

FACULDADE DE DESPORTO

UNIVERSIDADE DO PORTO

**A Mudança de Direcção no Andebol: Análise Cinemática,
Dinâmica e Electromiográfica do Membro Inferior.**

**Estudo comparativo de vários escalões competitivos à luz de hipotética
predisposição para a lesão no LCA.**

Dissertação apresentada com vista ao grau
de Mestre em Ciências do Desporto, área de
especialização de Treino de Alto Rendimento
Desportivo nos termos do Decreto de Lei
nº216/92, 13 de Outubro.

Orientador: Prof. Doutor João Paulo Vilas Boas

Sílvia Manuela da Silva Vaz Fernandes

Porto, Maio 2007

Fernandes, S.M.S.V. (2007). A Mudança de Direcção no Andebol: Análise Cinemática, Dinâmica e Electromiográfica do Membro Inferior. Estudo comparativo de vários escalões competitivos à luz de hipotética predisposição para a lesão no LCA. Porto: S. Fernandes. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

PALAVRAS-CHAVE: ANDEBOL, MUDANÇA DE DIRECÇÃO, LCA, JOELHO, BIOMECÂNICA.

Ao “**Santa Isabel**”, pelos fantásticos
momentos que me proporcionou!

AGRADECIMENTOS

A elaboração de um trabalho desta dimensão exige muito do seu autor. É um percurso longo, nem sempre fácil, e muitas vezes pensamos em desistir. Mas, felizmente, tive diversos companheiros neste percurso, que me concederam todo o seu apoio, colaboração, orientação, incentivo, mas sobretudo amizade a quem gostaria de expressar o meu sincero agradecimento:

Ao Professor Doutor João Paulo Vilas Boas, orientador científico deste trabalho, pela sua simpatia, amabilidade, disponibilidade e incentivo mas, essencialmente, pelo rigor e pertinência dos seus comentários e sugestões.

Ao Engenheiro Pedro Gonçalves, que com o seu profissionalismo me apoiou em todas as questões técnicas, pelo seu interesse, disponibilidade e paciência demonstrados, pelas dúvidas que me suscitou e me esclareceu. Obrigada pela serenidade com que me ajudou a ultrapassar os momentos mais difíceis.

À Mestre Luísa Estriga, pela bibliografia cedida, pelas longas conversas sobre o tema investigado, pela partilha de opiniões e sugestões, pela sua disponibilidade, colaboração e interesse e pela sua amizade.

À Mestre Suzana Pereira, pela colaboração durante a recolha de dados e pelo incentivo e amizade com que sempre me presenteou.

Ao Professor Doutor Leandro Machado e Professora Doutora Filipa Sousa pela gentileza com que me acolheram no Laboratório de Biomecânica.

Ao Dr. Rui Faria, pela disponibilidade demonstrada na cedência das instalações para a recolha de dados.

Ao Professor Doutor Miguel Velhote Correia, pela simpatia, disponibilidade e cedência de material necessário a estudos experimentais desta investigação.

Ao Professor Doutor José Carlos Noronha, pela cedência de bibliografia.

A todos os clubes que permitiram a participação das suas andebolistas nesta investigação e às andebolistas que participaram neste estudo, pela colaboração na recolha de dados, por se deslocarem à FADE-UP e pela paciência demonstrada. A vossa ajuda foi imprescindível.

Aos meus colegas de mestrado: Marco, pela sua colaboração nos procedimentos de recolha de dados e Marta pelas suas opiniões e sugestões.

À Mafalda pela disponibilidade, interesse e carinho que demonstrou ao longo deste projecto.

Às colegas Lurdes Dias e Cristina Silva pela preciosa ajuda na construção dos textos em Francês e Inglês.

Aos meus colegas de profissão e amigos Paulo Veiga, Walter, Isa, Jorginho e Paulo Fonte, pelo carinho e amizade com que me receberam no grupo, pelo apoio e incentivo nesta etapa académica.

Às minhas amigas Ana, “Pati”, Carina, Sílvia e pequena Bia pela preciosa ajuda na construção da base de dados e pela amizade incondicional.

Às minhas atletas, pela vossa compreensão e porque que souberam respeitar a minha ansiedade e stresse, as minhas preocupações e indisposições ao longo da época. É para vos ajudar a evoluir que procuro mais conhecimento.

Aos meus sogros por poder contar convosco em todos os instantes. Foi importante a vossa ajuda!

Aos meus manos e cunhados: Cris e Flávio; Carla e Paulo; Paulo e Aurora; e ainda aos meus queridos sobrinhos: Alexandre, Inês, João e Helena, pela minha indisponibilidade e ausência para partilharmos mais momentos juntos.

Aos meus pais, que me ensinaram a lutar pelos meus objectivos e a ser corajosa e persistente perante as adversidades. Por me apoiarem em toda a minha formação académica, mas em especial na minha vida pessoal. Obrigada!

Ao Licínio, que me incutiu a paixão pelo Andebol, primeiro como treinador, depois como amigo e agora como marido! Por teres sido o meu companheiro nesta jornada infindável, por me apoiares em todos os momentos bons e maus. Pelo tempo que não te concedi, e sei que não volta. Por teres lutado comigo e me ajudares a ultrapassar mais um desafio! Obrigada!

Ao meu Gabriel, que nasceu durante este projecto! Pela ausência em tantos momentos, pela atenção que não pude dar-te, pela impaciência em certos momentos. Mas sobretudo...obrigado pelo teu lindo sorriso e pelo teu amor que me deu sempre forças para encarar este projecto!

ÍNDICE GERAL

	pp
Dedicatória	III
Agradecimentos.....	V
Índice Geral.....	IX
Índice de Figuras.....	XIII
Índice de Quadros.....	XVII
Resumo.....	XXI
Abstract.....	XXIII
Résumé.....	XXV
Abreviaturas.....	XXVII
1. Introdução.....	1
2. Revisão de Literatura.....	9
2.1 O Jogo de Andebol.....	11
2.2 Parâmetros Configuradores da Lógica Interna.....	13
2.2.1 Factor Regulamentar.....	14
2.2.1.1 Factor Espaço.....	14
2.2.1.2 Factor Tempo.....	16
2.2.1.3 Outros Factores Regulamentares.....	17
2.2.2 Factor Técnico-Táctico.....	18
2.3 Parâmetros Configuradores da Lógica Externa.....	19
2.4 Ensino do Andebol.....	24
2.5 Tendências Evolutivas.....	25
2.6 Andebol e Lesão.....	27
2.6.1 Factores de Risco.....	31
2.6.2 Lesão do LCA.....	34
2.6.3 Funções do LCA.....	38
2.6.4 Factores de Risco de Lesão do LCA na Mulher.....	42
2.6.5 Crescimento e Maturação.....	47
3. Objectivos e Hipóteses.....	51
3.1 Objectivo Geral.....	53
3.2. Objectivos Específicos.....	53

3.3. Hipóteses.....	55
4. Material e Métodos.....	59
4.1. Caracterização da Amostra.....	61
4.1.1. Critérios de Selecção e Exclusão da Amostra.....	62
4.1.2. Contacto prévio com a Amostra.....	63
4.2. Pré – Teste.....	63
4.3. Protocolo Experimental.....	63
4.3.1. Movimento Analisado.....	63
4.3.2. Recolha e Análise de Dados Cinemáticos.....	65
4.3.3. Recolha e Análise de Dados Dinâmicos.....	66
4.3.4. Electromiografia.....	68
4.3.4.1. Análise do Sinal Electromiográfico.....	71
4.4. Procedimentos Estatísticos.....	72
5. Resultados.....	73
5.1. Caracterização da Amostra.....	75
5.2. Análise Quantitativa.....	76
5.2.1. Dados Cinemáticos e Temporais.....	76
5.2.1.1. Ângulo Coxa – Perna.....	76
5.2.1.2. Velocidade e Aceleração Angular	78
5.2.1.3. Duração do Evento.....	81
5.2.2. Fase I.....	83
5.2.2.1. Análise da Força de Reacção ao Solo	83
5.2.2.1.1. Componente Médio Lateral.....	83
5.2.2.1.2. Componente Ântero–Posterior.....	84
5.2.2.1.3. Componente Vertical.....	85
5.2.2.2. Análise Electromiográfica.....	86
5.2.2.2.1. Activação Muscular dos Extensores.....	86
5.2.2.2.2. Activação Muscular dos Flexores.....	87
5.2.3. Fase II.....	88
5.2.3.1. Análise da Força de Reacção ao Solo	88
5.2.3.1.1. Componente Médio Lateral.....	88
5.2.3.1.2. Componente Ântero-Posterior.....	90

5.2.3.1.3. Componente Vertical.....	91
5.2.3.2. Análise Electromiográfica.....	92
5.2.3.2.1. Activação Muscular dos Extensores.....	92
5.2.3.2.2. Activação Muscular dos Flexores.....	93
5.2.4. Fase III.....	95
5.2.4.1. Análise da Força de Reacção ao Solo	95
5.2.4.1.1. Componente Médio Lateral.....	95
5.2.4.1.2. Componente Ântero-Posterior.....	96
5.2.4.1.3. Componente Vertical.....	97
5.2.4.2. Análise Electromiográfica.....	98
5.2.4.2.1. Análise dos Extensores.....	98
5.2.4.2.2. Análise Muscular dos Flexores.....	99
5.2.5. Análise do Impulso da FRS.....	100
5.2.5.1. Impulso Médio Lateral.....	102
5.2.5.2. Impulso Ântero-Posterior.....	103
5.2.5.3. Impulso Vertical.....	104
5.3. Análise Qualitativa.....	105
5.3.1. Análise da FRS e Impulso.....	106
5.3.2. Análise da Activação Muscular.....	106
6. Discussão.....	109
7. Conclusões.....	121
8. Sugestões.....	129
9. Bibliografia.....	133
10. Anexos.....	153

ÍNDICE DE FIGURAS

	pp
Figura 4.1. Avaliação do Peso Corporal e Sistema de Sincronização.....	61
Figura 4.2. Colocação do material inerente à recolha de dados.....	65
Figura 4.3. Curva da componente ântero-posterior da força de reacção do solo e sua divisão em fases.....	67
Figura 4.4. Preparação da andebolista para a colocação dos eléctrodos..	70
Figura 5.1. Média e desvio-padrão do ângulo do joelho no momento do contacto, em função dos escalões competitivos.....	77
Figura 5.2. Média e desvio-padrão do ângulo mínimo do joelho observado durante o movimento de mudança de direcção, em função dos escalões competitivos.....	77
Figura 5.3. Média e desvio-padrão da velocidade de contacto com a plataforma, em função dos escalões.....	79
Figura 5.4 Média e desvio-padrão da velocidade angular correspondente ao ângulo mínimo de flexão do joelho observado durante o movimento analisado, em função dos escalões competitivos.....	80
Figura 5.5. Média e desvio-padrão da aceleração angular entre o momento inicial de contacto com a plataforma e o momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão do joelho, em função dos escalões competitivos.....	80
Figura 5.6. Média e desvio-padrão da duração do apoio, em função dos escalões.....	81
Figura 5.7. Média e desvio-padrão da duração percentual das diferentes fases, que constituem a mudança de direcção, em função dos escalões..	82
Figura 5.8. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase I.....	83
Figura 5.9. Média e desvio-padrão força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior em função dos escalões, na Fase I.....	84

Figura 5.10. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical em função dos escalões, na Fase I.....	85
Figura 5.11. Média e desvio-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase I.....	87
Figura 5.12. Média e desvio-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase I.....	88
Figura 5.13. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase II.....	89
Figura 5.14. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase II.....	90
Figura 5.15. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase II.....	91
Figura 5.16. Média e desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase II.....	93
Figura 5.17. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase II.....	94
Figura 5.18. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral, em função dos escalões, na Fase III.....	96
Figura 5.19. Média desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase III.....	97

Figura 5.20. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente vertical em função dos escalões, na Fase III.....	98
Figura 5.21. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase III.....	99
Figura 5.22. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral,, em função dos escalões, na Fase III.....	100
Figura 5.23. Média e desvio-padrão dos Impulsos medial, ântero-posterior e vertical, totais, em função dos escalões.....	101
Figura 5.24. Média e desvio-padrão do Impulso medial total, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.....	103
Figura 5.25. Média e desvio-padrão do Impulso ântero-posterior, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.....	104
Figura 5.26. Média e desvio-padrão do Impulso vertical, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.....	105

ÍNDICE DE QUADROS

	pp
Quadro 2.1. Factores de risco associados à lesão desportiva em geral	33
Quadro 2. 2. Factores de risco da lesão no LCA.....	37
Quadro 4.1. Valores médios e respectivos desvios-padrão da idade, massa corporal, altura, índice de massa corporal, experiência e volume de treino, em função do escalão competitivo.....	62
Quadro 5.1. Valores médios e respectivos desvios-padrão da experiência e do volume de treino, em função dos escalões competitivos.....	75
Quadro 5.2. Valores médios e respectivos desvios-padrão do ângulo do joelho no momento do contacto e no menor ângulo registado, durante o movimento de mudança de direcção, em função dos escalões competitivos.....	76
Quadro 5.3. Valores médios e respectivos desvios-padrão da velocidade angular no momento do contacto com o solo, da velocidade mínima correspondente ao ângulo mínimo de flexão e da aceleração registada entre os dois momentos, em função dos escalões competitivos.....	78
Quadro 5.4. Valor médio e respectivos desvios-padrão da duração total do evento.....	81
Quadro 5.5. Valores médios e respectivos desvios-padrão da duração das diferentes fases no apoio, em função dos escalões.....	82
Quadro 5.6. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase I.....	83
Quadro 5.7. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior em função dos escalões, na Fase I.....	84
Quadro 5.8. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical em função dos escalões, na Fase I.....	85

Quadro 5.9. Valores médios e respectivos desvios-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase I.....	86
Quadro 5.10. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase I.....	87
Quadro 5.11. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase II.....	89
Quadro 5.12. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase II.....	90
Quadro 5.13. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase II.....	91
Quadro 5.14. Valores médios e respectivos desvios-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase II.....	92
Quadro 5.15. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase II.....	94
Quadro 5.16. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral, em função dos escalões, na Fase III.....	95
Quadro 5.17. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase III.....	96
Quadro 5.18. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase I.....	97

Quadro 5.19. Valores médios e respectivos desvios-padrão de do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase III.....	98
Quadro 5.20. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase III.....	99
Quadro 5.21. Valores médios e respectivos desvios-padrão dos Impulsos medial, ântero-posterior e vertical, totais, em função dos escalões.....	101
Quadro 5.22. Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso medial total, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.....	102
Quadro 5.23. Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso ântero-posterior, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases	103
Quadro 5.24 Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso vertical, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.....	104
Quadro 5.25. Comportamento dos valores médios da força de reacção do solo e de Impulso na transição entre fases.....	106
Quadro 5.26. Comportamento dos valores médios de activação muscular na transição entre fases.....	107

Resumo

O presente estudo tem como principal objectivo comparar, entre os distintos escalões competitivos, os parâmetros cinemáticos, dinâmicos e electromiográficos do membro inferior da andebolista, durante o movimento de mudança de direcção e indagar sobre o risco de lesão no LCA.

