível do tornozelo, joelho e anca, utilizadas para manter uma boa estabilidade postural.

Os meios de desestabilização utilizados consistiram na realização de vários tipos de exercícios sobre plataformas de instabilidade, em apoio unipedal, com pesos livres (halteres), sobre swissballs e com elásticos a provocarem forças contrárias ao sentido do deslocamento do corpo.

Em termos metodológicos o treino funcional foi executado na forma de treino em circuito, composto por cinco estações nas quais eram exercitadas regiões corporais diferentes (membros inferiores, região anterior do tronco, região posterior do tronco, abdominais e extensores da coluna). Nos exercícios 1, 2, 3 e 4 (ver apêndice 2), os jogadores realizaram duas vezes o circuito com três minutos de intervalo de recuperação (IR) entre as duas voltas. Em cada estação os jogadores foram instruídos sobre a necessidade de realizarem o maior número de repetições possível durante um minuto e trinta segundos. O IR entre uma estação e a outra era de cerca de vinte segundos, que correspondeu ao tempo de transição necessário entre os exercícios.

Nos exercícios 5, 6 e 7 (ver apêndice 2), os jogadores realizaram três vezes o circuito com dois minutos de IR entre cada uma das voltas. Neste caso os jogadores foram instruídos sobre a necessidade de fazerem o máximo possível de repetições durante um minuto. O IR entre estações foi igual ao referido para os primeiros quatro exercícios.

A alteração dos exercícios (do 1 para o 2, do 2 para o 3 e assim sucessivamente) era feita de três em três semanas de modo a que os jogadores tivessem o tempo necessário para se adaptarem a nível sensorial e muscular, o que consequentemente conduziria os mesmos a uma melhoria

visível da estabilidade postural e resistência muscular em cada um dos exercícios realizados.

De referir que o intervalo de esforço foi alterado de um minuto e trinta segundos para um minuto na passagem do exercício 4 para o exercício 5 com a introdução de um nível de instabilidade e de activação muscular considerado mais exigente, justificado pela introdução de acções motoras realizadas com uma componente desestabilizadora mais acentuada e/ou por acções motoras com exigências elevadas no que concerne à necessidade de produção de força.

Durante a realização de uma rotina de treino sensório-motor a postura com que os exercícios são realizados é o factor mais importante a considerar, devendo os respectivos exercícios ser executados durante um determinado período de tempo até um ponto de fadiga em vez de se prescrever um número específico de repetições, na medida em que o objectivo do treino funcional é promover a reacção e a resistência muscular em vez da força muscular, sendo aconselhável que os exercícios sejam terminados quando começa a aparecer a sensação do músculo a queimar ou quando começam a ser realizados movimentos compensatórios que não correspondem à técnica de execução dos exercícios (Page, 2006).

No presente estudo, sempre que começavam a aparecer os sinais de fadiga referidos, o exercício era adaptado de modo a reduzir-se a intensidade e assim poder ser concluído com a postura correcta, como por exemplo, passar da posição normal das flexões (mãos e ponta dos pés apoiados no solo) para uma posição em que se adicionava o apoio dos joelhos no chão.

Os testados eram instruídos sobre as referidas adaptações antes de iniciarem o circuito, passando do exercício original para o adaptado com a indicação do aplicador do treino funcional que era emitida sempre que se começava a verificar um comprometimento postural.

3.3 Recolha de Dados

Para a recolha dos dados procedeu-se à medição do peso e altura e à realização dos testes de estabilidade postural na plataforma de forças.

Os testes foram realizados no mesmo local e sob condições semelhantes, cumprindo com os procedimentos definidos anteriormente e pela seguinte ordem:

1. Recolha dos dados Antropométricos;
2. Recolha das oscilações do centro de pressão em diferentes posições:
 - a. em apoio bipedal com os olhos abertos (BOA) e fechados (BOF)
 - b. em apoio unipedal direito (UD) e apoio unipedal esquerdo (UE) com os olhos abertos.

Os testes a realizar, para medição das variáveis inerentes à estabilidade postural, foram aplicados em três momentos diferentes, nomeadamente no início, meio e fim da época desportiva, através de protocolos de avaliação que se encontram de acordo com o estipulado por Duarte & Freitas (2010).

A recolha de dados decorreu com a seguinte ordem e com os sujeitos testados nas seguintes condições: 1) posição erecta bipedal com os olhos abertos; 2) posição erecta bipedal com os olhos fechados; 3) posição erecta unipedal com o membro inferior esquerdo apoiado no solo e com os olhos abertos; 4) posição erecta unipedal com o membro inferior direito apoiado no solo e com os olhos abertos.

Foi solicitado aos testados que se mantivessem, em todas as condições de avaliação, numa posição com o menor nível de oscilação corporal possível durante 60 segundos.

Na condição de equilíbrio bipedal os apoios deveriam estar colocados, sensivelmente à largura da anca, sobre duas folhas de papel A3 (um apoio em cada folha), que por sua vez estavam fixadas na plataforma de forças.



Figura 3 - Jogador na condição de equilíbrio bipedal

As folhas A3 serviram para realizar o contorno dos pés dos jogadores testados de modo a uniformizar a posição dos apoios nas avaliações que se seguiram a meio e no final da época desportiva.

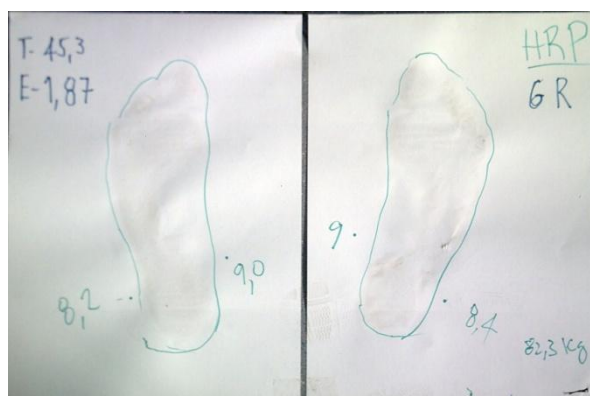


Figura 4 - Uniformização da posição dos apoios

Na condição de equilíbrio unipedal o apoio era colocado sobre o respectivo contorno anteriormente demarcado aquando da avaliação na condição bipedal, devendo a perna contrária estar flectida de modo a formar um ângulo de 90° com a coxa.



Figura 5 - Jogador na condição de equilíbrio unipedal

Em ambos os casos os braços deveriam estar cruzados, em contacto com o tronco, com cada uma das mãos a tocar no ombro contrário.

Em todas as condições que envolviam os olhos abertos os jogadores foram instruídos para dirigir o olhar para um ponto fixo desenhado sob a forma de um círculo numa folha de papel colocada à altura dos olhos dos testados e a um metro do local em que estes se encontravam sobre a plataforma de forças.

Em todas as condições foram realizadas duas repetições intercaladas por um minuto de intervalo de acordo com a sequência apresentada no quadro abaixo apresentado. Os valores relativos ao CP obtidos nas duas repetições foram considerados no tratamento estatístico realizado.

Quadro 4 - Organização sequencial das condições de aplicação dos testes

Sequência de Realização	1	2	3	4	5	6	7	8
Testes	BOA01	BOA02	BOF01	BOF02	UE01	UD01	UE02	UD02

Os testes foram realizados utilizando uma plataforma de forças (Bertec, 60x40cm). Os procedimentos de cálculo e tratamento serão realizados utilizando rotinas de cálculo desenvolvidas em ambiente *Matlab*®, desenvolvidas para o efeito.

3.4 Análise Estatística

Para o tratamento estatístico foi utilizado o PASW STATISTICS (versão 19.0 de 30 Julho, 2009).

As técnicas da estatística descritiva que possibilitaram caracterizar a amostra estudada em função das variáveis seleccionadas foram a média e desvio padrão.

A análise das medidas descritivas e os testes aplicados foram antecidos de uma análise exploratória das variáveis dependentes (DT; Amp_AP; Amp_ML; AE; VMT; VM_AP; VM_ML; EnAp_AP; EnAp_ML) nas quatro condições em que decorreram os testes (apoios bipedal com olhos abertos/fechados e unipedal esquerdo/direito), de forma a avaliar a normalidade da distribuição. Para tal recorreu-se ao teste de Shapiro-Wilk uma vez que a amostra era reduzida (dezoito indivíduos).

A análise do pressuposto da normalidade da distribuição, levou-nos a aceitar a hipótese de que a distribuição é normal ($p > 0,05$) para as variáveis DT (condição unipedal esquerdo), Amp_AP (condição unipedal esquerdo), Amp_ML (condição bipedal olhos fechados), VMT (condições bipedal olhos abertos e unipedal esquerdo), VM_AP (condição bipedal olhos abertos), VM_ML (condição unipedal direito), EnAp_AP (condições bipedal olhos abertos e unipedal esquerdo/direito), EnAp_ML (nas quatro condições testadas), aCoor_AP (condições bipedal olhos aberto/fechados e unipedal esquerdo) e aCoor_ML (condições unipedal esquerdo/direito), utilizando-se para a respectiva análise testes paramétricos.