A amostra deste estudo foi constituída por 24 andebolistas, do sexo feminino, distribuídas equitativamente por 4 escalões competitivos e que habitualmente desempenham funções ofensivas na primeira linha.

Recolheram-se dados cinemáticos, dinâmicos e electromiográficos durante a execução de 6 repetições da manobra de mudança de direcção. Para tal utilizamos 3 câmaras digitais com uma frequência de aquisição de 50 Hz, uma plataforma de forças operando a uma frequência de 60 Hz e captamos o sinal electromiográfico a uma frequência de 1000Hz, do vasto lateral, vasto medial, semitendinoso e bíceps femoral do membro inferior que executa o apoio contra lateral da mudança de direcção, através de eléctrodos de superfície. Analisamos as seguintes variáveis: ângulo coxa-perna no contacto inicial com a plataforma de força; ângulo mínimo observado durante o movimento estudado; velocidade angular no contacto com a plataforma e no instante de tempo correspondente ao ângulo mínimo; aceleração angular entre os dois instantes; duração total do apoio e das fases que compõem o movimento, as componentes (3D) e Impulsos da força de reacção de solo e a actividade electromiográfica dos músculos extensores e flexores da perna. Os procedimentos estatísticos utilizados foram a estatística descritiva e ANOVA medidas independentes. O nível de significância foi mantido a 5%.

Os resultados evidenciaram que: o escalão de iniciadas contacta o solo com menor ângulo de flexão do joelho do que o escalão de juvenis, mas revelam uma velocidade significativamente inferior aos outros escalões; os escalões mais jovens possuem o valor médio inferior de aceleração e velocidade angular no ângulo mínimo de flexão do joelho. As seniores possuem o menor valor de ângulo mínimo de flexão do joelho. Na Fase I do movimento as iniciadas estão sujeitas a maiores valores médios de força na componente ântero-posterior e vertical e, na Fase II, na componente médio lateral. Este escalão solicita mais os extensores da perna comparativamente com os outros escalões. Na fase II as juniores estão sujeitos a valores de força superiores na componente médio-lateral e vertical, e o escalão de iniciadas os apresenta na componente ântero-posterior, solicitando os extensores e flexores de forma superior.

PALAVRAS-CHAVE: ANDEBOL, MUDANÇA DE DIRECÇÃO, LCA, JOELHO, BIOMECÂNICA.

Abstract

The following study's main purpose is to compare the differences among the different competitive categories, in the cinematic, dynamic and electromyographic parameters, of the handball player inferior limb, during the direction change movement and enquiry on the lesion risk of ACL.

The sample on this study is composed by 24 female handball players, equally divided by 4 competitive categories that usually play offensive roles on the first line.

Cinematic, dynamic and electromyographic data was collected during the execution of six repeating of the change of direction movements. We used 3 cameras to sample cinematic data at 60 Hz, one a force plate operating a 60Hz of frequency and surface electrodes were used to access a electromyographic activity, with a frequency of 1000Hz of the vastus lateralis, vastus medialis, semitendinosus e biceps femoral of lower limb that execute the sidestep cutting.

Were analysed the following variables: thigh-leg angle in the initial contact with the strength platform; minimum angle observed during the studied movement; angular speed in the contact with the platform and in the moment of time adequate to the minimum angle; angular acceleration between those two moments; total period of the support and the phases that compose the movement, the components (3D) and the impulses of the strength of ground's reaction and the electromyographic activity of the extensor and flexor leg muscles. The statistic procedures used were the descriptive statistic and ANOVA independent measures. The significance level was kept on 5%.

The results showed that: the beginners categories contact the ground with a lower knee flexion angle than the juvenile group. The younger group had a significant inferior speed, compared to the other categories and, together with the juvenile categories, has the lower medium value of angular speed and in acceleration. The senior group had the lowest value of minimum angle of flexion of the knee. In Phase I, of the movement, the beginners it is exposed to higher medium force values, in the ante- posterior and vertical component, and, in Phase II, in the medial lateral component. This category, on Phase I, requires more, in average, the leg extensors comparatively to the other categories. There's a higher solicitation of the flexors among the beginners. On Phase II, the junior group shows higher medium force values in the medial lateral and vertical components, and the beginners in the ante-posterior component, and require a high solicitation from extensors and flexors muscles.

KEY WORDS: HANDBALL; CUTTING MANEUVERS; ACL; KNEE; BIOMECHANICS.

Résumé

Cette étude a comme objectif principal comparer les différences qui existent entre les divers échelons compétitifs, en ce qui concerne les paramètres cinématiques, dynamiques et électromyographiques du membre inférieur de la joueuse de handball pendant le mouvement de changement de direction ainsi que faire des recherches concernant le risque de rupture du LCA.

Cet échantillon témoin se rapporte à 24 handballeurs du sexe féminin, distribués équitablement par quatre échelons compétitifs et qui habituellement ont des fonctions offensives en première ligne. Des données cinématiques dynamiques et électromyographiques ont été recueillies pendant l'exécution de 6 répétitions de la manœuvre de changement de direction. On a utilisé 3 cameras avec une fréquence d'acquisition de 50Hz, un plateforme de force qui a opéré a 60 Hz, et on a capté le signal électromyographique a une fréquence du 1000 Hz, du *vastus lateralis*, *vastus medialis*, *semitendinosus* et *biceps femoris* du membre inférieur qui exécute l'appui contre latéral du changement de direction. À l'aide des résultats obtenus, on a analysé les variables suivantes: angle cuisse et jambe en contact initial avec la plateforme de force; angle minimum observé pendant le mouvement en étude ; vitesse de l'angle en contact avec la plateforme et correspondant à l'instant du temps correspondant à l'angle minimum; l'accélération de l'angle entre les deux instants; durée totale du support et des étapes qui composent le mouvement, les composants (3D) et la force d'impulsion de la réaction de sol et l'activité électromyographique des muscles extenseurs et fléchisseurs de la jambe. Les procédures statistiques utilisées ont été la statistique descriptive et ANOVA mesures indépendantes. Les résultats ont mis en évidence que : l'échelon des initiées contact avec le sol avec un angle mineur de la flexion du genou et avec une vitesse significativement inférieure aux autres échelons ; Les échelon plus jeunes possèdent la valeur moyenne plus basse de accélération et vitesse angulaire sur le contact avec le sol et en ce qui concerne l'angle minimum de la flexion du genou. L'échelon senior représente le plus grand angle minimum pendant le changement de direction. Dans la Phase I, les initiées est soumis à des valeurs moyennes de force beaucoup plus grandes, en ce qui concerne le plan antéro postérieur et vertical et, dans la Phase II, dans le plan médio-latéral. Il faut souligner plus au niveau des extenseurs de la jambe que les autres échelons. Dans la Phase II, les juniors eté des valeurs moyennes de force plus élevées, en ce qui concerne le plan médio-latéral et vertical.

MOTS-CLEF : HANDBALL, CHANGEMENT DE DIRECTION, LCA, GENOU, BIOMECANIQUE.

Abreviaturas

% - percentagem

1x1 – Um contra um;

AngCont – ângulo formado entre a coxa e a perna, no momento inicial de contacto com o solo;

AngMin – ângulo mínimo observado entre a coxa e a perna, durante o movimento analisado;

AP – Ântero-posterior

APAS – Ariel Performance Analysis System;

BF – Bíceps Femoral;

max – Actividade muscular máxima registada;

med – Valor médio da actividade muscular;

bw – bodyweight

cm – centímetro;

CMV – Contração máxima voluntária isométrica;

dB – decibéis;

FADE-UP – Faculdade de Desporto – Universidade do Porto;

FAP – Federação de Andebol de Portugal;

FAPt – Força ântero-posterior;

FI – Fase I

FII – Fase II

FIII – Fase III

FML – Força médio lateral;

FRS – Força de reacção do solo;

FV – Força vertical;

h/sem – horas por semana;

Hz – Hertz;

IAP – Impulso ântero posterior;

IMC – Índice de massa corporal;

IML – Impulso médio lateral;

IMV – Impulso vertical

JDC – Jogos desportivos colectivos;

kg – quilograma;

kg/m² – quilogramas por metro quadrado;

m - metro

LCA – Ligamento cruzado anterior;

LCP – Ligamento cruzado posterior;

ML – Médio lateral

mm – milímetro;

N.s – Newton por segundo

° - Graus;

ST – Semitendinoso;

V - Vertical

Velangmin – Velocidade angular do membro inferior registada no ângulo mínimo observado entre a coxa e a perna, durante o movimento analisado;

Velcont – Velocidade angular do membro inferior no momento inicial de contacto com o solo;

VL – Vasto Lateral;

VM – Vasto Medial;

1. INTRODUÇÃO

1. Introdução

A prática desportiva é comumente entendida como factor promotor de saúde, bem-estar e com inúmeros benefícios sociais, desportivos e psicológicos para o Ser Humano.

Porém, a realidade desportiva, nomeadamente quando estamos perante um quadro competitivo de alto nível, é substancialmente diferente, pois nem todos os factores são positivos e vantajosos.

A lesão pode ser um factor extremamente negativo e com um efeito nefasto, primeiro no atleta que a sofre, mas reciprocamente em todos os intervenientes no processo desportivo que o rodeiam.

Do ponto de vista do atleta é uma prática desportiva limitada em termos gestuais, com desconforto, incapacidade e muitas vezes a impossibilidade de treinar e jogar. Uma lesão pode constituir-se como um obstáculo significativo ao seu rendimento desportivo a curto, médio ou longo prazo e a uma vida desportiva prolongada.

Consequentemente, o treinador, a equipa e o clube são prejudicados nos seus objectivos e opções, pois uma lesão pode inviabilizar apenas um treino de menor relevância, mas também a competição alvo da época desportiva.

Neste sentido, o estudo de lesão reveste-se de suma importância na área do desporto.

Vários estudos reportam a elevada incidência da ruptura do ligamento cruzado anterior (LCA) no Andebol, Basquetebol e Futebol (Lindblad e Hoy, 1992; Arendt e Dick, 1995; Hutchinson e Ireland, 1995; Myklebust et al., 1998; Arendt et al., 1999).

Este tipo de lesão é, provavelmente, uma das mais comuns, traumáticas e debilitantes que ocorrem na articulação do joelho, com consequências extremamente negativas que implicam, usualmente, elevados custos económicos, uma cirurgia, uma reabilitação morosa e dolorosa e com um extenso período de inactividade em termos desportivos.

A elevada incidência de lesões no Andebol, nomeadamente do LCA, está relacionada com o seu carácter extremamente dinâmico, no qual se observa uma grande agressividade não só defensiva, pois as suas regras permitem o permanente contacto físico entre os jogadores, mas, também, ofensiva, onde surgem situações de ataque planeado e contra-ataque que obrigam à execução de gestos explosivos, associados a bruscas mudanças de direcção (Massada, 2001).

Paralelamente, se considerarmos o espaço de jogo em que a modalidade se desenvolve e o facto de grande parte do jogo se desenrolar em apenas 19 metros quadrados, aliados à proibição da utilização da área de baliza, podemos concluir que o Andebol é uma modalidade que exige o desenvolvimento de acções em curtos espaços e dependentes de elevada precisão e habilidade para ser bem sucedido.

Frequentemente, a lesão do LCA ocorre num episódio de não contacto na recepção ao solo após um salto e/ou em mudanças de direcção, designadamente durante o apoio lateral, para ultrapassar um oponente (Myklebust et al., 1997; Myklebust et al., 1998; Mclean et al., 1999; Boden et al., 2000; Griffin et al., 2000; Besier et al., 2001a). Ambas as situações consideradas envolvem súbitas desacelerações no impacto, sendo este realizado com elevada velocidade (Myklebust et al, 1998; McLean et al., 1999; McLean et al, 2004).

Apesar de ambos os sexos serem susceptíveis de contrair lesão no LCA, vários autores sugerem um risco acrescido de 2 a 8 vezes superior, no sexo feminino, comparativamente ao masculino (Lindenfeld et al., 1994; De Loes, 1995; Hutchinson e Ireland, 1995; Griffin et al., 2000; Hewett et al., 2000; Huston et al., 2000).

Todavia, não existem certezas sobre os factores de risco de lesão, mas têm sido referenciados factores anatómicos, biomecânicos, neuromusculares, hormonais e até mesmo psicológicos como prováveis factores predisponentes. Alguns desses factores, como os factores anatómicos, não são corrigíveis na sua essência. Noutras situações, como é o caso dos factores hormonais, permanece por explicar a possibilidade da sua modificação.

Para uma melhor compreensão dos mecanismos subjacentes à lesão no LCA é imperativo avaliar as forças a que a articulação do joelho está sujeita durante as tarefas que possam colocar a sua integridade em causa.

A literatura tem evidenciado e sugerido que um pobre, ou anormal controlo neuromuscular da biomecânica do membro inferior, particularmente da articulação do joelho, durante a execução de vigorosos movimentos desportivos, como a mudança de direcção, pode ser um factor importante para a lesão do LCA no sexo feminino (Arendt et al., 1999; Slauterbeck e Hardy, 2001; Wojtys et al., 2002). Daí que, recentemente, tenha havido um aumento do interesse pelas diferenças existentes nos parâmetros cinéticos, cinemáticos e em padrões de activação muscular das articulações do membro inferior, entre sexos, de forma a perceber a razão da maior incidência de lesão na mulher.

Porém, é importante perceber que muitos dos factores que comumente estão associados ao maior risco de lesão na mulher, relativamente ao homem, podem também ser inerentes a uma comparação dentro do próprio género feminino, nomeadamente quando estudamos diferentes grupos etários.

Outra das grandes preocupações, no domínio da investigação em ciências do desporto, prende-se com a quantificação e interpretação da variabilidade humana do desempenho motor e rendimento desportivo. Este aspecto é particularmente importante durante o período de crescimento e desenvolvimento, sobretudo durante todo o período pubertário.

A escassez de trabalhos neste domínio parece ser incompreensível visto o jovem atleta se encontrar numa das etapas mais importantes da formação, com vista ao alto rendimento desportivo.

Deste modo, torna-se fundamental conhecer e sistematizar um conjunto de informações acerca destes domínios nos jovens que são submetidos, desde muito cedo, a actividades desportivas de carácter organizado, por vezes altamente especializadas e sistematizadas, sobretudo no que diz respeito à resposta ao treino e à competição.

A informação a ser disponibilizada poderá constituir uma ferramenta de trabalho para todos aqueles que estão ligados aos aspectos da preparação e selecção de atletas.

Um conhecimento claro e detalhado acerca destes domínios, e da sua variação ao longo do tempo, pode permitir controlar e aconselhar todo o processo de treino a que os praticantes de andebol estão sujeitos.

Neste sentido, a avaliação biomecânica pode definir padrões de movimentos requeridos para o sucesso da execução técnica e identificar os desvios desses movimentos que podem aumentar o risco de lesão (Burgess-Milliron e Murphy, 1996).

A informação biomecânica pode ser utilizada na prevenção de lesões, especificamente na correcção de uma técnica deficiente e, consequentemente, pela modificação das forças experimentadas em dada articulação.

No entanto, a literatura consultada revela que estes estudos biomecânicos têm sido efectuados, na sua maioria, em desportistas adultos (Neptune, et al., 1999; Bencke et al., 2000; Colby et al., 2000; Besier et al., 2001b; Chappell et al., 2002; Besier et al., 2003; Zeller et al., 2003; McLean et al. 2004; Hewett et al., 2005).

Face ao exposto, parece-nos justificativo e pertinente o estudo das lesões do LCA, e possível desigualdade entre escalões etários, numa abordagem cinemática, dinamométrica e electromiográfica, da articulação do joelho, durante a execução da mudança de direcção.

Os estudos sobre lesão no LCA que envolvem o sexo feminino e escalões de formação são escassos no panorama internacional, excepção feita aos países nórdicos, onde o andebol feminino tem uma tradição, visibilidade e importância única, e especialmente no nacional onde são praticamente inexistentes, nomeadamente os de foro biomecânico.

Neste contexto, definimos como objectivo principal da nossa investigação, a determinação de diferenças entre os distintos escalões etários, nos parâmetros cinemáticos, dinâmicos e electromiográficos, do movimento de mudança de direcção no Andebol.

Procurando responder aos objectivos deste estudo, estruturamos o nosso trabalho da seguinte forma:

1º Capítulo: Descreve o estado de conhecimento da área problemática, incluindo justificação e pertinência do estudo.

2º Capítulo: Apresenta uma revisão da literatura da temática em estudo. Inicialmente é feita uma análise ao jogo de Andebol, aos seus parâmetros configuradores, às etapas de formação e às tendências evolutivas da modalidade. De seguida é evidenciada a lesão no contexto da modalidade, abordando os factores de risco. Posteriormente foi focalizada a lesão do LCA, bem como o seu conhecimento anatómico e funcional. Foram, ainda, analisados os factores de risco no género feminino. Por último, incidimos sobre os factores de crescimento e maturação que possam influenciar o LCA, a mulher e a sua predisposição para a lesão.

3º Capítulo: Define os objectivos gerais e específicos, assim com as hipóteses que decorrem dos mesmos.

4º Capítulo: Revela a metodologia utilizada e os materiais usados para a consecução do estudo. Neste capítulo caracterizamos a amostra, as estratégias e metodologias consideradas fundamentais para o desenvolvimento do estudo, bem como a descrição do tratamento dos dados, tal como o tratamento e estatístico dos mesmos

5º Capítulo: Apresenta os resultados obtidos no estudo;

6º Capítulo: Discute e interpreta os resultados obtidos, de acordo com a literatura actual.

7º Capítulo: Apresenta as principais conclusões e sugestões para futuros trabalhos.

8º Capítulo: Refere a bibliografia consultada na elaboração deste estudo;

9º Capítulo: Contém os anexos necessários para o desenvolvimento deste estudo.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2. Revisão de Literatura

2.1 O Jogo de Andebol

Os Jogos Desportivos Colectivos (JDC) são uma actividade sociocultural organizada em que os participantes são agrupados em duas equipas, numa relação de adversidade entre si, não hostil, manifesta tanto em acções individuais, quanto colectivas. As equipas em confronto buscam a vitória desportiva através da vantagem momentânea, com a ajuda de um móbil manobrado de acordo com as regras preestabelecidas (Santos, 2004).

De acordo com Castelo (1996), os JDC evidenciam dois processos perfeitamente distintos que reflectem diferentes objectivos, princípios, atitudes e comportamentos técnico-tácticos, sendo determinados pela condição “posse ou não posse da bola”: processo ofensivo e processo defensivo.

Castelo, 1996 caracteriza ainda os JDC pela permanente relação dialéctica de sinal contrário (ataque versus defesa), promovendo modos de interacção no seio de redes de comunicação (cooperação entre os elementos da mesma equipa) e de contra-comunicação (oposição entre os elementos da mesma equipa e os seus adversários). Estas redes de comunicação traduzem-se na aplicação de acções técnico-tácticas individuais, colectivas, organizadas e ordenadas num sistema de relações e inter-relações coerentes e consequentes, de ataque e defesa, com a finalidade de desequilibrar o sistema opositor, na procura de uma meta comum (Castelo, 1996).

Já Jiménez (2001) destaca a necessidade de identificar os elementos estruturais caracterizadores de cada jogo, como condição prévia para o seu conhecimento e organização. Deste modo, o autor reconhece como elementos estruturais dos JDC o espaço, o tempo, os companheiros, os adversários e o móbil, a partir dos quais emanam todas e quaisquer acções de jogo.

Neste sentido, consideramos que as interacções que se estabelecem em jogo estão condicionadas por onde actuar (espaço), que ritmo empregar (tempo), sob que restrições actuar (regras), de que forma (gesto técnico) e respeitando que decisões (táctica).

Tal como os demais JDC, o Andebol possui uma lógica interna de jogo que se exprime nas prescrições estabelecidas pelo regulamento do jogo (Castelo, 1996).

A aplicação das regras e leis de jogo permite normalizar e condicionar o comportamento e a actividade dos jogadores, conferindo à modalidade um cariz de elevada especificidade.

No entendimento de Garcia (1998), a actividade funcional prática do jogo de Andebol articula-se sob distintos factores, entre os quais: os espaciais (lugares de colocação, distâncias a percorrer, locais preferenciais de desmarcação, permutas de espaço); os temporais (ritmos, circulações e velocidades de execução); a comunicação motriz (a qualidade do passe ajustada ao momento da desmarcação, a riqueza das redes de comunicação); os da contra-comunicação motriz (a frequência, perigosidade e variedade de fintas e remates no jogo com oposição) e os tácticos (circunstâncias de aplicação de procedimentos, adequação da utilização das diferentes intenções e meios em distintos momentos ou situações).

Assim, o contexto em que o Andebol se desenvolve pode ser caracterizado por uma elevada variabilidade, imprevisibilidade e aleatoriedade. Neste contexto, as equipas disputam objectivos em constante oposição, lutam para gerir em proveito próprio, o tempo e o espaço, sendo o comportamento dos jogadores determinado pelas relações antagónicas (ataque/defesa) consubstanciadas em relações de cooperação–interacção e comunicação entre os companheiros e, por outro lado, pela oposição–resistência e contra-comunicação com os adversários (Konzag, 1991; Garganta, 1997; Garcia, 1998; Freitas, 2005).

Parece-nos possível descrever o Andebol como um jogo que se desenvolve sob a influência de um conjunto de normas que regulam o comportamento dos jogadores (factor regulamentar), estabelecendo modelos de execução técnica utilizados como respostas adaptativas às situações de jogo.

Estes modelos são reconhecidos pelos jogadores orientando e regulando a sua acção motora (factor técnico), interagindo no seio de redes de

comunicação (cooperação) e de contra-comunicação (oposição), estabelecidas entre os intervenientes na acção de jogo (factor comunicacional).

As redes de comunicação manifestam-se na aplicação de acções técnico-tácticas e estratégias individuais e colectivas (factor técnico estratégico) que, por sua vez, sofrem a influência de dois elementos fundamentais, o factor espaço e o factor tempo (Silva, 2004).

2.2 Parâmetros Configuradores da Lógica Interna

Qualquer JDC é condicionado por leis específicas do jogo, sendo esse código de conduta, na sua essência, um conjunto de prescrições que, aliadas às noções de equipa e adversário, dão corpo aquilo que se pode designar por lógica interna do jogo (Parlebas, 1981; Moutinho, 1994; Vilaça, 2001).

Identicamente, Moreno (1994) afirma que o desenvolvimento das acções de jogo é determinado por parâmetros configuradores da sua lógica interna, ou seja, o espaço, o tempo, o regulamento, a técnica ou tarefa, a táctica e a estratégia, dita, também, a organização estratégico-táctica.

Consideramos que o grau de importância destes parâmetros é substancialmente diferente, na medida em que o aspecto estrategico/organizativo ocupa, habitualmente, o centro de prioridade do desenrolar do jogo e as decisões dos jogadores têm sempre um forte carácter táctico-cognitivo.

De salientar que essas decisões estão sempre subjugadas aos constrangimentos espaciais, temporais, regulamentares e das tarefas técnico-tácticas do jogo (Garganta, 1997).

Referimos, de seguida, os factores que compõem a lógica interna do Andebol.

2.2.1 Factor Regulamentar

2.2.1.1 Factor Espaço

O espaço traduz a infinita possibilidade de combinações espaciais entre os intervenientes de jogo, existindo uma diversidade no grau de importância das áreas de terreno de jogo (Santos, 2004).

Pela influência directa que exerce no desenrolar das acções, torna-se prioritário considerar as limitações regulamentares que configuram a forma, a dimensão e as restrições de utilização do espaço de jogo no Andebol (Moreno, 1994).

De acordo com o regulamento da Federação de Andebol de Portugal-FAP (2005) temos as principais regras relativas ao terreno de jogo.

O terreno de jogo configura-se num rectângulo com uma superfície de 800 metros quadrados, ou seja com 40 metros de comprimento e 20 de largura, consistindo em duas áreas de baliza e apenas uma de jogo.

A área de baliza é definida pela linha de área de baliza, que dista 6 metros da linha de baliza, onde apenas o guarda-redes pode permanecer e movimentar-se no interior desse espaço, sendo considerada violação sempre que um jogador contacte essa área com qualquer parte do corpo. De realçar que um jogador pode entrar dentro da área de baliza após remate, ou no caso de se encontrar em tarefas defensivas, sem que intervenha directamente no jogo.

Esta limitação implica, obviamente, a redução do espaço de jogo a um espaço útil de 159 m², conferindo uma especificidade aos deslocamentos e movimentos desta modalidade.

De realçar que, cada vez mais, se observa o aproveitamento da área de baliza através de jogadas com exploração de espaço aéreo, ou pela realização de passes para esta zona.

As condicionantes regulamentares determinam uma estrutura formal do espaço de jogo e o desenvolvimento da acção do jogo no seu interior.

Assim, Castelo (1996) distingue várias zonas no terreno de jogo:

- i. Zonas fixas – Estas zonas são subdivididas em zonas interditas e de preparação. As primeiras referem-se aos espaços de jogos em que não é possível a evolução dos jogadores, como é o caso da área de baliza; enquanto que as de preparação, pela sua proximidade do alvo, favorecem uma conclusão vitoriosa das acções ofensivas.
- ii. Zonas variáveis – São divididas em dois sub-grupos. As zonas de apoio e de suporte são ocupadas pelos atacantes, estão ligadas ao espaço livre e asseguram a circulação de bola, intercalando-se nas zonas de resistência da equipa adversária. As zonas de resistência e de vigilância são, por sua vez, ocupadas pelos defensores que se opõem à circulação da bola, procurando a sua recuperação. Este posicionamento dos defensores entre a bola e a baliza condiciona as ligações e o sentido das acções ofensivas adversárias.

Para Moreno (2001), a análise do espaço de jogo desta modalidade deve considerá-lo como um espaço de interacção motriz que modela o comportamento de cada um dos intervenientes do jogo, sendo condicionado pelo móbil de jogo, bem como pelas formas de contacto e de relação que se estabelecem entre os jogadores (passe, marcação, finta).