Em todos os outros casos não se verificou uma distribuição normal dos resultados tendo-se optado por testes não paramétricos.

Quando se utilizaram testes paramétricos, o pressuposto da esfericidade foi aferido através do teste de esfericidade de Mauchly, tendo-se constatado que em alguns casos tal pressuposto não se verificou, pelo que se optou pela

aplicação de uma análise multivariada (MANOVA) que apenas exige a homogeneidade das covariâncias (Maroco, 2010).

O pressuposto da homogeneidade foi verificado através do teste de Levene para todas as variáveis consideradas.

Sempre que o pressuposto da normalidade se verificou, utilizou-se nas variáveis consideradas o teste de análise multivariada (MANOVA) de forma a aferir a existência ou não de diferenças significativas entre o grupo experimental (treinados) e o grupo de controlo (não treinados) em cada uma das quatro condições. Quando o referido pressuposto não se verificou, utilizou-se o teste não paramétrico de Wilcoxon que será o mais indicado para amostras dependentes compostas por dois grupos (Vincent, 2005).

Foi considerado um nível de significância em todos os testes estatísticos aplicados de $p \leq 0,05$, isto é, com um intervalo de confiança de 95%.

4. Apresentação de Resultados

Apresentação dos Resultados

4.1 Condição Bipedal de Olhos Abertos

No que concerne à condição BOA, para o GE, verifica-se uma diminuição dos valores médios (melhor desempenho) de todas as variáveis relativas aos parâmetros tradicionais da primeira para a terceira avaliação, com exceção da Amp_AP em que houve uma deterioração do desempenho (aumento dos valores médios obtidos) da primeira para a segunda avaliação e da Amp_ML em que se registou a mesma situação mas da segunda para a terceira avaliação. Contudo em ambos os casos registou-se sempre um desempenho superior na terceira avaliação comparativamente com a primeira.

Quando analisados os parâmetros não lineares verificou-se uma subida dos valores quer de EnAp_AP quer de EnAp_ML da primeira para a terceira avaliação revelando uma evolução em termos de um maior automatismo no controlo postural e diminuição da variabilidade das oscilações do CP. Como exceção, nesta tendência de subida dos valores, há a referir a diminuição dos mesmos no caso da EnAp_AP da primeira para a segunda avaliação.

Quadro 5 – Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo Experimental							
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)		P<0,05	
Dist_Total(mm)	20109,537	± 6930,667	17918,758	± 4595,745	15743,126	± 4096,138		e
Amp_AP(mm)	21,489	± 8,890	21,513	± 4,327	18,119	± 4,970	f	
Amp_ML(mm)	12,951	± 8,589	9,930	± 3,218	10,335	± 3,223		
AE(mm ²)	167,349	± 153,137	112,369	± 42,872	96,952	± 42,990	d e	
VMT(mm/s)	,817	± ,327	,744	± ,172	,668	± ,158		
VM_AP(mm/s)	,584	± ,220	,565	± ,118	,513	± ,128		
VM_ML(mm/s)	,447	± ,215	,363	± ,132	,325	± ,080	d e	
EnAp_AP	,171	± ,079	,150	± ,046	,226	± ,081	f	
EnAp_ML	,565	± ,186	,619	± ,143	,750	± ,243	e	

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 1ª -3ª avaliação); f (entre 2ª -3ª avaliação)

Quando analisados os valores médios obtidos pelo GC, verificamos a mesma tendência registada nos valores do GE, ou seja, melhoria do desempenho da

Apresentação dos Resultados

primeira para a terceira avaliação quer no caso dos parâmetros tradicionais, quer no que se refere aos parâmetros não lineares, constatando-se apenas deterioração dos resultados na DT, VM_AP e EnAp_ML da primeira para a segunda avaliação e da Amp_ML da segunda para a terceira avaliação.

Quadro 6 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo de Controlo						P<0,05
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)		
Dist_Total(mm)	19524,883	± 7595,630	20041,033	± 6772,553	16572,721	± 6062,270	
Amp_AP(mm)	24,969	± 12,340	23,753	± 11,272	19,170	± 5,797	
Amp_ML(mm)	12,471	± 5,310	10,606	± 3,286	10,633	± 3,765	
AE(mm ²)	139,924	± 98,801	132,348	± 75,252	102,067	± 57,887	
VMT(mm/s)	,820	± ,153	,771	± ,159	,665	± ,116	e
VM_AP(mm/s)	,597	± ,120	,601	± ,120	,509	± ,115	
VM_ML(mm/s)	,429	± ,121	,358	± ,119	,320	± ,079	d e
EnAp_AP	,183	± ,096	,148	± ,077	,229	± ,122	
EnAp_ML	,660	± ,206	,643	± ,197	,762	± ,285	

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 1ª -3ª avaliação); f (entre 2ª -3ª avaliação)

Após aplicação dos testes estatísticos (MANOVA e Wilcoxon) para um nível de significância de p<0,05, quando se confrontaram os resultados obtidos pelo GE com os do GC (análise inter-grupos), verificou-se a ausência de diferenças significativas entre os dois grupos em todas as variáveis analisadas.

Quando se compararam os resultados obtidos no GE e GC (análise intra-grupo), entre a primeira e a segunda avaliação (1ª-2ª av.), entre a primeira e a terceira avaliação (1ª-3ª av.) e entre a segunda e a terceira avaliação (2ª-3ª av.), já se registaram algumas diferenças significativas.

Desta forma, no GE verificaram-se diferenças com significado estatístico no que respeita às variáveis DT entre a 1ª-3ª av. (p=0,022), Amp_AP entre a 2ª-3ª av. (p=0,035), AE entre a 1ª-2ª av. (p=0,048) e entre a 1ª-3ª av. (p=0,022), VM_ML entre a 1ª-2ª av. (p=0,001) e entre a 1ª-3ª av. (p=0,006), EnAp_AP entre a 2ª-3ª av. (p=0,006) e EnAp_ML entre a 1ª-3ª av. (p=0,019).

Apresentação dos Resultados

Relativamente ao GC constataram-se diferenças significativas no que se refere às variáveis VMT entre a 1^a-3^a av. ($p=0,007$) e VM_ML entre a 1^a-2^a av. ($p=0,018$) e entre a 1^a-3^a av. ($p=0,001$).

4.2 Condição Bipedal de Olhos Fechados

Relativamente à condição BOF e no caso do GE, verifica-se um decréscimo dos valores médios obtidos nos parâmetros tradicionais da primeira para a terceira avaliação em todas as variáveis analisadas. Os valores médios da variável Amp_AP aumentaram da segunda avaliação para a terceira, a Amp_ML aumentou da primeira para a segunda e a VM_AP manteve os mesmos valores médios entre a segunda e terceira avaliação.

No que diz respeito aos parâmetros não lineares, registou-se uma subida dos valores médios da primeira para a terceira avaliação, com um decréscimo dos mesmos entre a primeira e a segunda avaliação quer para a EnAp_AP, quer para a EnAp_ML.

Quadro 7 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos fechados nas diferentes avaliações

	Grupo Experimental							
	1 ^a Avaliação (Média ± DP)		2 ^a Avaliação (Média ± DP)		3 ^a Avaliação (Média ± DP)		P<0,05	
Dist_Total(mm)	21533,958	± 5456,618	20121,242	± 5757,485	18991,527	± 4447,582		
Amp_AP(mm)	26,943	± 7,091	24,195	± 8,905	24,445	± 6,175		
Amp_ML(mm)	11,824	± 3,423	11,862	± 2,960	9,486	± 2,952		
AE(mm ²)	178,795	± 87,988	154,661	± 92,135	129,729	± 57,539		e
VMT(mm/s)	1,007	± ,303	,955	± ,297	,917	± ,311		
VM_AP(mm/s)	,812	± ,262	,779	± ,267	,779	± ,290		
VM_ML(mm/s)	,436	± ,133	,396	± ,141	,344	± ,103		e
EnAp_AP	,163	± ,061	,151	± ,038	,183	± ,051		f
EnAp_ML	,556	± ,179	,539	± ,161	,706	± ,185		e f

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo ($p<0,05$) – a (1^a avaliação); b (2^a avaliação); c (3^a avaliação)

Análise intra-grupo ($p<0,05$) – d (entre 1^a- 2^a avaliação); e (entre 1^a -3^a avaliação); f (entre 2^a -3^a avaliação)

No GC, em relação aos parâmetros tradicionais, verificou-se uma diminuição dos valores médios da primeira para a terceira avaliação em todas as variáveis

Apresentação dos Resultados

com exceção da Amp_ML em que se verificou aumento dos mesmos entre os referidos momentos avaliativos. De referir que nas variáveis DT, Amp_AP, Amp_ML e AE se registou uma deterioração do desempenho da segunda avaliação para a terceira. Em todas as variáveis se constatou uma diminuição dos valores médios da primeira para a segunda avaliação.