Numa análise mais objectiva, Mayo (2000) analisou o espaço de interacção individual em cada modalidade, constatando que, imediatamente a seguir ao Basquetebol, o Andebol é a modalidade onde o espaço por jogador é menor (cerca de 57 m²). No entanto, se atendermos que em grande parte do tempo, o jogo desenrola-se no espaço correspondente ao jogo posicional, então o espaço resultante é apenas de aproximadamente 13 m². Esta condição determina que as acções desenvolvidas sejam realizadas em curtos espaços de jogo.

Se a esta condicionante associarmos o impedimento de utilização das áreas de baliza, podemos concluir que o jogo de Andebol está dependente de uma elevada precisão e habilidade para ultrapassar as limitações espaciais.

Neste sentido, Freitas (2005) refere o aparecimento de áreas de especialização de jogadores, de acordo com as suas características, originando os postos específicos, onde as especificidades técnico-táticas são distintas e encontram-se condicionadas pelo espaço. O autor considera que o fundamento, sobre o qual se sustenta o jogo de Andebol, é o domínio e a criação de espaços e que este determina toda a dinâmica da execução técnico-táctica individual e colectiva que a lógica do jogo encerra

2.2.1.2 Factor Tempo

O tempo de jogo normal para todas as equipas com jogadores de idade superior a 15 anos (inclusive) é de 60 minutos, divididos em duas partes de 30, com um intervalo de 10 minutos.

Para as equipas mais jovens é de duas partes de 25 minutos, mantendo-se de igual modo a duração do intervalo.

Santos (2004) foca a importância do factor tempo em dois aspectos: pela relação existente entre a execução técnico-táctica ofensiva de manipulação da bola e do tempo, já que esta está regulamentada pela lei dos 3 segundos e pela relação tempo/espaço, que influencia grandemente a eficácia de acção de jogo, pela estreita relação entre o tempo e as constantes modificações no ritmo do jogo.

Contudo, ao observarmos um jogo de Andebol, de um nível competitivo elevado, facilmente depreendemos que esta regra raramente é violada, na medida em que, perante o oponente e perante determinada situação táctica, a rapidez de execução e decisão é fundamental para o sucesso da acção ofensiva.

Apesar de não estar directamente associado ao factor tempo, o jogo passivo no Andebol é um conceito que, em nossa opinião, deve ser considerado neste item. A regra número 7 do regulamento da FAP (2005, pp.36) refere que *“Não é permitido manter a bola na posse da equipa sem que seja efectuada qualquer tentativa para atacar ou rematar à baliza.”* (...) *“Quando é reconhecida uma tentativa de jogo passivo, o sinal de advertência*

de jogo passivo é mostrado. Este sinal dá à equipa que tem posse da bola a oportunidade para mudar o seu modo de atacar de modo a evitar a perda da posse. ” Esta regra não restringe um tempo exacto para terminar o ataque. No entanto, esta obriga a equipa atacante a realizar acções ofensivas no mais curto espaço de tempo, e assim expor os jogadores a uma situação de maior risco de lesão.

2.2.1.3 Outros Factores Regulamentares

Na caracterização dos JDC, além dos factores espaciais e temporais, existem outros factores regulamentares marcantes, pois traduzem toda a conduta dos jogadores, estabelecendo os graus de liberdade de acção e os requisitos necessários para a sua intervenção no jogo (Santos, 2004).

No que concerne ao manejo da bola, a regra 7 do regulamento da FAP (2005), indica que é permitido lançar, apanhar, parar, empurrar ou bater na bola utilizando as mãos (abertas ou fechadas), braços, cabeça, tronco, coxas e joelhos. É ainda possível progredir em drible, segurar a bola durante um tempo máximo de 3 segundos e efectuar 3 passos ou 4 apoios com a bola na mão.

Assim, dadas as limitações temporais e de manipulação da bola, é prioritário para os jogadores um domínio elementar das principais habilidades técnicas, bem como uma rápida capacidade para tomar decisões.

A conduta para com o adversário é outro ponto importante para analisar.

No Andebol as acções de contacto físico são permitidas e estão previstas no código regulamentar, como podemos constatar na oitava regra do regulamento da FAP (2005, pp. 38) que indica que *“é permitido usar braços e mãos para bloquear ou ganhar posse da bola...c) usar o corpo para obstruir um adversário, mesmo quando este não esteja em posse da bola...d) estabelecer contacto corporal, frente a frente, de braços dobrados, e manter este contacto com o intuito de controlar e seguir o adversário”*. Esta regra permite alguma liberdade de acção nas situações de confronto directo com o adversário.

Todavia, existem limites de actuação devidamente identificados, que se ultrapassados originam sanções disciplinares. O regulamento da FAP indica

que as violações à regra 8, podem ocorrer na luta pela posse da bola. No entanto, quando a acção é dirigida principalmente ou exclusivamente ao adversário e não à bola, serão sancionadas progressivamente, começando com uma advertência e incrementando a severidade das sanções, tal como exclusões e desqualificações. Esta regra confere uma especificidade única a esta modalidade, na medida em que em certos períodos de jogo, devido à exclusão de jogadores, uma das equipas poderá se encontrar em superioridade ou inferioridade numérica e assumir estratégias claramente diferentes do habitual. É comum assistirmos, no processo ofensivo, a uma maior procura da segunda linha para finalizar, quando nos encontramos em superioridade numérica e, por outro lado, quando uma equipa se encontra em inferioridade numérica, procura finalizar recorrendo a acções de 1x1.

Por último, é de realçar que o ilimitado número de substituições, confere de algum modo uma flexibilidade de actuação, no que diz respeito à estrutura funcional da equipa.

2.2.2 Factor Técnico-Tático

Segundo Sousa (2000), nos JDC os jogadores desenvolvem sequências de acções e decisões encadeadas, de acordo com as fases de ataque e defesa.

O domínio das técnicas específicas e a capacidade de tomada de decisão dependem da sua adaptabilidade à situação de jogo.

Identicamente, Garganta (1997) afirma que perante um JDC, o primeiro problema que se coloca é sempre de natureza tática, na medida em que é exigido ao jogador o *saber fazer*, para posteriormente, resolver o problema seguinte, o *como fazer*, seleccionando e ajustando a resposta mais adequada.

Em todos os momentos de jogo, os jogadores são confrontados com situações, solucionáveis pelas respostas às questões “O que fazer? Quando? Porquê? Como?”, de forma a implementar determinada motricidade no tempo e espaço.

Nesta linha de pensamento, Moya (1998) afirma que a intenção táctica é composta por determinada intenção/expressão motriz, articulada em função do espaço e do tempo, coincidindo com o objectivo de acção.

Mas, de acordo com Teodorescu (1984), não podemos falar da táctica sem nos referirmos aos aspectos técnicos, pois estes constituem uma unidade dialéctica, condicionando-se e influenciando-se reciprocamente.

Para Garcia (2003) a técnica traduz o nível de domínio dos padrões de execução básicos para a coordenação de movimentos ou processos de acção. Esta ajusta adequadamente as forças internas e externas, procurando o equilíbrio do jogador bem como a funcionalidade, economia e eficácia do movimento, requerido pelo momento e situação do jogo, explorando as regras.

No entendimento do autor supracitado, a acção técnica individual não é um objectivo em si, mas um meio, entre várias alternativas, para alcançar uma capacidade, que por sua vez, deve ser valorizada e aplicada a partir da alteração constante das situações de jogo (movimentos dos companheiros e adversários): intenção táctica.

2.3 Parâmetros Configuradores da Lógica Externa

A sequência repetida das sub-estruturas do jogo, as fases do jogo (ataque e defesa) e as especializações posicionais e funcionais dos jogadores, podem ser entendidas como indicadores de referência e caracterização da lógica externa do jogo (Moutinho, 1994).

Os JDC evidenciam dois processos perfeitamente distintos que reflectem clara e fundamentalmente diferentes conceitos, objectivos, princípios, atitudes e comportamentos técnico-tácticos (Castelo, 1994).

O jogo de Andebol é caracterizado por um dinamismo assente no conflito originado pelas finalidades divergentes, por parte das equipas que actuam em permanente confronto, ou seja, cada elemento do jogo (atacante ou defensor) procura romper o equilíbrio existente e criar vantagens que lhe assegurem o sucesso (Latiskevits, 1991).

Este conflito sistémico não é mais do que um processo antagónico de objectivos, motivações e interesses condicionados pelo regulamento.

A necessidade de resolver as situações conflituosas que surgem, constantemente ao longo do jogo, exige, por parte dos jogadores, a utilização de processos racionais, de forma a eleger e a operacionalizar as acções de jogo mais adequadas a cada fase e a cada momento (Latiskevits, 1991).

Já Garcia (1998) acentua o facto da actividade durante o jogo se realizar em cooperação-interacção com os companheiros de jogo e em oposição aos adversários, o que conduz à necessidade de utilizar as acções de forma inteligente, relacionadas com as modificações espaço-temporais dos distintos componentes. A cooperação e a oposição são, por isso, tarefas reversíveis, quer na fase de ataque quer na fase de defesa, apresentando o jogo sucessivas configurações de acordo com a forma como as equipas gerem as relações de interacção e adversidade, em função do objectivo do jogo (Moreno, 1994; Garganta, 1997).

Pelo exposto, constatamos que a organização do jogo de Andebol se baseia, primordialmente, nas relações de cooperação entre os elementos da mesma equipa (criação de linhas de passe, desmarcações, apoio, circulação de jogadores) e, paralelamente, nas relações de oposição ou resistência entre estes e os seus adversários (antecipações, intercepções, luta pelos espaços, ruptura das comunicações).

É necessário identificar os diferentes procedimentos técnico-tácticos para o ataque e para a defesa que não são mais do que actos motores integrados, típicos de cada JDC, que permitem ao jogador manobrar a bola, deslocar-se e executar os movimentos necessários para a acção de jogo pretendida (Teodorescu, 1984).

Para Cercel (1990), a táctica fornece aos jogadores formas de organização, preparação e finalização das acções de ataque e defesa. Das inúmeras possibilidades de interacção surgem, na prática, algumas alternativas que se destacam pela sua utilidade e probabilidades de êxito que proporcionam. Estas alternativas constituem, segundo Garcia (1998) os *meios tácticos* que se estruturam em formas individuais, de grupo e equipa.

O conceito de tática expressa os níveis de relações intra-equipa, segundo os quais se pode desenvolver: a tática individual, a tática de grupo e a tática colectiva (Martini, 1980; Teodorescu, 1984; Falkowski e Fernandez, 1988; Sánchez, 1991; Greco, 1992; Czerwinski, 1993; Silva, 1993; Garcia, 1994; Conceição, 1998; Leitão, 1998; Mortágua, 1999; Vilaça, 2001).

A tática individual constitui a base da tática colectiva e representa o conjunto de acções individuais, utilizadas conscientemente por um jogador na luta com um ou mais adversários e em colaboração com os companheiros, com o objectivo de realização das missões de jogo, tanto no ataque como na defesa (Teodorescu, 1984; Falkowski e Fernandez, 1988; Cercel, 1990; Silva, 1993; Oliveira, 1995; Barbosa, 1999; Vilaça, 2001).

Os conhecimentos teóricos, a inteligência, a capacidade de análise e a condição psicológica do jogador, facilitam as suas condutas decisórias e soluções mentais que devem aplicar-se a qualquer momento. Do enlace ajustado destas condutas resultam as intenções táticas.

Para desenvolver as diferentes intenções táticas, o jogador recorre a diferentes elementos técnicos: os deslocamentos nos seus múltiplos factores (direcção, trajectórias e mudanças de ritmo, etc.); a recepção da bola; os diferentes tipos de passe; os deslocamentos específicos com bola, ajustando o número de passes efectuados; a direcção em relação ao jogador oponente e à baliza; as fintas de passe, de deslocamento, de drible, de remate e, finalmente, o remate nas suas múltiplas variáveis (Garcia, 1998; Barbosa, 1999).

Consideram-se, assim, como meios táticos individuais ofensivos:

- i. Desmarcação – Consiste numa rápida mudança de posição, normalmente antecédida de simulação, de forma a criar uma linha de passe e receber a bola em condições favoráveis;
- ii. Finta de deslocamento ou “um contra um” – quando um jogador ataca o seu oponente directo, utilizando uma finta, procurando romper o equilíbrio existente e dessa forma ultrapassá-lo.
- iii. Remate – Consiste na impulsão da bola em direcção à baliza, com o objectivo de marcar golo;

- iv. Entrada aos 6 metros – Consiste na entrada de um jogador que ocupa uma posição no ataque exterior ao sistema defensivo, para o seu interior.

No que concerne à coordenação de acções individuais de dois ou mais jogadores a maior parte dos especialistas da modalidade designa-as de meios tácticos de grupo:

- i. Passa e vai – Utilizado entre dois atacantes perante dois defensores que procuram através de um passe simples e corrida, ultrapassarem um dos oponentes;
- ii. Progressões sucessivas – O jogador atacante aproveita o espaço criado por um companheiro que fixou a atenção do defensor de um jogador;
- iii. Bloqueio – Intervenção de forma activa no confronto de um companheiro com o seu oponente directo, interpondo o próprio corpo na trajectória do defensor;
- iv. Écran – Colocação de um jogador de forma a impedir a saída do defesa no momento do remate de um dos seus companheiros, realizado na sua zona de acção;
- v. Inversão – Está relacionado com progressões sucessivas. Consiste na mudança de circulação, por parte de um atacante, para conseguir êxito na iniciação de uma progressão sucessiva no sentido contrário;
- vi. Cortina – Acção dinâmica de passagem, sem bola, pelo espaço de acção de um defensor, suscitando dúvida na responsabilidade de marcação;
- vii. Penetração – O jogador procura penetrar na defesa e poder realizar acções como, bloqueio, écran e cortina, ou finalizar;
- viii. Troca de posto específico – Mudança momentânea de posto específico, através de deslocamentos diante da defesa, que procuram a criação de espaços nessas zonas.

Reportando-se à especialização de jogadores, Moutinho (1994) caracteriza a estrutura funcional de uma equipa, pela distribuição dos jogadores de campo e pelas relações que estes estabelecem entre si.