No caso dos parâmetros não lineares, estes aumentaram da primeira para a terceira avaliação, tendo-se verificado um decréscimo nos valores da EnAp_ML da primeira para a segunda avaliação.

Quadro 8 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição bipedal olhos fechados nas diferentes avaliações

	Grupo de Controlo								P<0,05
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)				
Dist_Total(mm)	20815,822	± 7222,945	17827,996	± 3864,353	18314,210	± 6139,698			
Amp_AP(mm)	25,554	± 8,180	21,947	± 5,301	23,328	± 8,093			
Amp_ML(mm)	12,275	± 4,086	11,043	± 2,290	13,418	± 9,235			
AE(mm ²)	152,559	± 90,953	112,051	± 37,358	136,209	± 98,800			
VMT(mm/s)	1,053	± ,179	,953	± ,285	,933	± ,254			e
VM_AP(mm/s)	,845	± ,148	,776	± ,237	,763	± ,228			
VM_ML(mm/s)	,463	± ,120	,404	± ,163	,386	± ,129			e
EnAp_AP	,186	± ,077	,190	± ,086	,228	± ,121			
EnAp_ML	,628	± ,178	,614	± ,153	,664	± ,266			

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 1ª -3ª avaliação); f (entre 2ª -3ª avaliação)

Após aplicação dos testes estatísticos (MANOVA e Wilcoxon) para um nível de significância de p<0,05, quando se confrontaram os resultados obtidos pelo GE com os do GC (análise inter-grupos), verificou-se, tal como na condição BOA, a ausência de diferenças significativas entre os dois grupos em todas as variáveis analisadas.

Também na condição BOF, só quando se compararam os resultados obtidos no GE e GC (análise intra-grupo) entre as três avaliações realizadas é que se registaram algumas diferenças significativas.

Deste modo, no GE verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no que respeita às variáveis AE entre a 1ª-3ª av. (p=0,031), VM_ML entre a 1ª-3ª

Apresentação dos Resultados

av. ($p=0,001$), EnAp_AP entre a 2^a-3^a av. ($p=0,007$) e EnAp_ML entre a 1^a-3^a av. ($p=0,041$) e entre a 2^a-3^a av. ($p=0,019$).

Relativamente ao GC constataram-se diferenças significativas, entre a 1^a-3^a av., no que se refere às variáveis VMT (0,039) e VM_ML ($p=0,008$).

4.3 Condição Unipedal Esquerda

Os valores médios registados no GE para a condição UE, demonstram uma diminuição dos valores obtidos, nas variáveis inerentes aos parâmetros tradicionais, da primeira para a terceira avaliação. Contudo é de salientar a deterioração do desempenho que se verifica da primeira para a segunda avaliação em todas as variáveis com (excepção da VM_AP em que tal situação não se verifica), voltando o mesmo a melhorar da segunda avaliação para a terceira.

Em relação aos parâmetros não lineares constata-se uma diminuição dos valores médios obtidos nas duas variáveis medidas, da primeira para a terceira avaliação, registando-se uma diminuição mais acentuada da primeira para a segunda avaliação, com os valores a aumentarem entre a segunda e a terceira avaliação.

Quadro 9 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição unipedal esquerda olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo Experimental							P<0,05
	1 ^a Avaliação (Média ± DP)		2 ^a Avaliação (Média ± DP)		3 ^a Avaliação (Média ± DP)			
Dist_Total(mm)	42426,712	± 7828,594	43571,379	± 5259,421	41933,884	± 6017,192	a	
Amp_AP(mm)	42,727	± 7,254	44,184	± 11,462	39,317	± 7,122	a	
Amp_ML(mm)	33,166	± 7,854	39,789	± 28,589	32,436	± 4,516	a b	
AE(mm ²)	841,265	± 342,410	917,834	± 319,766	818,059	± 237,939	a	
VMT(mm/s)	2,871	± ,727	2,900	± ,430	2,697	± ,302	a b c	
VM_AP(mm/s)	1,832	± ,573	1,779	± ,314	1,622	± ,250	b e f	
VM_ML(mm/s)	1,852	± ,386	1,935	± ,322	1,839	± ,212		
EnAp_AP	,208	± ,066	,177	± ,067	,186	± ,042		
EnAp_ML	,315	± ,060	,288	± ,071	,301	± ,059		

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo ($p<0,05$) – a (1^a avaliação); b (2^a avaliação); c (3^a avaliação)

Análise intra-grupo ($p<0,05$) – d (entre 1^a- 2^a avaliação); e (entre 1^a -3^a avaliação); f (entre 2^a -3^a avaliação)

Apresentação dos Resultados

Por sua vez, a diminuição dos valores médios obtidos para o GC demonstram uma melhoria do desempenho em todas as variáveis referentes aos parâmetros tradicionais, da primeira para a segunda avaliação e desta para a terceira avaliação.

Quanto aos parâmetros não lineares, enquanto que os valores médios relativos à EnAp_AP diminuem da primeira para a terceira avaliação, os relativos à EnAp_ML têm um comportamento inverso aumentado entre as mesmas avaliações. Em ambos os casos existe uma diminuição em relação à irregularidade das oscilações corporais da primeira para a segunda avaliação (mais visível na EnAp_AP), facto constatado pela diminuição dos valores de entropia.

Quadro 10 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controlo nas variáveis analisadas na condição unipedal esquerda olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo de Controlo						P<0,05
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)		
Dist_Total(mm)	48027,752	± 8336,849	46262,489	± 6055,212	43220,324	± 7511,534	a
Amp_AP(mm)	51,198	± 14,180	48,690	± 9,212	43,597	± 10,917	a
Amp_ML(mm)	49,394	± 34,353	43,215	± 15,872	34,265	± 10,909	a b f
AE(mm ²)	1167,659	± 518,579	1031,513	± 272,260	867,165	± 281,645	a
VMT(mm/s)	3,363	± ,574	3,221	± ,455	2,979	± ,424	a b c
VM_AP(mm/s)	2,169	± ,469	2,076	± ,383	1,859	± ,353	b e f
VM_ML(mm/s)	2,138	± ,379	2,051	± ,308	1,962	± ,311	
EnAp_AP	,224	± ,059	,198	± ,054	,219	± ,066	
EnAp_ML	,298	± ,077	,294	± ,075	,321	± ,069	

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 2ª -3ª avaliação); f (entre 1ª -3ª avaliação)

Após aplicação dos testes estatísticos (MANOVA e Wilcoxon) para um nível de significância de p<0,05, quando se confrontaram os resultados obtidos pelo GE com os do GC (análise inter-grupos), verificou-se a existência de diferenças significativas nas variáveis DT (p=0,045), Amp_AP (p=0,031) e AE (p=0,006) apenas na primeira avaliação, na variável Amp_ML na primeira (0,035) e segunda avaliações (p=0,031), na variável VMT na primeira (p=0,031), segunda (0,037) e terceira avaliações (p=0,028) e na variável VM_AP na segunda avaliação efectuada (p=0,022).

Apresentação dos Resultados

Quando se compararam os resultados obtidos no GE e GC (análise intra-grupo) entre as três avaliações realizadas registaram-se também algumas diferenças significativas.

No GE verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no que respeita às variáveis VM_AP entre a 1^o-3^a av. ($p=0,048$) e a 2^a-3^a av. ($p=0,022$).

No GC constataram-se diferenças significativas nas variáveis Amp_ML entre a 2^a-3^a av. ($p=0,006$) e VM_AP entre a 1^a-3^a av. ($p=0,001$) e 2^a-3^a av. ($p=0,002$).

4.4 Condição Unipedal Direita

No que à condição UD diz respeito, verifica-se uma melhoria do desempenho na tarefa, da primeira para a terceira avaliação, em todas as variáveis referentes aos parâmetros tradicionais, com excepção da VM_ML em que se verifica o inverso, atestado pela deterioração dos valores médios obtidos. Da primeira para a segunda avaliação, as únicas variáveis em que se constatou um aumento dos valores foram a VMT e VM_ML. Da segunda para a terceira avaliação verificou-se para as variáveis Amp_AP e AE uma diminuição do desempenho na tarefa, contrastando com as melhorias verificadas em todas as outras variáveis.

Em relação aos parâmetros não lineares, no que concerne à EnAp_AP, constatou-se uma diminuição dos valores médios da primeira para a terceira avaliação. A EnAp_ML apresentou um comportamento diferente verificando-se uma diminuição dos valores médios da primeira para a segunda avaliação e posterior aumento dos mesmos da segunda para a terceira avaliação. De referir que a regularidade das oscilações do CP diminuiu da primeira para a terceira avaliação, tal como se pode verificar através do aumento dos valores médios.

Apresentação dos Resultados

Quadro 11 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo experimental nas variáveis analisadas na condição unipedal direita olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo Experimental								P<0,05
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)				
Dist_Total(mm)	48443,266	± 17807,525	46828,070	± 6377,803	46388,789	± 8044,721			
Amp_AP(mm)	52,719	± 27,323	44,439	± 6,452	48,675	± 28,396			b
Amp_ML(mm)	38,142	± 16,700	34,898	± 5,092	34,059	± 7,633			
AE(mm ²)	1181,162	± 1085,185	1009,831	± 262,440	1010,167	± 443,014			
VMT(mm/s)	3,084	± ,798	3,111	± ,468	3,027	± ,577			
VM_AP(mm/s)	1,991	± ,646	1,930	± ,353	1,836	± ,503			b
VM_ML(mm/s)	1,960	± ,398	2,037	± ,332	2,017	± ,285			
EnAp_AP	,201	± ,070	,186	± ,053	,187	± ,055			
EnAp_ML	,318	± ,086	,275	± ,056	,348	± ,070			f

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 1ª -3ª avaliação); f (entre 2ª -3ª avaliação)

Os resultados obtidos pelo GC, relativamente aos parâmetros tradicionais, indicam melhoria do desempenho na tarefa realizada da primeira para a terceira avaliação em todas as variáveis com exceção da Amp_ML e VM_ML em que se verificou uma deterioração do desempenho (aumento dos valores médios) nos mesmos momentos avaliativos. Da primeira para a segunda avaliação pode-se constatar o aumento dos valores médios em todas as variáveis consideradas, diminuindo depois da segunda avaliação para a terceira.

Analisando os valores médios respeitantes aos parâmetros não lineares, verifica-se um aumento dos mesmos da primeira para a terceira avaliação o que sugere aumento da irregularidade e diminuição da variabilidade das oscilações do CP. Constatou-se uma diminuição dos valores médios da primeira para a segunda avaliação e posterior aumento da segunda para a terceira avaliação, quer no caso da EnAp_AP, quer na EnAp_ML.

Apresentação dos Resultados

Quadro 12 - Estatística descritiva dos valores obtidos pelo grupo de controle nas variáveis analisadas na condição unipedal direita olhos abertos nas diferentes avaliações

	Grupo de Controle								P<0,05
	1ª Avaliação (Média ± DP)		2ª Avaliação (Média ± DP)		3ª Avaliação (Média ± DP)				
Dist_Total(mm)	46266,995	± 8183,582	50876,163	± 11546,098	43848,956	± 8358,528			
Amp_AP(mm)	48,115	± 10,283	59,774	± 27,674	43,539	± 8,790			b f
Amp_ML(mm)	33,920	± 5,634	41,922	± 22,810	34,172	± 7,733			
AE(mm ²)	993,595	± 308,768	1285,929	± 698,022	901,530	± 328,911			f
VMT(mm/s)	3,172	± ,494	3,337	± ,606	3,069	± ,443			
VM_AP(mm/s)	2,044	± ,416	2,195	± ,511	1,903	± ,404			b f
VM_ML(mm/s)	2,019	± ,339	2,070	± ,362	2,026	± ,299			
EnAp_AP	,211	± ,063	,178	± ,058	,219	± ,044			
EnAp_ML	,347	± ,092	,276	± ,093	,356	± ,064			d f

DP – Desvio padrão

Análise inter-grupo (p<0,05) – a (1ª avaliação); b (2ª avaliação); c (3ª avaliação)

Análise intra-grupo (p<0,05) – d (entre 1ª- 2ª avaliação); e (entre 1ª -3ª avaliação); f (entre 2ª -3ª avaliação)

Após aplicação dos testes estatísticos (MANOVA e Wilcoxon) para um nível de significância de p<0,05, quando se confrontaram os resultados obtidos pelo GE com os do GC (análise inter-grupos), verificou-se a existência de diferenças significativas nas variáveis Amp_AP na segunda avaliação (p=0,016) e VM_AP (p=0,043).

Quando se compararam os resultados obtidos no GE e GC (análise intra-grupo) entre as três avaliações realizadas registaram-se também algumas diferenças significativas.

No GE verificaram-se diferenças estatisticamente significativas no que respeita à variável EnAp_ML entre 2ª-3ª av. (p=0,001).

No GC constataram-se diferenças significativas, entre a 2ª-3ª av., nas variáveis Amp_AP (p=0,006), AE (p=0,035) e VM_AP (p=0,022). Foram ainda encontradas diferenças significativas na variável EnAp_ML entre a 1ª-2ª av. (p=0,044) e entre a 2ª-3ª av. (p=0,019).

4.5 Análise Inter-Grupos (GExGC): Quadros resumo com os níveis de significância

Nos quadros número 13 e 14 estão registados todos os valores de p obtidos quer com os testes paramétricos (MANOVA) quer com os não paramétricos (Wilcoxon), de forma a facilitar a análise relativa às variáveis nas quais se obtiveram valores significativos. Os referidos quadros dizem respeito apenas à comparação inter-grupos, onde se tenta aferir quais as variáveis em que se registam diferenças significativas entre o GE e o GC.

Os quadros com os níveis de significância obtidos na análise intra-grupo encontram-se em anexo no apêndice 3.

Quadro 13 – Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF

		BOA (Bipedal Olhos Abertos)			BOF (Bipedal Olhos Fechados)		
		1ªAv	2ªAv	3ªAv	1ªAv	2ªAv	3ªAv
<i>Dist. Total</i>	<i>Tipo</i>	NP	NP	NP	NP		
	<i>Resultado</i>	0,983	0,372	0,845	0,528	0,122	0,528
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	NP	NP	NP	NP		
	<i>Resultado</i>	0,372	0,557	0,557	0,647	0,647	0,446
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP	NP	NP	P		
	<i>Resultado</i>	0,586	0,396	0,879	0,722	0,36	0,94
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP	NP	NP	NP		
	<i>Resultado</i>	0,983	0,744	0,983	0,42	0,058	0,948
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P	P	P	NP		
	<i>Resultado</i>	0,974	0,632	0,953	0,372	0,879	0,528
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	P	P	P	NP		
	<i>Resultado</i>	0,818	0,369	0,934	0,5	0,679	0,744
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP	NP	NP	NP		
	<i>Resultado</i>	0,811	0,913	0,811	0,528	0,586	0,372
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P	P	P	NP		
	<i>Resultado</i>	0,693	0,923	0,935	0,349	0,085	0,286
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P	P	P	P		
	<i>Resultado</i>	0,155	0,679	0,891	0,237	0,161	0,592

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$;

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$;

* - $p < 0,05$

Apresentação dos Resultados

Quadro 14 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD

		UE (Unipedal Esquerda)			UD (Unipedal Direita)		
		1ªAv	2ªAv	3ªAv	1ªAv	2ªAv	3ªAv
<i>Dist.</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
<i>Total</i>	<i>Resultado</i>	0,045*	0,164	0,574	0,913	0,396	0,145
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	0,031*	0,202	0,173	0,948	0,016*	0,679
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,035*	0,031*	0,879	0,586	0,948	0,744
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,006*	0,184	0,472	0,913	0,327	0,199
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	0,031*	0,037*	0,028*	0,777	0,248	0,777
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,094	0,022*	0,064	0,647	0,043*	0,42
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			P		
	<i>Resultado</i>	0,058	0,5	0,184	0,638	0,775	0,931
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P			P		
	<i>Resultado</i>	0,558	0,309	0,083	0,645	0,665	0,064
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P			P		
	<i>Resultado</i>	0,461	0,789	0,353	0,33	0,963	0,727

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$

* - $p < 0,05$

5. Discussão de Resultado

5.1 Parâmetros Tradicionais – BOA e BOF

O presente estudo teve como objectivo verificar a influência de uma rotina de exercícios de treino funcional, realizada duas vezes por semana durante vinte e duas semanas, no controlo postural de jogadores de futebol sub-19, envolvidos no campeonato nacional do referido escalão. Recolhidos os dados tentar-se-á fazer uma análise interpretativa dos mesmos através de métodos de análise lineares e não lineares em todas as quatro condições (BOA, BOF, UE, UD) em que decorreram os testes e mediante uma análise inter-grupos e intra-grupo nos momentos de avaliação realizados.