De acordo com a especialização posicional dos jogadores de Andebol, é possível diferenciar os seguintes postos: guarda-redes; jogadores de primeira linha (lateral esquerdo/lateral direito e central) e segunda linha (ponta ou extremo esquerdo/direito e pivot), independentemente da equipa se encontrar em processo ofensivo ou defensivo.

Cruz (1998) menciona que cada sistema de ataque dispõe os seus jogadores de acordo com os postos específicos considerados, estabelecendo-se diferenças ao nível do número de jogadores que coloca por linha de ataque, facto pelo qual são classificados os sistemas. Também para Castelo (1994) os sistemas de ataque representam o modelo de colocação de jogadores sobre o terreno de jogo. Essa colocação restabelece a ordem e equilíbrio nas várias zonas do campo, servindo de ponto de partida para os deslocamentos relativos dos jogadores e para a coordenação das acções individuais e colectivas, consubstanciando, paralelamente, a constituição de sectores formados por vários jogadores que exercem a sua acção de forma concertada.

É oportuno e de extrema necessidade operacionalizar ao máximo as acções ofensivas dos jogadores da primeira linha, face à agressividade das defesas modernas.

Para Oliveira (1996) e Teixeira (1998) os jogadores de primeira linha tornaram-se universais, com uma grande polivalência, dada a evolução da actividade defensiva que os obrigou a jogarem em espaços cada vez mais reduzidos, o que contribuiu eficazmente para a sua evolução.

Por outro lado, Teixeira (1998) refere que são os jogadores centrais os que mais utilizam os meios tácticos individuais como a finta ou 1x1.

Baseando-nos nestes factores decidimos privilegiar na nossa investigação estas andebolistas.

2.4 Ensino do Andebol

Nos JDC podemos encontrar três formas didáctico-metodológicas para o processo de ensino/aprendizagem do jogo: forma centrada nas técnicas, forma centrada no jogo formal e forma centrada nos jogos condicionados (Garganta, 1998).

Também Garganta (1995) salienta que alguns meios baseiam-se na técnica individual, na procura de que o seu desenvolvimento, de forma analítica, facilite a aplicação eficaz numa situação real de jogo. Para o autor, apesar de algumas alterações nos últimos anos, esta abordagem separa o ensino da técnica do ensino da tática.

Considerando que, como já referimos, uma das características fundamentais dos JDC é a sua grande imprevisibilidade e variabilidade de situações não previstas, que colocam o atleta perante a resolução de problemas de cariz tático, a técnica deve ser capaz de responder a estas situações.

Por outro lado, os JDC são caracterizados por alguma complexidade, em que o praticante tem que ter em linha de conta diversos factores, como a bola, o espaço, os alvos, os colegas e os adversários.

Por isso, é importante que o seu ensino seja faseado e progressivo, partindo-se do simples para o complexo. Daí que Garganta (1995) defenda que o processo de ensino/aprendizagem deva ser abordado por uma forma centrada nos jogos condicionados

Em consequência, a utilização desta forma de ensino, proporcionará, inteligência tática, uma correcta interpretação e aplicação dos princípios de jogo, considerando a viabilização da técnica e a criatividade nas acções de jogo. Logo, as técnicas acabam por surgir em função da tática de forma orientada e provocada (Garganta, 1995).

A grande quantidade de habilidades técnicas com bola a aprender e a variedade de acções táticas a desenvolver são, para Conceição (1998), razões para tornar o processo ofensivo como alvo privilegiado das primeiras etapas de formação.

Nesse sentido, a FAP e as suas Associações Regionais possuem um regulamento técnico-pedagógico que procura ter influência directa no desenvolvimento dos fundamentos da estruturação do jogo.

Na época actual existe apenas regulamento técnico-pedagógico no escalão de iniciadas. Este não permite a utilização de defesas mistas, ou seja, de defesas em que um dos elementos marca individualmente um adversário e desta forma, procura anular a acção influente do mesmo. Para alguns treinadores este factor provoca um corte no normal desenvolvimento do jogo, quer a nível defensivo, quer a nível ofensivo, provocando uma desvirtualização do jogo de Andebol, que importa transmitir aos praticantes.

Contudo, consideramos que a intenção deste regulamento técnico-pedagógico é a de limitar que determinado jogador, em certa altura da sua formação, por se destacar dos demais andebolistas, se veja impedido de jogar normalmente o que poderia provocar um retrocesso na sua formação.

De destacar ainda que, em épocas anteriores, existiram sempre limitações nos sistemas defensivos utilizados.

Durante várias épocas, a FAP e suas Associações Regionais restringiram o tipo de defesa permitido a um sistema profundo, em duas ou mais linhas defensivas. Possivelmente, com esta restrição a FAP pretendia aumentar a capacidade ofensiva e defensiva dos jogadores, pelo aumento dos espaços entre os diversos atletas. Estas limitações parecem trazer implicações ao nível da técnica e táctica ofensiva, inclusivamente ao nível da mudança de direcção.

2.5 Tendências Evolutivas

O jogo de Andebol tem evoluído substancialmente nos últimos anos e, em termos de espectáculo desportivo, as consequências positivas são evidentes.

A partir dos Jogos Olímpicos de Munique (1972) ocorreu uma consolidação do Andebol de 7 a nível internacional e, simultaneamente, uma aceleração na evolução da modalidade na tentativa de acompanhar toda a

dinâmica do fenómeno desportivo mundial (Saraiva, 1980; Marques, 1983; Cunha et al., 1995; Oliveira, 1995; Santos, 2004).

Há cerca de duas décadas, o Andebol caracterizava-se pela predominância de acções rígidas, previamente dirigidas e mecânicas, em que o jogador desempenhava uma função da qual não poderia abdicar em prol do sistema de jogo (Santos, 2004).

Nos finais dos anos noventa, Roman (1999) e Prudente (2000) referiam que a modalidade se desenvolvia através de um jogo de leitura baseado fundamentalmente na luta em 1x1 e a partir de combinações de 2 ou 3 jogadores.

Para Seco (2006), a evolução do jogo de Andebol teve como ponto de partida a mudança nas regras operadas em 1995.

Com objectivo de alcançar um jogo mais espectacular e com menor número de condutas violentas, as novas normas conseguiram que o jogo tenha evoluído em dinamismo e em velocidade, o que vem marcar este desporto no século XXI.

No entendimento de Seco (2006), as novas regras relativas ao lançamento de bola ao centro após golo (que permitem que a equipa que sofreu golo não espere pelo adversário), e a continuidade de jogo na infracção do atacante na linha de 6 metros, conseguiram aumentar, ainda mais, a velocidade de jogo, oferecer espectáculo e contribuir para uma melhoria em termos estratégicos.

A evolução surgiu também ao nível dos regulamentos, pois foram penalizando, de forma distinta, as condutas de agressividade excessiva por parte dos jogadores (Czerwinski, 1994; Oliveira, 1995; Cunha, 1996; Anti, 1999).

Portanto, nos dias de hoje, observa-se um aumento no ritmo e mobilidade de jogo, quer em situações defensivas, quer em situações ofensivas, com respostas que devem ser ajustadas e reestruturadas com grande precisão e no menor intervalo de tempo possível. Daí que Seco (2006) acentue que as acções realizadas em velocidade apoiam-se, necessariamente,

em factores motores que permitam gestos rápidos e eficazes (técnica e tática individual).

Seco (2006) salienta ainda que a base da tática deve, agora, centrar-se no tempo de acção, nos bloqueios dinâmicos nos diversos espaços, nas desmarcações permanentes, nas fintas com oposição, no 1x1 e na criação de linhas de passe.

Se considerarmos que cada jogador partilha o espaço de jogo com os companheiros na luta com os adversários, procurando conquistar o território do outro, podemos reconhecer que as relações entre defensor e atacante agudizaram-se, ao longo dos tempos, pela diminuição do espaço de jogo e, simultaneamente, pela diminuição do tempo de decisão do portador da bola.

Este comportamento é baseado em alguma agressividade, permitida pelo regulamento como consequência da possibilidade do contacto físico entre os jogadores (Barbosa, 1999).

Contudo, Santos (2004) cita um aspecto positivo da elevada agressividade que em tempos se registou: o avanço gradual dos sistemas defensivos no terreno de jogo e uma melhoria das capacidades técnico-táticas defensivas que, em nossa opinião, provoca, naturalmente, melhorias nas capacidades ofensivas.

2.6 Andebol e Lesão

As lesões subsequentes à prática desportiva são uma inquietação constante na vida de todos os intervenientes, desde o atleta ao treinador e aos dirigentes desportivos.

Em Portugal, a modalidade de Andebol ainda não se encontra profissionalizada. Se a vertente masculina está um pouco mais perto desse objectivo, na feminina essa distância é bem maior. Esta realidade traduz-se em plantéis demasiado curtos (constituídos por dez a doze atletas), e na existência de outros interesses, ocupações e actividades profissionais extras do andebolista.

As preocupações com a lesão atingem, assim, contornos ainda superiores pois, para a andebolista, uma lesão comporta prejuízos físicos, psicológicos e muitas vezes profissionais e/ou académicos. Para o treinador são dificuldades acrescidas devido ao reduzido número de atletas de que dispõe e, para o clube, pode acarretar prejuízos financeiros, para além de possíveis e óbvios prejuízos desportivos.

Portanto, parece-nos evidente que a ocorrência de lesões desportivas influencie significativamente o rendimento desportivo dos jogadores, da equipa e do respectivo clube.

Porém, no desporto de competição, principalmente ao mais alto nível, as lesões são uma realidade, resultado das maiores exigências no desempenho dos atletas e no aumento do volume e da intensidade de treino.

A literatura apresenta uma grande diversidade de definições para lesão, com diferentes critérios e factores, com consequências ao nível dos diversos estudos epidemiológicos de lesão.

Dos conceitos que a literatura menciona, decidimos considerar o conceito de Massada (2003, p.103), no qual lesão corresponde a “...*todo e qualquer traumatismo referido pelo atleta durante um período específico da prática desportiva e toda a patologia traumática que determina uma paragem da actividade desportiva*”.

Fuller (2006) afirma que as lesões podem ser classificadas em função de vários critérios: natureza (*overstress/sobrecarga* ou *overuse/sobreuso*), gravidade, localização, tipo, lado do corpo e, também, pela possibilidade da lesão ser reincidente.

Podem, ainda, ser classificadas em função da actividade onde ocorrem (jogo ou treino) ou, também, em função do contacto físico com um jogador/objecto. Para os investigadores a lesão de *overstress*, ou aguda, refere-se a uma lesão resultante de um acontecimento particular identificável, enquanto que a lesão de *overuse*, ou crónica, é resultante de microtraumatismos repetidos, sem ser apenas um acontecimento o único responsável pela lesão (Massada, 1987). No primeiro caso, o limiar de absorção de forças é ultrapassado enquanto que, no segundo caso, o repouso

não é suficiente para recuperar da fragilização tecidular originada pela acumulação de esforços (Massada, 1987).

As características estruturais e funcionais, próprias de cada desporto, estão relacionadas com as suas lesões típicas. Nas diferentes modalidades desportivas, também as lesões evoluem com a evolução das regras, com a evolução técnica, táctica e dos métodos de treino.

A tentativa de alcançar novas soluções pode, também, representar um risco acrescido de lesão para os atletas (Costa, 2006). Logo, será necessário conhecer de forma pormenorizada os mecanismos de lesão de cada modalidade, para aperfeiçoar métodos de prevenção e tratamento e, mesmo, procurar soluções ao nível da técnica.

No Andebol, a enorme velocidade e excessivos contactos violentos numa pequena área de jogo, parecem estar associados com o aumento de risco de lesão (Myklebust et al., 1997).

Ao observarmos um jogo de Andebol feminino facilmente reconhecemos que quer as características antropométricas da mulher, quer algumas capacidades motoras são intrinsecamente inferiores na mulher; por exemplo, a força ao nível dos membros inferiores, capacidade importante para diversas acções motoras básicas como o salto, travagens, fintas e remates de primeira linha. Talvez este facto propicie que o jogo feminino invoque mais o contra-ataque, uma maior circulação de bola e uma constante procura de espaços para rematar de segunda linha, tudo situações onde o 1x1 sobressai como meio privilegiado, existindo também um maior contacto físico entre os jogadores. Daí que, em nossa opinião, estas condições provavelmente coloquem estas andebolistas mais susceptíveis a lesões.

Num estudo realizado em 2001 pelo Gabinete de Andebol da FADE-UP, em colaboração com a FAP, concluiu-se que a média de alturas da selecção portuguesa de juniores era de 1,75 metros.

Observando grande parte das equipas portuguesas facilmente reconhecemos que a média de alturas é, na maior parte das vezes, inferior ao referido. Assim, a baixa estatura da andebolista portuguesa faz com que esta

procure, frequentemente, os seis metros como área privilegiada de finalização, dadas as carências de recursos para rematar de primeira linha.

Fazendo alusão aos regulamentos técnicos pedagógicos, mencionados anteriormente, existentes em anos anteriores, consideramos que estes possam ter tido um contributo influente nesta questão. Os regulamentos técnico pedagógicos existentes em épocas passadas obrigavam a um sistema defensivo mais profundo, o que privilegiava a situação de 1x1. Possivelmente, este tipo de jogo, provoca um maior desgaste e maior contacto físico, implicando mais mudanças de direcção, mais quedas e consequentemente, maior risco de lesão.

Tal com em todas as modalidades, também no Andebol existem lesões que acontecem com mais frequência do que outras.

Diversos estudos (Erling e Kristian, 1992; Seil et al., 1998) expõem que, no Andebol, as lesões ocorrem em maior número ao nível dos dedos e dos membros inferiores, especialmente as lesões articulares, sendo mais frequentes as entorses ao nível do tornozelo (entorse tibiotársica, rotura de ligamentos, etc.) e do joelho: roturas do LCA, fracturas do menisco, distensões nos ligamentos, interno e externo, etc.