Quando se compararam os jogadores sujeitos ao protocolo de treino experimental (grupo experimental – GE) com o grupo não sujeito ao referido protocolo (grupo de controlo – GC), verificou-se a ausência de diferenças significativas nas condições de teste BOA e BOF, em todos os momentos avaliados (1^a av.; 2^a av.; 3^a av.).

Estes resultados estão de acordo com o verificado por Verhagen et al. (2005), que no seu estudo não encontraram diferenças significativas quando compararam os grupos experimentais com o grupo de controlo após aplicação de treino de equilíbrio durante cinco semanas e meia.

Tal facto pode-se ficar a dever ao tipo de acções motoras realizadas no futebol, que por si só poderão colocar desafios ao sistema de controlo postural suficientes para induzir o seu desenvolvimento, colocando o patamar inicial dos deslocamentos do centro de pressão num nível mais reduzido o que conduziria, por sua vez, a uma evolução reduzida face ao programa de treino aplicado (Verhagen et al., 2005).

Esta maior eficiência do sistema de controlo postural pode ter ainda maior relevância se considerarmos que a amostra utilizada neste estudo tem um nível competitivo elevado, o que faz com que os jogadores possivelmente possuam à partida uma sensibilidade mais desenvolvida ao nível dos receptores sensoriais, que consigam integrar melhor no SNC as informações sensoriais

Discussão de Resultados

recolhidas ou ambas as situações concumitadamente, o que elevaria os níveis de controlo postural logo à partida (Paillard et al., 2006).

Outra possível explicação para os resultados obtidos prende-se com o facto do protocolo de treino experimental englobar maioritariamente exercícios realizados em instabilidade (utilização de plataformas de instabilidade; apoio unipedal com acções conjuntas de membros superiores ou inferiores; acções motoras realizadas com resistências perturbadoras da estabilidade) que não foram ao encontro das condições de realização específicas do teste em apoio bipedal, quer com os olhos abertos, quer com os olhos fechados, tal como aconteceu num estudo em que também não existiram diferenças significativas ao nível do equilíbrio estático em apoio bipedal, doze semanas após a realização de treino de força em instabilidade (Zenkova & Vlasic, 2009).

A própria condição BOF poderá não ter grande aplicabilidade em populações altamente treinadas que não utilizem de forma rotineira, exercícios realizados na referida condição, tal como foi verificado num estudo em que se constatou que os dois grupos estudados (bailarinas e futebolistas) tiveram deterioração semelhante no desempenho, quando testados na condição BOF (Gerbino et al., 2007).

Contudo, na análise efectuada intra-grupo, em que se compararam os valores entre a primeira e segunda avaliações (1^a-2^a av.), entre a primeira e a terceira (1^a-3^a av.) e entre a segunda e a terceira avaliações (2^a-3^a av.) nos grupos GE e GC, verificaram-se alguns resultados significativos.

No que concerne ao GE, na condição BOA verificaram-se diferenças significativas nas variáveis DT (1^a-3^a av.), Amp_AP (2^a-3^a av.), AE (1^a-2^a av.; 1^a-3^a av.) e VM_ML (1^a-2^a av.; 1^a-3^a av.).

Quanto ao GC foram obtidos resultados significativos nas variáveis VMT (1^a-3^a av.) e na VM_ML (1^a-2^a av.; 1^a-3^a av.).

Através dos dados obtidos, pode-se aferir que ambos os grupos evoluíram, com o GE a melhorar numa quantidade de variáveis superior e principalmente nas variáveis relativas a distâncias. Todavia podemos constatar que o treino de futebol por si só, permite uma evolução positiva nesta condição de teste

Discussão de Resultados

analisada nas variáveis respeitantes à velocidade, o que vai de encontro ao estudo elaborado por Moussa et al. (2011), onde se constatou que jogadores de nível competitivo superior obtiveram melhores resultados no que concerne à velocidade de oscilação do centro de gravidade, comparativamente com jogadores de nível competitivo inferior, demonstrando que a exigência dos treinos e competição são factores influenciadores na eficiência do sistema de controlo postural.

A presença de diferenças significativas nesta comparação intra-grupo contrasta com a ausência de diferenças com significado estatístico na comparação inter-grupos, podendo tal facto ser explicado pelos melhores resultados obtidos na avaliação inicial e pelos resultados menos conseguidos da primeira para a terceira avaliação do GC relativamente ao GE, o que fez com que a evolução registada nalgumas variáveis assumisse contornos significativos intra-grupo mas não quando comparada inter-grupos.

Na condição BOF obtiveram-se resultados significativos nas variáveis AE (1^a-3^a av.) e VM_ML (1^a-3^a av.) para o GE, enquanto que para o GC verificaram-se valores significativos nas variáveis VMT (1^a-3^a av.) e VM_ML (1^a-3^a av.), constatando-se a existência desta forma a existência de diferenças significativas em variáveis de distância e de velocidade para os dois grupos.

Sugere-se que as evoluções denotadas nas condições BOA e BOF possam derivar de uma melhoria funcional ao nível da informação proprioceptiva recebida e integrada no SNC, na medida em que o sistema proprioceptivo parece assumir uma maior relevância na posição de equilíbrio bipedal, tendo-se verificado num estudo analisado, o aumento da velocidade de oscilação do centro de pressão com a perturbação do referido sistema, independentemente da condição visual aplicada (Hazime et al., 2011).

O suposto funcionamento aperfeiçoado do sistema proprioceptivo (principalmente na condição BOA) poderá ter sido conseguido devido à natureza dos exercícios utilizados no protocolo de treino experimental, que providenciaram focos de instabilidade diferentes dos exercícios utilizados no estudo de Verhagen et al. (2005), uma vez que com os exercícios do presente estudo tentou-se atingir a musculatura da região anterior e posterior do tronco

(músculos mais superficiais e músculos mais profundos) e dos membros inferiores (músculos que envolvem as articulações do tornozelo, joelho e anca) com exercícios de carácter progressivo em termos de complexidade (ao nível das acções motoras e da instabilidade introduzidas) e realizados em velocidade rápida tal como os movimentos que se têm que realizar no contexto do futebol, o que poderá ter melhorado a captação e posterior interpretação da informação proprioceptiva.

Esta possível melhoria poderá auxiliar, por seu turno, na prevenção de lesões na medida em que a sensibilidade dos fusos neuromusculares (que fornecem informação proprioceptiva) poderá aumentar, resultando num estado de alerta mais activo para responder a forças perturbadoras da estabilidade de uma articulação (Willardson, 2007).

Interessante também observar que a variável VM_ML foi a única que evoluiu significativamente nos dois grupos e nas duas condições de teste aplicadas, o que leva a crer que a VM_ML é uma variável bastante susceptível de se desenvolver nos jogadores de futebol, mesmo quando apenas sujeitos ao regime normal de treino.

5.2 Parâmetros Tradicionais – UE e UD

Na condição UE quando se comparou o GE com o GC verificaram-se diferenças significativas nas variáveis DT (1ª av.), Amp_AP (1ª av.), Amp_ML (1ª av.; 2ª av.), AE (1ª av.), VMT (1ª av.; 2ª av.; 3ª av.) e VM_AP (2ª av.).

Estes resultados devem ser analisados com precaução na medida em que, com excepção da variável VM_AP, em todos os outros casos o GE apresentou um nível inicial significativamente superior em relação ao GC.

Podemos no entanto considerar, que na variável VMT o GE continuou a evoluir mais ao longo das três avaliações que o GC, consubstanciado pelo aumento do nível de significância dos resultados da primeira para a terceira avaliação, algo que não se verificou em relação às outras variáveis cujas diferenças

Discussão de Resultados

significativas encontradas na primeira avaliação já não se verificaram nas avaliações subsequentes.

Se juntarmos a estes valores os resultados obtidos na VM_AP, constatamos que as variáveis ligadas à velocidade de oscilação do centro de pressão evoluíram significativamente, o que indicia uma maior eficiência no controlo da postura, o que vai de encontro a Willardson (2007) que refere num trabalho seu que investigações prévias têm demonstrado que a realização de exercícios em instabilidade melhora significativamente o equilíbrio estático e as medidas relativas ao controlo postural.

No entanto estes resultados devem ser analisados de forma cautelosa na medida em que, quando efectuamos uma análise intra-grupo dos dados, verificamos a ausência de resultados significativos entre avaliações, quer no GE, quer no GC, com excepção da variável VM_AP em que se registaram diferenças significativas da primeira para a terceira avaliação e da segunda para a terceira avaliação, mas em ambos os grupos.

Na variável Amp_ML também se registou um resultado significativo entre a segunda e a terceira avaliação mas apenas para o GC. Estes resultados levam a sugerir que o protocolo de treino experimental não produziu uma evolução positiva significativa na condição UE o que acaba por ir contra o referido por Willardson (2007) citado anteriormente e o verificado por Rasol & George (2007) que constataram melhorias significativas no que se refere ao desempenho numa tarefa de equilíbrio em apoio unipedal, após duas semanas a executar o protocolo de exercícios estipulado que evoluiu de forma semelhante ao utilizado no presente estudo, ou seja, evoluiu de exercícios simples para exercícios complexos no que concerne à estabilidade oferecida aos executantes.

Convém no entanto referir que não se utilizou uma plataforma de forças na recolha de dados, utilizando-se antes o “Star Excursion Balance Test” que é um teste mais dinâmico e que pretende avaliar a estabilidade dinâmica dos praticantes em apoio unipedal.

Discussão de Resultados

Deste modo, os resultados poderiam eventualmente ser diferentes se o teste aplicado no presente estudo apresentasse uma maior dinâmica no seu modo de execução.

Outro dado interessante diz respeito à deterioração dos valores médios obtidos pelo GE em todas as variáveis (com excepção da VM_AP) da primeira para a segunda avaliação, facto não observado no GC.

Esta constatação poderá eventualmente ser explicada, por uma possível reorganização do sistema de controlo postural que face ao treino funcional experimental, poderá começar a integrar no SNC informação sensorial diferente ou de forma diferente, emitindo respostas motoras com padrões de activação muscular também diferentes do usual para uma condição de apoio unipedal com o pé esquerdo, causando o decréscimo do desempenho verificado na tarefa proposta até o sistema de controlo postural afinar a captação e processamento da suposta informação nova disponível e respectivas respostas motoras. Este processo de afinação poderá ter ocorrido algures a meio da época (quando decorreu a segunda avaliação), verificando-se depois uma melhoria do desempenho da segunda para a terceira avaliação.

No que concerne à condição UD, na comparação inter-grupos verificaram-se diferenças significativas entre o GE e GC nas variáveis Amp_AP e VM_AP mas apenas na segunda avaliação, podendo-se considerar a pouca influência que o treino experimental aplicado teve sobre as variáveis estudadas nesta condição de teste, uma vez que na terceira avaliação já não se registaram quaisquer diferenças significativas entre os dois grupos.

Quando analisamos os dados intra-grupo, verificamos que apenas existiram diferenças significativas nas variáveis Amp_AP (2^a-3^a av.), AE (2^a-3^a av.), e VM_AP (2^a-3^a av.) e somente no GC o que reforça mais a ausência de efeito dos exercícios aplicados ao GE.

A justificação poderá passar por aquilo que se referiu relativamente à condição EU, podendo-se considerar que um teste para avaliar a estabilidade dinâmica poderá ser mais eficaz na recolha de informação válida sobre o efeito do treino funcional no controlo postural, até porque é a estabilidade dinâmica que é

desafiada quando os jogadores correm em velocidade, mudam rapidamente de direcção para se desmarcarem ou ultrapassarem o adversário directo, pontapeiam a bola com maior ou menor intensidade para rematar ou passar, tudo isto ao mesmo tempo que o adversário tenta impedir a progressão no campo e tenta recuperar a posse da bola (Gerbino et al., 2007).

Resumindo, a quase ausência de resultados significativos nas condições UE e UD revela que, possivelmente, as exigências ao nível da estabilidade postural colocadas pelas duas condições de teste eram inferiores às que os jogadores encontram nos treinos e competições de futebol, visto que a quase totalidade das acções individuais ofensivas é realizada em apoio unipedal, pelo que não se verificaram diferenças significativas entre o GE e o GC.

Sugere-se então que, em apoio unipedal, os ajustamentos posturais compensatórios, utilizados na regulação das perturbações do equilíbrio que estão a acontecer no momento de forma a restaurar a posição do centro de massa (Clifford & Holder-Powell, 2010), são suficientemente desenvolvidos pelo treino normal de futebol, encontrando-se num nível que responde às exigências de estabilidade requeridas pelo teste realizado em apoio unipedal.

5.3 Parâmetros Não Lineares – BOA e BOF

Relativamente aos valores obtidos na variável EnAp, podemos constatar uma evolução da primeira para a terceira avaliação, o que revela um acréscimo da irregularidade do CP e diminuição da sua variabilidade, sugerindo um aumento da eficiência e do automatismo do sistema de controlo postural (Donker, Roerdink, 2007).

Estes resultados sugerem também um funcionamento saudável do referido sistema (Rhea et al., 2011), justificados por um estudo em que se verificou que indivíduos sujeitos a concussão cerebral obtiveram valores mais baixos de EnAp, o que sugere maior regularidade das oscilações do CP na série temporal analisada e um maior envolvimento cognitivo no controlo da postura.

Fazendo uma análise inter-grupos, verificou-se a ausência de resultados significativos entre o GE e o GC o que de certa forma era esperado devido à natureza das acções motoras que estão presentes no futebol e que obrigam a que os jogadores evoluam no sentido de um maior automatismo no controlo postural.

Quando se fez uma análise intra-grupo, verificaram-se diferenças significativas no GE nas variáveis EnAp_AP (2^a-3^a av.) e EnAp_ML (1^a-3^a av.) na condição BOA e nas variáveis EnAp_AP (2^a-3^aav.) e EnAp_ML (1^a-3^a av.; 2^a-3^a av.) na condição BOF, não se constatando diferenças significativas para o GC em nenhuma das variáveis analisadas.

Estes resultados sugerem uma influência positiva do protocolo de treino experimental na EnAp, quer na direcção Antero-posterior, quer na direcção médio-lateral, possivelmente devido ao facto dos sujeitos do GE terem tido um envolvimento cognitivo menor no controlo da postura (Donker & Roerdink, 2007) durante o teste aplicado, que proporcionou desafios, no que concerne à estabilidade postural, muito mais modestos do que os proporcionados pelos exercícios de treino experimental.

5.4 Parâmetros Não Lineares – UE e UD

Analisando os valores médios, verificou-se com alguma consistência um decréscimo dos valores de EnAp_AP e EnAp_ML da primeira para a segunda avaliação, com recuperação dos mesmos da segunda para a terceira avaliação, o que sugere nos períodos de decréscimo uma diminuição do automatismo no controlo postural e aumento da variabilidade da oscilação do CP, facto que depois se inverte após analisados os dados referentes à terceira avaliação.

Na análise efectuada inter-grupos, não se verificaram diferenças significativas entre o GE e o GC em nenhuma das duas condições de teste aqui discutidas, justificado provavelmente, tal como para as condições BOA e BOF, pelas

Discussão de Resultados

exigências sensoriais naturais presentes nos treinos e competições de futebol que permitem naturalmente criar um maior automatismo no sistema de controlo postural.

Na análise intra-grupo, verificaram-se resultados significativos apenas para a condição UD, na variável EnAp_ML e para os dois grupos de estudo, pelo que se pode considerar que o treino experimental não teve influência na melhoria da eficácia do sistema de controlo postural nas condições UE e UD, sabendo-se que a irregularidade da oscilação do CP é uma das condições para um controlo postural óptimo (Cavanaugh, Guskiewicz & Stergiou, 2005).

Conclusão

O presente estudo teve como principal objectivo aferir se um protocolo de exercícios de treino funcional influenciaria o controlo postural de jogadores de futebol sub-19 participantes no campeonato nacional da categoria.

Após vinte e duas semanas de aplicação do referido protocolo de exercícios, com uma frequência de duas vezes por semana, chegou-se às seguintes conclusões:

Quer o GE quer o GC evoluíram da primeira para a última avaliação realizada, verificando-se mesmo diferenças significativas nas análises efectuadas intra-grupo, o que leva a crer que o treino normal de futebol por si oferece um conjunto de estímulos aos jogadores capazes de fazer evoluir o sistema de controlo postural. O facto de existirem poucas diferenças significativas quando se comparam os valores médios do GE com os obtidos pelo GC, reforça esta primeira conclusão.

Apesar da análise intra-grupo permitir verificar evolução quer do GE quer do GC ao longo das avaliações, pôde-se constatar que, nas condições BOA e BOF, o GE evolui significativamente num maior número de variáveis analisadas, demonstrando uma evolução positiva no desempenho da tarefa proposta, sugerindo um efeito positivo do protocolo de exercícios de treino funcional.

Os exercícios de treino funcional aplicados provocaram melhorias significativas na condição UE quando se comparou o GE com o GC, nas variáveis relacionadas com a velocidade de oscilação do CP, levando a considerar que o GE evolui significativamente ao nível do controlo postural face ao GC. Contudo esta é uma conclusão que merece algumas reservas, uma vez que não se registaram melhorias significativas na maioria das variáveis consideradas quando se realizou a análise intra-grupo dos resultados. E as poucas variáveis em que se constataram diferenças significativas foram as mesmas no GE e no GC.