Castro, 1995 confirma como lesões mais frequentes na modalidade, as dos dedos das mãos, seguidas pelas lesões ao nível do trem inferior (tornozelo e joelho).

Em Portugal, existem poucas investigações acerca desta temática. Todavia, os estudos monográficos de Seabra (2003) e Carvalho (2004) comprovam que a nossa realidade é semelhante à relatada por Erling e Kristian (1992) e Seil et al. (1998).

Para Erling e Kristian (1992) existe uma maior tendência para as mulheres se lesionarem com mais frequência em relação aos indivíduos do sexo masculino. Para os autores a tendência para os mais jovens contraírem lesões, tendo a incidência de lesões sido mais elevada na faixa etária dos 15 aos 19 anos. Outra das constatações dos autores referidos é que a maior parte das lesões ocorre em situação de jogo.

O estudo de Aagard e Myklebust (2001) indica que o maior número de lesões ocorre em jogadores de primeira linha e que, nestes, a articulação do joelho foi a área anatómica mais afectada, outra das razões que nos levaram a escolher este posto específico como base para a nossa amostra.

Outra das conclusões do estudo de Aagard e Myklebust (2001) foi a de que as andebolistas lesionam-se mais em situações ofensivas, em manipulação de bola e, habitualmente, sem contacto físico, e que as atletas mais novas lesionam-se mais do que as mais velhas.

Esta circunstância está, provavelmente, associada à experiência e à prática de uma actividade desportiva mais inteligente, ajustada às suas capacidades de resposta.

Também Seabra (2003), no seu estudo monográfico realizado na primeira divisão nacional de seniores femininos concluiu que os atletas de primeira linha são os que apresentam maior incidência de lesão e que o joelho é também a região anatómica mais afectada.

2.6.1 Factores de Risco

As lesões desportivas são um fenómeno de multirisco, isto é, com vários factores de risco a interagirem numa dada altura (Meeuwise, 1994).

Os factores associados à lesão podem ser classificados em factores extrínsecos e intrínsecos (Taimela et al., 1990; Lysens et al., 1991; Bennell et al., 1999; Parkkari et al., 2001).

Bennell et al. (1999) incluem nos factores intrínsecos, factores mecânicos como a densidade óssea, o alinhamento esquelético, as dimensões e a composição corporal. Os autores inserem ainda nestes factores os de ordem fisiológica como a flexibilidade a resistência, a força muscular e ainda factores nutricionais e hormonais.

Ainda em relação às causas internas, os investigadores supracitados, associam-nas a desequilíbrios provocados entre o esforço que o jogador é sujeito e a sua capacidade em suportar determinada solicitação.

Nos factores extrínsecos, Bennell et al. (1999) salientam os factores mecânicos, como o calçado utilizado, a superfície de jogo, e os parâmetros de treino. Os autores realçam, também, que podem ocorrer lesões devido a uma carga externa, em consequência da agressão de um agente externo, como o choque com um adversário, um objecto, etc. Estas lesões são frequentes no Andebol, resultantes do constante e permitido contacto físico, que por vezes acompanha todo o movimento ofensivo de um jogador, dado que a lei da vantagem permite que um atacante continue a sua acção ofensiva, mesmo sujeito a uma violação das regras por parte de um defesa.

Já no entendimento de Pedrosa (2000) os factores extrínsecos são aspectos exteriores ao andebolista tais como: aspectos de execução técnica da cada modalidade, o tipo de equipamento, a organização do treino e competição, as cargas de treino (por vezes desajustadas aos seus praticantes), as condições físicas e atmosféricas envolventes.

Relativamente aos factores intrínsecos de lesão, Pedrosa (2000) engloba factores inerentes ao praticante como: a idade, o sexo, a condição física, o desenvolvimento motor, a alimentação e os factores psicológicos.

Massada (1987) adiciona a estes factores a técnica de execução incorrecta e o desequilíbrio muscular intrínseco ao atleta ou mesmo o induzido pela própria actividade desportiva.

Na nossa opinião os factores intrínsecos são, de forma geral, não controláveis, pois são naturalmente internos e pouco ou nada alteráveis com o treino, enquanto que os factores extrínsecos são de sobremaneira modificáveis pelo treino ou por alterações no ambiente envolvente.

O quadro 2.1 apresenta os vários factores associados ao risco de lesão desportiva em geral (adaptado de Parkkari et al., 2001).

Quadro 2.1. Factores de risco associados à lesão desportiva em geral (adaptado de Parkkari et al., 2001).

Factores de Risco	
Extrínsecos	Intrínsecos
<u>Exposição à actividade física</u> ➤ Modalidade praticada; ➤ Tempo de exposição; ➤ Posição e estatuto ocupado na equipa; ➤ Nível competitivo; <u>Treino</u> ➤ Tipo e planeamento de treino; ➤ Activação geral; ➤ Quantidade de treino; ➤ Frequência; ➤ Intensidade; ➤ Fadiga; <u>Envolvimento</u> ➤ Tipo de piso para a prática desportivo; ➤ <i>Indoor</i> ou <i>outdoor</i>; ➤ Condições climatéricas; ➤ Higiene física; ➤ Fase da época; ➤ Factores humanos (colegas; treinador); ➤ Nutrição (alimentação e hidratação); <u>Equipamento</u> ➤ Equipamentos de protecção (obrigatórios ou não); ➤ Equipamentos de jogo (bola, raquete, etc.); ➤ Calçado; ➤ Vestuário;	<u>Características Físicas</u> ➤ Idade; ➤ Género; ➤ Factores hereditários; ➤ Morfotipo e somatótipo; ➤ Lesões anteriores (no mesmo local ou locais associados); ➤ Recuperação dessas lesões; ➤ Condição física; ➤ Mobilidade articular; ➤ Instabilidade ligamentar; ➤ Anomalias anatómicas estáticas (joelhos <i>varus</i> ou <i>valgus</i>, diferente comprimento dos membros inferiores, alterações da coluna vertebral, etc.); ➤ Domínio da habilidade motora; ➤ Habilidades específicas da modalidade; <u>Perfil psicológico</u> ➤ Motivação; ➤ Situações de conflito (familiares, amigos, companheiros); ➤ Vontade de arriscar; ➤ Sensibilidade e situações de stress

2.6.2 Lesão do LCA

A ruptura do LCA no joelho é uma das lesões desportivas mais comuns, debilitantes e potencialmente mais traumáticas (Mclean et al., 2004). As carreiras de centenas de atletas foram comprometidas ou terminaram por completo com uma ruptura do LCA (Ryder et al., 1997).

A cirurgia reconstrutiva é dispendiosa e a sua reabilitação com ou sem cirurgia pode levar vários meses (Ryder et al., 1997).

Distintos estudos reportam a elevada incidência de lesões no LCA em vários desportos colectivos como o Andebol, o Basquetebol e o Futebol (Strand et al. 1990; Lindblad e Hoy, 1992; Myklebust et al., 1997). Em comum, são modalidades que exigem ao jogador rápidas mudanças de direcção.

Também na Europa, continente onde a modalidade de Andebol se encontra muito desenvolvida, a lesão no LCA tem uma elevada incidência (Strand et al. 1990; Arendt e Dick, 1995; Hutchinson e Ireland, 1995; Myklebust et al., 1997; Myklebust et al., 1998; Olsen et al., 2004).

A literatura não apresenta convicções sobre a maioria dos factores de risco ou sobre o perfil do jogador mais susceptível à lesão no LCA (Ferris e Freedman, 2001). Todavia, não há dúvidas de que o crescimento da participação feminina no desporto e a natureza debilitada do LCA sejam parâmetros importantes para entender, essa susceptibilidade sendo igualmente necessário identificar os factores de risco que levam à ocorrência desta lesão (Huston et al., 2000). Aliás, Bartlett (2000) não hesita em afirmar que a futura direcção no estudo destas lesões e da sua prevenção passa pela identificação dos factores de risco intrínsecos e extrínsecos.

A pesquisa das lesões do LCA distingue, frequentemente, lesões ocorridas com e sem contacto físico. Segundo Ireland et al. (1997), as lesões contraídas com contacto físico comumente, envolvem grandes forças externas, muitas das vezes incontornáveis. Já as lesões sem contacto físico, resultam de um inadequado controlo neuromuscular e da posição do membro inferior.

Contudo, é de salientar que, apesar de muitas vezes a lesão ser descrita como um mecanismo de não contacto, este por vezes é aparente, pois como podemos verificar no estudo de Olsen et al. (2004), mesmo não havendo contacto directo com o membro lesionado, em vários casos foi considerado que os jogadores se encontravam em perturbação, em desequilíbrio, a ser puxados ou empurrados por um oponente, ou procurando evitar uma colisão com o adversário.

Diversos estudos indiciam mecanismos complexos que levam a que esta ocorrência, sem contacto físico, torne esta temática ainda mais difícil de estudar.

Distintos investigadores são unânimes a afirmar que, tipicamente, a lesão no LCA ocorre num mecanismo de não contacto, ou seja, sem contacto entre jogadores durante a recepção de um salto ou durante uma fase de alto risco como a mudança de direcção (provavelmente a de maior risco no andebol europeu) (Myklebust et al., 1998; Mclean et al. 1999; Griffin et al., 2000; Besier et al., 2001b; Mclean et al., 2004; Olsen et al., 2004).

Nestes movimentos ocorre sempre uma súbita desaceleração do corpo: recepção do salto, mudança de direcção ou preparação para o salto, provocando no joelho um descontrolo devido às várias forças que actuam sobre ele (Ireland et al., 1997).

A excessiva tensão e a posterior falta de tensão desempenham um papel importante na falha momentânea do LCA que conduz à lesão (Ireland et al., 1997).

Olsen et al. (2004) pensam que entre os dois mecanismos referidos, o mecanismo de mudança de direcção, ou seja, a técnica evasiva de alta-velocidade na qual o jogador procura ultrapassar um oponente, é o mais comum. Esta pode acontecer através de um duplo apoio ou, a de maior incidência, por uma travagem contra lateral.

Nestes movimentos que, na nossa opinião, são fundamentais nas estratégias ofensivas de desportos como o Basquetebol, o Futebol e o Andebol, englobam, geralmente, uma súbita desaceleração no impacto, acompanhada por uma rápida aceleração e mudança de direcção para

ultrapassar o oponente (Myklebust et al., 1998; Mclean et al., 1999; Mclean et al., 2004).

O stresse mecânico pode ser estimulado por: rotação da tíbia; o avanço da tíbia provocado pelos músculos extensores do joelho; ou pela combinação e rotação da exposição a forças particulares. Relativamente à rotação, quer a interior, quer a exterior são capazes de danificar o LCA (Bencke et al., 2000).

Já Olsen et al. (2004) mencionam um padrão consistente de lesão: um aumento do *valgus* do joelho; joelho perto da extensão combinado com uma ligeira rotação interna ou externa da tíbia. O pé encontra-se normalmente fixo no solo e, na maioria dos casos, desalinhado com o joelho. Boden et al. (2000) ressaltam, também, a extensão do joelho no momento da lesão. Provavelmente, o piso em que decorre a actividade desportiva e o tipo de calçado utilizado podem, também, desempenhar um papel importante. Strand et al. (1990) encontraram, num estudo retrospectivo, que jogar em pavilhões com chãos de madeira resulta, significativamente, numa menor incidência de lesões, comparativamente aos pisos sintéticos.

Aliás, é frequente ouvirmos queixas dos atletas ao nível de dores articulares, nomeadamente no joelho ou tornozelo, quando há uma mudança de piso.

Myklebust et al. (1997) registaram e inquiriram todos os atletas masculinos e femininos das divisões primodivisionárias da Noruega que sofreram lesão de LCA durante duas épocas desportivas.

No referido estudo, os investigadores, com base nas respostas dos andebolistas que sofreram lesão, extraíram algumas conclusões interessantes: a incidência de lesão é superior na mulher comparativamente ao homem (cerca de 2 vezes) e os jogadores que mais se lesionam são os jogadores de primeira linha (54%), seguidos dos extremos (30%).

O estudo de Myklebust et al. (1997) concluiu ainda que, em 50% dos casos a fricção entre o sapato e o solo desempenha um papel importante, tal como os movimentos de travagem e mudança de direcção. A maioria das lesões ocorre em contacto com a bola (70%) e em grande velocidade (53%). Cerca de 90% das lesões ocorreram com a equipa a atacar, ou seja, na fase

em que a maior parte dos movimentos de mudança de direcção acontecem. Este estudo revela ainda que a maioria dos atletas considerou que a lesão surgiu num movimento executado inúmeras vezes.

Curiosamente, Myklebust et al. (1997) constataram que 75% das lesões ocorreram em situação de jogo e apenas 25% em situação de treino, ou seja, o risco de lesão é muito superior durante o jogo do que durante um treino, o que poderá ser um contra-senso, visto que o tempo de treino é muito superior ao da competição. Possivelmente, a intensidade de um jogo é muito superior e dificilmente consegue ser replicada nos treinos.

Apresentamos, de seguida, um quadro que apresenta resumidamente os factores de risco referidos pela literatura (Arendt e Dick, 1995; Ireland et al., 1997; Myklebust et al., 1997; Biondino 1999; Griffin et al., 2000; Huston et al., 2000; Childs, 2002; Shea et al., 2003).