Quando analisados os parâmetros não lineares (análise intra-grupo), a irregularidade das oscilações do CP aumentou significativamente no GE, nas condições BOA e BOF, diminuindo dessa forma a variabilidade das referidas

oscilações. Significa também que os jogadores que compuseram o GE diminuíram o envolvimento cognitivo na tarefa, revelando um sistema com um processo mais automatizado ao nível do controlo postural.

Limitações

A principal limitação deste estudo está relacionada com o tamanho da amostra, quer permitiu constituir o GE e o GC com apenas nove jogadores cada, o que de certa forma poderá ter mascarado os resultados obtidos.

Os testes escolhidos para avaliar o controlo postural (equilíbrio estático em apoio bipedal e unipedal) poderão ter sido pouco desafiantes, no que diz respeito às exigências ao nível do controlo da postura, tendo em consideração que os jogadores envolvidos neste estudo são submetidos a um grau de exigência elevado ao nível da estabilidade postural, quer nos treinos, quer nas competições. Tudo isto pode fazer com que os testes aplicados possam ser pouco sensíveis a diferenças entre grupos compostos por jogadores de futebol de nível competitivo elevado (participantes no campeonato nacional sub-19). o que faz com que estes testes possam ser pouco sensíveis a diferenças entre grupos compostos por jogadores

Recomendações para Estudos Futuros

A utilização de testes que envolvam condições de equilíbrio dinâmico poderão revelar outros resultados quanto à eficácia que os exercícios escolhidos para este estudo poderão ter na melhoria do controlo postural, na medida em que, quer os treinos, competições ou mesmo o próprio protocolo de exercícios utilizado apresentam desafios à estabilidade postural superiores aos colocados pelos testes de equilíbrio estático em apoio bipedal e unipedal.

Referências Bibliográficas

Referências Bibliográficas

- Allum, J., Bloem, B., Carpenter, M., Hulliger, M., & Hadders-Algra, M. (1998). Proprioceptive control of posture: a review of new concepts. *Gait & Posture*, 8(214-242).
- Barbosa, N. (2010). *Efeitos dos factores situacionais na performance na performance de alto nível de equipas de futebol* UTAD, Vila Real.
- Behm, D., & Anderson, K. (2006). The Role of Instability with Resistance Training. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 20, 716-722.
- Biec, E., & Kuczynski, M. (2010). Postural control in 13-year-old soccer players. *Eur J Appl Physiol*, 110, 703-708.
- Bressel, E., Yonker, J., Kras, J., & E., H. (2007). Comparison of Static and Dynamic Balance in Female Collegiate Soccer, Basketball and Gymnastics Athletes. *Journal of Athletic Training*, 42, 42-46.
- Caraffa, A., Cerulli, G., & Proietti, M. (1996). Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer: a prospective controlled study os proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 4, 19-21.
- Castelo, J. (1994). *Futebol: Modelo Técnico-Tático do Jogo*. Lisboa: FMH.
- Cavanaugh, J., Guskiewicz, K., Giuliani, C., Marshall, S., Mercer, V., & Stergiou, N. (2006). Recovery of Postural Control After Cerebral Concussion: New Insights Using Approximate Entropy. *Journal of Athletic Training*, 41, 305-313.
- Cavanaugh, J., Guskiewicz, K., & Stergiou, N. (2005). A Nonlinear Dynamic Approach for Evaluating Postural Control. *Sports Medicine*, 35, 935-950.
- Chabran, E., Malon, B., & Fourment, A. (2002). Effects of postural muscle fatigue on the relation between segmental posture and movement. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 12, 67-79.

Referências Bibliográficas

- Clifford, A., & Holder-Powell, H. (2010). Postural control in healthy individuals. *clinical Biomechanics*, 25, 546-551.
- Demura, S., & Uchiyama, M. (2009). Influence of Anaerobic and Aerobic Exercises on the Center of Pressure During an Upright Posture. *J Exerc Sci Fit*, 7, 39-47.
- Donker, S., & Roerdink, M. (2007). Regularity of center-of-pressure trajectories depends on the amount of attention invested in postural control. *181*, 1-11.
- Duarte, M., & Freitas, S. (2010). Revision of posturography based on force plate for balance evaluation. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14, 183-192.
- Fox, Z., Mihalic, J., Blackburn, J., Battaglini, C., & Guskiewicz, K. (2008). Return of Postural Control to Baseline After Anaerobic and Aerobic Exercise Protocols. *Journal of Athletic Training*, 43, 456-463.
- Fredericson, M., & Moore, T. (2005). Muscular Balance, Core Stability and Injury Prevention for Middle and Long Distance Runners. *Physical Medicine and Rehabilitation Clinics of North America*, 16, 669-689.
- Gerbino, P., Griffin, E., & Zurakowski, D. (2007). Comparison of standing balance between female collegiate dancers and soccer players. *Gait & Posture*, 26, 501-507.
- Godinho, C. (2006). *Parâmetros do Comportamento Postural*. Faculdade de Motricidade Humana, Lisboa.
- Greig, M., & Walker-Johnson, C. (2007). The influence of soccer-specific fatigue on functional stability. *Physical Therapy in Sport*, 8, 185-190.
- Gribble, P., & Hertel, J. (2004). Effect of hip and ankle muscle fatigue on unipedal portural control. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 14, 641-646.

Referências Bibliográficas

Harbourne, R., & Stergiou, N. (2009). Movement Variability and the Use of Nonlinear Tools: Principles to Guide Physical Therapist Practice. *Journal of the American Physical Therapy Association*, 89, 267-282.

Hazime, F., Allard, P., Ide, M., Siqueira, C., Amorim, C., & Tanaka, C. (2011). Postural control under visual and proprioceptive perturbations during double and single limb stances: Insights for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 1-6.

Maroco, J. (2010). *Análise Estatística - Com utilização do SPSS*. Lisboa: Edições Sílabo.

Mochizuki, L., & Amadio, A. (2003). Aspectos biomecânicos da postura ereta: a relação entre o centro de massa e o centro de pressão. *Revista Portuguesa de Ciências do Desporto*, 3, 77-83.

Moussa, A., Zouita, S., Dziri, C., & Salah, F. (2009). Single-leg assessment of postural stability and knee functional outcome two years after anterior cruciate ligament reconstruction. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine*, 52, 475-484.

Moussa, A., Zouita, S., Dziri, C., & Salah, F. (2011). Postural control in Tunisian soccer players. *Science & Sports*.

Page, P. (2006). Sensorimotor training: A "global" approach for balance training. *Journal of Bodywork and Movement Therapies*, 10, 77-84.

Paillard, T., Noé, F., Rivière, T., Marion, V., Montoya, R., & Dupui, P. (2006). Postural Performance and Strategy in the Unipedal Stance of Soccer Players at Different Levels of Competition. *Journal of Athletic Training*, 41, 172-176.

Perrin, P., Deviterne, D., Hugel, F., & Perrot, C. (2002). Judo, better than dance, develops sensorimotor adaptabilities involved in balance control. *Gait & Posture*, 15, 187-194.

Referências Bibliográficas

- Prentice, W., & Voight, M. (2003). *Técnicas em reabilitação musculoesquelética*. Porto Alegre: Artmed.
- Rasool, J., & George, K. (2007). The impact of single-leg dynamic balance training on dynamic stability. *Physical Therapy in Sport*, 8, 177-184.
- Rhea, C., Silver, T., Hong, S., Ryu, J., Studenka, B., Hughes, C., et al. (2011). Noise and Complexity in Human Postural Control: Interpreting the Different Estimations of Entropy. *Plos One*, 6, 1-9.
- Santos, M., Kanekar, N., & Aruin, A. (2010). The role of anticipatory postural adjustments in compensatory control of posture: Electromyographic analysis. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 20, 388-397.
- Siff, M. (2002). Functional Training Revisited. *Strength & Conditioning Journal*, 24, 42-46.
- Simoneau, G., Ulbrecht, J., Derr, J., & Cavanagh, P. (1995). Role of somatosensory input in the control of human posture. *Gait & Posture*, 3, 115-122.
- Springer, B., & Pincivero, D. (2009). The effects of localized muscle and whole-body fatigue on single-leg balance between healthy men and women. *Gait & Posture*, 30, 50-54.
- Toledo, D., & Barela, J. (2010). Sensory and motor differences between young and older adults: somatosensory contribution to postural control. *Revista Brasileira de Fisioterapia*, 14, 267-274.
- Verhagen, E., Bobbert, M., Inklaar, M., Kalken, M., Beek, A., Bouter, L., et al. (2005). The effect of balance training programme on centre of pressure excursion in one-leg stance. *Clinical Biomechanics*, 20, 1094-1100.
- Vincent, W. (2005). *Statistics in Kinesiology* (Third Edition ed.). Leeds: Human Kinetics.

Referências Bibliográficas

Willardson, J. (2007). Core Stability Training: Applications to Sports Conditioning Programs. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 21, 979-985.

Zemkova, E., & Vlastic, M. (2009). The effect of instability training on neuromuscular performance in athletes after anterior cruciate ligament injury. *Sport Science*, 2, 17-23.

Apêndices

Apêndice 1

Termo de Consentimento Livre e Informado

Termo de Consentimento Livre e Informado

Eu, abaixo-assinado, concordo em participar no estudo do impacto do treino funcional no controlo postural ao longo de uma época desportiva.

Estou ciente que, para participar no estudo, terei que realizar testes de estabilidade postural, e realização de um programa de treino complementar dispondo-me a colaborar no que for possível.

Declaro estar ciente e suficientemente esclarecido dos objectivos do estudo e autorizo a utilização dos dados obtidos para análise e elaboração da Monografia no âmbito do Mestrado em Treino Desportivo, pela Universidade de Évora.

Realizarei os testes conforme solicitado, sabendo do carácter estritamente científico para qual serão utilizados os dados.

Declaro ainda que a minha participação é totalmente voluntária e que estou ciente que não sofrerei nenhuma penalização caso não queira participar e que os dados e informações colhidas, para fins do estudo em questão, serão tratadas anónima e sigilosamente.

Nome: _____

Nº documento de identificação: _____

Assinatura

Data: ___/___/___

Apêndice 2

Matriz de exercícios experimentais de treino funcional

Apêndice 3

Análise Intra-Grupo (GE: 1^a-2^a-3^a av.; GC: 1^a-2^a-3^a av.): Quadros resumo com os níveis de significância

Quadro 15 - Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF no GE

Grupo Experimental			BOA (Bipedal Olhos Abertos)			BOF (Bipedal Olhos Fechados)		
			1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv	1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv
<i>Dist. Total</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,112	0,220*	0,133	0,286	0,085	0,306
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,5	0,157	0,035*	0,199	0,349	0,528
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP				P		
	<i>Resultado</i>		0,058	0,472	0,586	1	0,087	0,079
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,048*	0,022*	0,133	0,231	0,031*	0,102
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	0,178	0,981	0,42	0,078	0,215
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	0,584	1	0,777	0,679	0,948
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,001*	0,006*	0,112	0,058	0,001*	0,064
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	0,069	0,006*	0,396	0,231	0,007*
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P				P		
	<i>Resultado</i>		1	0,019*	0,147	1	0,041*	0,019*

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$

* - $P < 0,05$

Quadro 16 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD no GE

Grupo Experimental			UE (Unipedal Esquerda)			UD (Unipedal Direita)		
			1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv	1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv
<i>Dist. Total</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	1	1	0,913	0,647	0,372
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	0,759	0,315	0,170	0,231	0,879
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,420	0,913	0,248	0,879	0,372	0,199
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,286	0,616	0,085	0,811	0,557	0,215
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P				NP		
	<i>Resultado</i>		1	0,952	0,733	0,616	0,879	0,215
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	NP				NP		
	<i>Resultado</i>		0,811	0,048*	0,022*	0,879	0,286	0,071
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP				P		
	<i>Resultado</i>		0,446	0,879	0,472	1	1	1
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P				P		
	<i>Resultado</i>		0,391	0,849	1	1	1	1
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P				P		
	<i>Resultado</i>		0,600	1	1	0,236	0,616	0,010*

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$

* - $P < 0,05$

Quadro 17 - Quadro resumo com os valores de p para as condições BOA e BOF no GC

Grupo de Controle		BOA (Bipedal Olhos Abertos)			BOF (Bipedal Olhos Fechados)		
		1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv	1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv
<i>Dist. Total</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,744	0,267	0,064	0,947	0,17	0,983
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,744	0,157	0,306	0,112	0,327	0,647
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			P		
	<i>Resultado</i>	0,306	0,184	0,948	1	1	0,717
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,983	0,349	0,286	0,078	0,396	0,327
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	0,945	0,007*	0,096	0,053	0,039*	0,557
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	1	0,090	0,072	0,145	0,071	0,647
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,018*	0,001*	0,231	0,058	0,008*	0,879
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	0,906	0,512	0,056	0,845	0,145	0,122
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P			P		
	<i>Resultado</i>	1	0,589	0,392	1	1	1

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$

* - $P < 0,05$

Quadro 18 - Quadro resumo com os valores de p para as condições UE e UD no GC

Grupo de Controle		UE (Unipedal Esquerda)			UD (Unipedal Direita)		
		1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv	1ª-2ªAv	1ª3ªAv	2ª3ªAv
<i>Dist. Total</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	1	0,167	0,662	0,157	0,528	0,064
<i>Amp.AP</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	1	0,166	0,583	0,122	0,157	0,006*
<i>Amp. ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,913	0,085	0,006*	0,327	0,647	0,157
<i>Área Elip.</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,42	0,064	0,133	0,112	0,396	0,035*
<i>VMT</i>	<i>Tipo</i>	P			NP		
	<i>Resultado</i>	1	0,067	0,430	0,396	0,500	0,071
<i>VM_AP</i>	<i>Tipo</i>	NP			NP		
	<i>Resultado</i>	0,396	0,001*	0,002*	0,248	0,078	0,022*
<i>VM_ML</i>	<i>Tipo</i>	NP			P		
	<i>Resultado</i>	0,446	0,145	0,145	1	1	1
<i>EnAp_AP</i>	<i>Tipo</i>	P			P		
	<i>Resultado</i>	0,639	1	0,902	0,234	1	0,095
<i>EnAp_ML</i>	<i>Tipo</i>	P			P		
	<i>Resultado</i>	1	1	0,847	0,044*	1	0,019*

P - Utilização do teste paramétrico MANOVA para um nível de significância de $p < 0,05$

NP - Utilização do teste não paramétrico de Wilcoxon para um nível de significância de $p < 0,05$

* - $P < 0,05$

Apêndice 4

Rotinas Matlab

Cálculo da Entropia Aproximada (ApEn)

APENTROPY

```
function output = apentropy(data)
% Last modified by Max Kurz 11/20/02
edim = 2;
lag = 1;
edata = lagembed(data,edim,lag);
[pre,post] = getimage(edata,lag);
r = .2*std(data);
output = apen(pre,post,r);
```

APEN

```
function entropy = apen(pre, post, r)
[N,p] = size(pre);
phiM = 0;
phiMplus1 = 0;
foo = zeros(N,p);
for k=1:N
    for j=1:p
        foo(:,j) = pre(k,j);
    end
    goo = (abs( foo - pre ) <= r );
    if p == 1
        closerpre = goo;
    else
        closerpre = all(goo');
    end
    precount = sum(closerpre);
    phiM = phiM + log(precount);
    inds = find(closerpre);
    postcount = sum( abs( post(closerpre) - post(k) ) < r );
    phiMplus1 = phiMplus1 + log(postcount);
end
entropy = (phiM - phiMplus1)/N;
```

LAGEMBED

```
function y = lagEmbed(x,M,lag)
% Copyright (c) 1996 by D. Kaplan, All Rights Reserved
if nargin < 4
    advance=0;
end
if nargin < 3
    lag = 1;
end
[xr,xc] = size(x);
if xr == 1
    x = x';
end
```

```

lx = length(x);
newsize = lx - lag*(M-1);
y = zeros(newsize,M);
i=1;
for j = 0:-lag:lag*(-(M-1))
    first=1+lag*(M-1)+j;
    last=first+newsize-1;
    if last > lx
        last = lx;
    end
    y(:,i) = x(first:last, 1);
    i = i+1;
end

```

Ficheiro coord plataforma.txt

```

1      1
61     1
61    41
1     41

```

reconfu2

```

function [H] = reconfu2(A,L)
% Reconstruction of 2D coordinates with the use of local camera
% Author: Christoph Reinschmidt, HPL, The University of Calgary
% Date:     September, 1994
% Last change: November 29, 1996
% Version:  1.1
% Adapted from reconfu.m (3-dimensional DLT)
% Liduin Meershoek, University of Utrecht
% April, 1997
n=size(A,2);
if size(A,2)~=1 | size(L,2)~=2; disp('there is more then one camera given in A or
L')
    disp('hit any key and then "try" again');
end
H(size(L,1),2)=[0];
% _____ Building L1, L2:   L1 * G (X,Y) =
L2_____

for k=1:size(L,1)
    L1=[]; L2=[];
    x=L(k,1); y=L(k,2);
    if ~(isnan(x) | isnan(y))
        L1=[A(1)-x*A(7), A(2)-x*A(8) ; ...
            A(4)-y*A(7), A(5)-y*A(8) ];
        L2=[x-A(3);y-A(6)];
    end
end

```



```
if (size(L2,1))==2
g=L1\L2;
else
g=[NaN;NaN];
end
H(k,:)=g';
end
```