Quadro 2. 2. Factores de risco da lesão no LCA

Factores	Intrínsecos	➤ Género; ➤ Idade; <u>Anatómicos e Biomecânicos:</u> ➤ Laxidez ligamentar e articular; ➤ Tamanho da chanfradura Intercondiliar; ➤ Comprimento do LCA; ➤ Ângulo do joelho e da anca (ângulo Q); ➤ Alinhamento do membro inferior (<i>valgus/varus</i>); ➤ Morfologia do pé; ➤ Hiperextensão; ➤ Proprioceptividade; ➤ Activação neuromuscular; <u>Hormonais</u> ➤ Variações hormonais ao nível do estrogénio, progesterona e relaxina;
----------	-------------	---

(Continua)

(Continuação do quadro 2. 3. Factores de risco da lesão no LCA)

Factores	Extrínsecos	➤ Nível e tipo de treino; ➤ Modalidade praticada; ➤ Treino vs Jogo; ➤ Posição em que joga; ➤ Calçado desportivo; ➤ Atrito entre calçado e solo desportivo; ➤ Membro inferior dominante; ➤ Técnica de recepção no solo após salto; ➤ Equipamentos de protecção no tornozelo ou joelho;
	Mistos	➤ Habilidade ➤ Coordenação; ➤ Níveis de força; ➤ Flexibilidade; ➤ Controlo Neuromuscular; ➤ Controlo Postural; ➤ Experiência e nível de performance do atleta; ➤ Reincidência; ➤ Recuperação e reabilitação de lesões anteriores; ➤ Motivação;

2.6.3 Funções do LCA

Para entendermos a lesão no LCA é necessário percebermos a anatomia do joelho e a função do LCA.

O joelho é uma das áreas anatómicas mais importantes na medicina desportiva devido à sua importância no desporto e pela frequência com que se produzem lesões nesta área (Kibler, 1998).

Esta articulação actua como parte estável dos membros inferiores permitindo correr, saltar, entre outros movimentos. Os músculos que a acompanham transferem a força e a energia que se originam no solo pelas ancas e tronco, e é o joelho que absorve os impactos e regula as forças e cargas que aí se geram (Kibler, 1998).

A articulação do joelho é constituída pelo fémur, a tíbia e a rótula. É uma articulação que pode ser dividida em duas articulações secundárias: uma

constituída pelo fêmur e pela rótula – a articulação fêmoro-rotuliana; e outra constituída pelo fêmur e pela tíbia – a articulação fêmoro-tibial (Pina, 1995).

A extremidade inferior do fêmur apresenta a tróclea femoral que é constituída por duas facetas laterais, que se afastam uma da outra, dando origem à chanfradura intercondiliar, formando duas saliências volumosas, o côndilo interno e o côndilo externo (Pina, 1995).

As superfícies entre o fêmur e a tíbia estão protegidos pelos meniscos, estruturas compostas por fibrocartilagem (Thompson e Floyd, 1996). Os meniscos são importantes na absorção do choque entre o fêmur e a tíbia (Aagard e Myklebust, 2001).

Nesta articulação dois movimentos podem acontecer: o de rolamento ou deslizamento, ou seja, o fêmur roda para trás ou desliza sobre a tíbia (Ahonen, 1996).

Os movimentos de flexão e extensão do joelho não podem ser movimentos puros de rolamento ou “dobradiça”. O rolamento é predominante no início da flexão e o deslizamento ocorre mais no final da flexão (Smith et al., 1997; Noronha, 2000).

Kapandji (2000) realiza uma caracterização da articulação do joelho de uma forma muito clara.

De acordo com o autor, supra citado, o joelho é, sobretudo, uma articulação com apenas um grau de liberdade: flexão\extensão. De forma acessória, possui um segundo grau de liberdade: a rotação sobre o eixo longitudinal da perna, possível apenas quando se encontra flexionado.

No entendimento de Kapandji (2000), o primeiro grau de liberdade está condicionado pelo eixo transversal, ao redor do qual se realizam os movimentos de flexão-extensão no plano sagital. Este eixo contido num plano frontal atravessa horizontalmente os côndilos femorais. O segundo grau de liberdade consiste na rotação em torno do eixo longitudinal da perna, com o joelho em flexão. O autor salienta ainda que, em extensão máxima, a rotação longitudinal é impossível devido à tensão dos ligamentos cruzados e laterais.

Kapandji (2000) indica que a diáfise femoral não se encontra situada, exactamente, no prolongamento do eixo do esqueleto da perna, formando um

ângulo obtuso, de 170-175°, o que vulgarmente se designa de valgo fisiológico do joelho. Devido ao facto das ancas se encontrarem mais separados entre si que os tornozelos faz com que o valgo fisiológico seja mais marcado na mulher do que no homem.

De uma perspectiva mecânica, a articulação do joelho tem de conciliar dois imperativos contraditórios. Por um lado tem de possuir uma grande *estabilidade* em extensão máxima, pois nesta posição a articulação do joelho faz esforços importantes devido ao peso do corpo e ao comprimento dos braços de alavanca. Por outro lado, tem de adquirir uma grande *mobilidade* a partir de certo ângulo de flexão, necessária na corrida e na orientação ideal do pé em relação às irregularidades do solo (Kapandji, 2000).

A mobilidade decorre, principalmente, da estrutura óssea, enquanto que a estabilidade decorre dos tecidos moles: ligamentos, músculos e cartilagem (Smith et al., 1997).

Quando o joelho se encontra em flexão – posição mais instável – está mais susceptível a lesões ligamentares e dos meniscos. Em extensão está mais vulnerável a fracturas articulares e a rupturas ligamentares (Kapandji, 2000).

Os ligamentos do joelho são os seus mais importantes estabilizadores, juntamente com os músculos (Aagard e Myklebust, 2001). Esta estabilidade depende, assim, dos ligamentos cruzados e laterais.

Os ligamentos, externos e interno, estabilizam-no lateralmente. Neste sentido, estão tensos quando a perna está em extensão e relaxados quando a perna está flectida (Ahonen et al., 1996).

Noronha (2000) afirma que é nos ligamentos cruzados que se localiza o fulcro da cinemática do joelho. Os ligamentos cruzados, anterior e posterior (designados assim em virtude da forma na qual se cruzam um com o outro entre as suas fixações) são ligamentos vitais para manter uma estabilidade anterior e posterior, respectivamente, e permitir uma estabilidade rotatória (Thompson e Floyd, 1996). Eles fornecem, quase exclusivamente, a resistência a desvios anteriores e posteriores da tíbia em relação ao fémur (Palastanga et al., 2000; Noronha, 2000).

O LCA é o principal responsável pelo impedimento do deslocamento anterior da tíbia e o LCP do deslocamento posterior (Kapandji, 2000).

O LCP está em tensão quando o joelho se encontra em flexão, enquanto que o LCA está tenso quando o joelho está em extensão, sendo um dos freios da hiperextensão (Kapandji, 2000).

Relativamente ao seu papel na estabilidade médiolateral, durante a rotação interna da tíbia, ocorre uma torção de ambos os ligamentos, enrolando-se um ao redor do outro, contraindo-se mutuamente e produzindo um rápido bloqueio deste movimento, ou seja, os ligamentos cruzados impedem a rotação interna do joelho estendido. No caso de uma rotação externa os ligamentos têm tendência a tornarem-se paralelos podendo ser levada a cabo uma maior rotação. Por conseguinte, a rotação externa não está limitada pela tensão dos ligamentos cruzados (Weineck, 1998; Kapandji, 2000).

Aagard e Myklebust (2001) consideram que o LCA é mesmo o mais importante estabilizador do joelho, pois limita o deslizamento e a rotação entre os ossos da coxa e da perna. Daí a necessidade da sua presença, sendo que um joelho sem este ligamento fica impossibilitado de se movimentar com segurança quer nas actividades desportivas, quer no dia-a-dia, e daí a necessidade da cirurgia.

Para Veludo (2004) as lesões são dez a vinte vezes mais frequentes no LCA do que no ligamento cruzado posterior (LCP), para o que contribui o facto das lesões do LCP poderem passar despercebidas. Como explicação para essa maior incidência, Miralles e Puig (1998), sugerem que o LCP é mais largo e menos oblíquo do que o LCA e possui uma resistência mecânica superior. Também Ryder et al. (1997) afirmam que o LCA rompe totalmente mais vezes do que outro qualquer ligamento do joelho.

Segundo Noronha (2000) a textura tridimensional das fibras do LCA garante-lhe características de visco-elasticidade e não apenas de elasticidade. Para o autor, quando o LCA é submetido a tensões suaves e crescentes, o LCA sofre alongamento inicial considerável com o recrutamento parcial das fibras de colagénio. Com o aumento gradual das tensões, soma-se o recrutamento de outras fibras, passando o alongamento a ser menos notório,

entrando-se a partir daí no risco de rotura de algumas fibras e a seguir de todo o ligamento. Assim, se o traumatismo for lento e progressivo, permite melhor adaptação do LCA e maior resistência.

2.6.4 Factores de Risco de Lesão do LCA na Mulher

As lesões, em geral, tendem a ser encontradas de forma idêntica em atletas de ambos os sexos.

Contudo, estudos epidemiológicos demonstram que as mulheres possuem um risco acrescido de lesão no LCA e a sua incidência tem sido reportada como sendo 2 a 8 vezes superior do que no sexo masculino (Lindenfeld et al., 1994; De Loes, 1995; Hutchinson e Ireland, 1995; Arendt e Dick, 1995; Arendt et al., 1999; Olsen et al., 2004).

A etiologia desta elevada incidência de lesão no LCA nas mulheres não é clara.

Para explicar esta grande susceptibilidade, várias hipóteses têm sido propostas. Tal como na lesão em geral, as hipóteses sugeridas são divididas em factores extrínsecos e factores intrínsecos (Hutchinson e Ireland, 1995; Ireland et al., 1997; Myklebust et al., 1998; Griffin et al., 2000; Anderson et al., 2001; Chappell et al., 2002; Pettitt e Bryson, 2002).

Na última década têm existido vários esforços para compreender e associar os factores intrínsecos e a lesão no LCA. Por outro lado, os factores extrínsecos não têm sido estudados tão intensamente, apesar da natureza dinâmica da lesão do LCA (Chappell et al., 2002).

Uma má condição física pode estar associada a uma maior incidência de lesões. Para muitas mulheres o nível de condição física é significativamente inferior ao dos homens. Um nível adequado de condição física, além de melhorar o rendimento desportivo, pode reduzir o risco de lesão (Hutchinson e Ireland, 1995).

Também a experiência é apontada como possível variável no mecanismo multifactorial associado a um aumento de lesão do LCA nas mulheres.

Contudo, e tendo em consideração um estudo elaborado por Myklebust et al. (1997), na primeira divisão Norueguesa, é de realçar que as mulheres treinam pelo menos tanto como os homens e possuem tantos anos de experiência quanto estes. Assim, estes factores parecem não ter grande importância.

A habilidade técnica está intrinsecamente articulada com vários factores como a experiência, a condição física, a coordenação, a proprioceptividade, o controlo neuromuscular e a competência na modalidade respectiva. Pela dificuldade na sua definição e medição é difícil estabelecer uma relação com a lesão no LCA (Harmon e Ireland, 2000).

Existem, diferenças anatómicas óbvias entre homens e mulheres. Para Griffin et al. (2000) as maiores diferenças existem ao nível do alinhamento do membro inferior e da laxidez ligamentar e, ainda que menores, existem também diferenças ao nível das dimensões do LCA.

Outras diferenças referenciadas por Griffin et al. (2000) são: a maior anteversão femoral; o maior ângulo Q (ângulo formado entre as linhas que ligam a espinha ilíaca ântero-superior da pélvis e o centro da rótula e este com a tuberosidade tibial); a excessiva torção tibial e pronação do pé exibida pela mulher.

Como factores anatómicos explicativos à maior incidência de lesões no sexo feminino, Ireland et al. (1997) sugerem a pélvis mais larga na mulher (que na opinião dos autores, pode provocar problemas biomecânicos sérios em termos de alinhamento), o seu maior valgismo e menor dimensão da chanfradura intercondilar. Em relação a este último parâmetro, Ireland et al. (1997) afirmam que uma chanfradura intercondilar pequena está associada, normalmente, a um LCA mais pequeno, fino e mais fraco.

Apesar das mulheres terem estas estruturas menores do que os homens, as forças geradas pelos mecanismos de uma ruptura de LCA de não-contacto são proporcionalmente semelhantes o que poderá aumentar o risco de lesão, porque a mulher terá menor capacidade para restringir deslocamentos anteriores.

Ireland et al., (1997) indicam que as mulheres possuem maior flexibilidade nos flexores da perna do que o seu congénere masculino em todos os grupos etários, o que, pode predispô-las a uma hiperextensão na altura do primeiro contacto com o solo. Para os investigadores será a posição do joelho durante esta fase que determinará, mecanicamente, a capacidade dos extensores da perna actuarem excentricamente.

Neste sentido, este grupo muscular desempenha um papel fundamental no controlo da desaceleração, existente nos principais mecanismos de lesão do LCA, de não-contacto, limitando forças anormais na articulação do joelho.

Igualmente importante, numa perspectiva biomecânica, é o facto dos extensores da perna necessitarem de actuarem rapidamente para ajudarem a estabilizar o joelho durante acções agressivas, como as mudanças de direcção. Ireland et al., (1997) concluíram que a incapacidade de desaceleração da anca, joelho ou tornozelo nos diferentes planos do movimento é um factor preponderante na ruptura do LCA.

Similarmente, Harmon e Ireland (2000) expõem que a estabilização dinâmica do joelho, realizada pelos flexores e extensores da perna, bem como os gastrocnêmios, é fundamental na prevenção de lesões. Sem a protecção adequada destes estabilizadores dinâmicos, o LCA irá ceder.

Já Huston et al. (2000) referem que as atletas preferem contrair primeiramente os extensores em resposta à translação anterior da tíbia, enquanto que o género masculino e as mulheres não atletas contraem os flexores.

Porém, um nível adequado de força, bem como o tempo de reacção dos flexores da perna são críticos para a estabilidade da articulação do joelho. Vejamos: se ocorrer uma activação muscular dos extensores, sem ocorrer, simultaneamente, a dos flexores, pode ocorrer uma subluxação anterior da tíbia e aumentar significativamente o LCA; por outro lado, se os flexores agirem sem uma acção dos extensores, esta subluxação é diminuta e inerentemente diminui a tensão no LCA (Huston et al., 2000).

Griffin et al. (2000) ressaltam um dado interessante. As lesões do LCA ocorrem, habitualmente, durante uma desaceleração, o que envolve uma acção

excêntrica do quadríceps e um reduzido ângulo de flexão do joelho. Ora, de acordo com o autor supracitado o quadríceps apenas consegue atingir o seu momento máximo de força quando o joelho está flectido entre 10 a 30 graus. Este facto, provavelmente, provoca demasiada tensão ao nível do LCA. Se considerarmos que este evento é realizado a alta velocidade, esta tensão será superior relativamente à observada durante uma contracção máxima voluntária.

Para Ferris e Freedman (2001) os extensores da perna actuam essencialmente como sinergistas do LCA, não sobrecarregando o ligamento. Se estes músculos não actuarem com força suficiente e no tempo adequado, o LCA poderá ser alvo de maior tensão e assim provocar a sua falha.

Os mecanismos de lesão identificados para o LCA são eventos bastante curtos em termos temporais e, por outro lado, as forças na articulação do joelho, que actuam no contacto com o solo, são elevadas. Este facto implica uma menor acomodação da atleta ao movimento da articulação e, consequentemente, o corpo tem menor oportunidade para absorver e dissipar estas forças (Ferris e Freedman, 2001).

Rozzi et al. (1999) num estudo em que observaram as diferenças entre sexos, na laxidez da articulação do joelho e nas características neuromusculares, concluíram que as mulheres demoram mais tempo a detectar o movimento da articulação do joelho, e possuem maior laxidez ligamentar nesta articulação. Para os autores esta condição pode provocar um predispor a mulher a um maior risco de lesão no LCA, pela falha numa pré-activação motora e pela menor proprioceptividade desta estrutura. Nesta sentido, a capacidade de protecção da articulação pode ser afectada, tal como a capacidade de gerar, rapidamente, forças musculares suficientes para absorver as forças da articulação e assim proteger o ligamento.

Identicamente, Malinzak et al. (2001) sugerem que devido à menor flexão do joelho, ao seu maior valgismo, à grande activação muscular dos extensores e diminuída activação dos flexores, as mulheres, comparativamente ao sexo masculino, estão mais predispostas à lesão no LCA, durante a mudança de direcção.

O estudo de Houston et al. (1996) refere que o sexo feminino possui menor desenvolvimento muscular do que o sexo masculino, relativamente ao seu peso corporal, e como Magalhães et al. (2001) sugerem, níveis insuficientes de força podem estar associados a um risco acrescido de lesão dos tecidos moles.

Também para Myklebust et al. (1997), devido ao seu menor desenvolvimento muscular e às diferenças de alinhamento no membro inferior, as mulheres provavelmente dependem mais do LCA e menos do controlo dos músculos flexores do joelho do que os homens.

Algumas diferenças entre sexos foram também detectadas ao nível da anca e tronco. Estas podem ser importantes porque a posição da anca e do tronco influencia a posição do joelho e as forças a que está sujeito (Griffin et al., 2000).

As mulheres executam as mudanças de direcção numa postura mais erecta, com menor flexão do joelho e da anca do que os homens. Adicionalmente, observa-se, frequentemente uma força vertical superior em mulheres relativamente aos homens durante o mesmo movimento. A associação destes factores podem colocar o LCA feminino em maior risco durante o movimento de mudança de direcção (Malinzak et al., 1999).

Outro dos factores de risco que tem vindo a ser estudado como possível explicação para a maior predisposição de lesão no LCA, no sexo feminino é o envolvimento hormonal dado que este é claramente diferente do masculino.

Vários investigadores propõem que o incremento de laxidez no ligamento pode ser influenciada pela alteração das hormonas sexuais. A presença de níveis elevados de estrogénio e da relaxina parece afectar a incidência de lesões da mulher ao nível do joelho. Harmon e Ireland (2000) sugerem que o risco de lesão no LCA aumenta durante a fase ovulatória da menstruação e o uso de contraceptivos orais parece diminuir esse risco.

2.6.5 Crescimento e Maturação

A temática das lesões no desporto tem sido muito investigada e documentada na literatura científica. Porém, no que concerne aos atletas mais jovens, esta é menos comum.

Nos últimos anos houve um incremento da participação activa de crianças e adolescentes em actividades desportivas, o que resulta numa maior incidência das lesões desportivas nestas faixas etárias, emergindo uma preocupação de saúde pública (Belechri et al., 2001).

O risco e tipo de lesão são diferentes entre crianças e adultos (Garrett, 1993).

Para Shea et al. (2003) a lesão no LCA é reconhecida como mais frequente em crianças e adolescentes. A ideia expressa pelos investigadores é comum na literatura, ou seja, assume-se que o risco de lesão é mais elevado no desporto de formação do que no de adultos. Todavia, existem vários estudos que demonstram que esta realidade não é necessariamente verdadeira. Garrett (1993) refere que a incidência de lesões, em muitas modalidades, parece aumentar a partir da puberdade, no entanto ressalta que os estudos existentes não consideram a intensidade de treino.

Os factores que aumentam o risco de lesão do LCA como: ângulo Q, o valgismo, a anteversão femoral, o tamanho da chanfradura intecondilar e a laxidez ligamentar, estão relacionados com o alinhamento estrutural. Muitas das alterações esqueléticas desenvolvem-se, apenas, após o rápido crescimento relacionado com a puberdade. Assim, não é surpreendente que atletas pós-púberes possuam uma maior incidência de lesões quando comparados com atletas pré-púberes (DeHaven e Lintner, 1986; Backx et al, 1989; Backx, 1996; Arendt et al., 1999; Hewett, 2000).

Hass et al. (2005), num estudo biomecânico acerca da recepção ao solo, que comparava atletas pré e pós puberdade, concluíram que as atletas pós-púberes exibem menor flexão do joelho no contacto inicial com o solo, maiores forças médio laterais e menores momentos nos extensores do joelho, o que pode explicar a sua maior predisposição para a lesão.

Factores ósseos podem, identicamente, explicar as diferenças na incidência das lesões ao longo do crescimento da mulher.

O osso em crescimento do atleta adolescente é diferente do da idade adulta. Quando este se encontra em fase de crescimento e as diáfises abertas, as lesões, muitas vezes, envolvem estas áreas (Garrett, 1993).

As propriedades elásticas do osso, em idades pediátricas, comparativamente ao osso adulto, são superiores, o que o torna mais susceptível a falhas de compressão e tensão. Esta maior elasticidade na estrutura óssea dos mais jovens permite que os ossos se deformem consideravelmente mais do que o osso adulto. Simultaneamente, um esqueleto imaturo possui ligamentos 2 a 5 vezes mais fortes do que a epífise do osso, fazendo desta o elo mais fraco do sistema músculo-esquelético (Kibler e Chandler, 1993; Burgess-Milliron e Murphy, 1996).

Desta forma, factores mecânicos que usualmente resultam em lesões ligamentares, originam fracturas ósseas. Este tipo de lesão pode resultar de forças produzidas numa mudança de direcção (Burgess-Milliron e Murphy, 1996).

Em termos de risco de lesão, um aumento de crescimento está relacionado com a altura e com o peso, devido a uma subida do centro de gravidade, a membros mais longos, o que provoca um maior *stress* ao nível das articulações (Burgess-Milliron e Murphy, 1996).

Ao observarmos uma curva de Crescimento/Idade do sexo feminino verificamos que, sensivelmente, dos 9 aos 12 anos, ocorre um rápido crescimento; a partir desta idade diminui a velocidade de crescimento até aos 15 anos, idade na qual este praticamente cessa.

O comprimento dos membros inferiores aumenta com a idade, parando por volta dos 13/14 anos. A partir desta idade o ganho em estatura é devido ao crescimento na altura sentado (Malina et al., 2004).

Se observarmos uma curva de crescimento, relativamente à percentagem de gordura corporal, podemos constatar que a partir dos 15 anos, há um ligeiro aumento na percentagem de gordura corporal. Cumulativamente, a massa muscular tende a estabilizar nessa faixa etária, que resulta num

aumento da percentagem do peso em gordura, ou seja, a contribuição muscular para o peso corporal diminui nesta fase (Malina et al., 2004).

Os músculos dos atletas mais jovens, devido às dimensões da fibra muscular, à capacidade de gerar e resistir a forças e às suas características biomecânicas, não respondem da mesma maneira como os músculos de um desportista mais velho (Kiebler e Chandler, 1993).

Em consequência dos diferentes padrões de crescimento no comprimento dos ossos, relativamente aos músculos, em muitos dos grandes grupos musculares, nomeadamente no membro inferior, aparece com uma diminuição de flexibilidade (presente em mais de 80% dos pré-púberes), interferindo na força muscular. Este factor associado a extensores pouco desenvolvidos podem potenciar um aumento de forças ao nível da articulação do joelho (Kiebler e Chandler, 1993). Logo, um sujeito nestas condições poderá estar mais susceptível à lesão.

A força muscular aumenta linearmente com a idade cronológica, desde a infância até sensivelmente, aos 15 anos de idade. E em todas as idades, os momentos dos extensores são superiores aos dos flexores, aumentando a sua diferença com a idade (Froberg e Lammert, 1996). Por outro lado, a força isométrica normalizada ao peso corporal, nas raparigas, varia muito pouco durante a adolescência. No género feminino, existe uma correlação positiva entre força e massa corporal, em idades pré-púberes e na fase pubertária e baixa correlação no final da puberdade e durante a adolescência (Froberg e Lammert, 1996).

Neste sentido, consideramos que, provavelmente, a partir da puberdade, se não existir um trabalho de força adequado e eficaz, o sistema músculo-esquelético não conseguirá responder às perturbações sofridas e, assim, haverá maior risco de lesão.

Garrett (1993) menciona a importância dos adultos, que gerem o treino em escalões de formação, assegurarem que o treino evolua com uma intensidade gradual, na medida em que o corpo adapta-se à intensidade de treino, embora demore algum tempo. Para o autor, um rápido aumento na

intensidade pode exceder a capacidade em se adaptar e assim ampliar o risco de lesão.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES

3. Objectivos e Hipóteses

3.1. Objectivo Geral

O presente estudo tem como principal objectivo comparar, entre os distintos escalões competitivos, os parâmetros cinemáticos, dinâmicos e electromiográficos do membro inferior da andebolista, durante o movimento de mudança de direcção e indagar sobre o risco de lesão no LCA.

3.2. Objectivos Específicos

São objectivos específicos do nosso estudo:

- i. Determinar e comparar o ângulo coxa-perna, no momento de contacto com o solo, no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- ii. Determinar e comparar o mínimo ângulo coxa-perna, existente durante o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- iii. Determinar e comparar a velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento de impacto com o solo, quando ocorre uma mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- iv. Determinar e comparar a velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão, do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- v. Determinar e comparar a aceleração angular produzida na articulação do joelho, entre o momento inicial de contacto com o solo e o momento

correspondente ao ângulo mínimo de flexão da articulação, no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

- vi. Determinar e comparar a duração total do apoio, do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- vii. Determinar e comparar a duração das diferentes fases que constituem o movimento de mudança de direcção, entre si e nos diversos escalões competitivos.
- viii. Determinar e comparar as componentes, médio lateral, ântero-posterior e vertical da força de reacção do solo (FRS) nas diferentes fases que compõem o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- ix. Determinar e comparar os impulsos médios laterais, ântero-posteriores e verticais, totais e parciais, da FRS no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- x. Determinar e comparar o nível de activação muscular dos músculos extensores da perna, durante as diferentes fases do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- xi. Determinar e comparar o nível de activação muscular dos músculos flexores da perna, durante as diferentes fases do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.
- xii. Analisar e comparar o comportamento das componentes e impulsos da FRS na transição entre as fases que constituem o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

- xiii. Analisar e comparar o comportamento da activação muscular dos músculos flexores e extensores da perna, na transição entre as fases que constituem o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

3.3. Hipóteses

No sentido de respondermos aos objectivos do estudo formulamos as seguintes hipóteses:

Hipótese 1 – Existem diferenças no ângulo coxa-perna, no momento de contacto com o solo, no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 2 – Existem diferenças no ângulo mínimo coxa-perna, formado durante o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 3 – Existem diferenças na velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento de impacto com o solo, quando ocorre uma mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 4 – Existem diferenças na velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão, do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 5 – Existem diferenças na aceleração angular produzida na articulação do joelho, entre o momento inicial de contacto com o solo e o momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão da articulação, no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 6 – Existem diferenças na duração total do apoio, do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 7 – Existem diferenças na duração das diferentes fases que constituem o movimento de mudança de direcção, entre si e nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 8 – Existem diferenças nas componentes, médio lateral, ântero-posterior e vertical da FRS, na primeira fase do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 9 – Existem diferenças nas componentes, médio lateral, ântero-posterior e vertical da FRS, na segunda fase do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 10 – Existem diferenças nas componentes, médio lateral, ântero-posterior e vertical da FRS, na terceira fase do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 11 – Existem diferenças nos impulsos médios laterais, ântero-posteriores e verticais, totais e parciais, da FRS no movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 12 – Existem diferenças no nível de activação muscular dos músculos extensores da perna, durante as diferentes fases do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 13 – Existem diferenças no nível de activação muscular dos músculos flexores da perna, durante as diferentes fases do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

Hipótese 14 – Existem diferenças no comportamento da activação muscular dos músculos flexores e extensores da perna, na transição entre as fases que constituem o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4. Material e Métodos

Neste capítulo caracterizamos a amostra e apresentamos os critérios de selecção e exclusão da amostra e os materiais e procedimentos essenciais ao desenvolvimento da nossa investigação.

4.1. Caracterização da Amostra

A amostra deste estudo, foi constituída por 24 andebolistas do sexo feminino, distribuídas equitativamente por quatro escalões competitivos definidos pelo regulamento da FAP (iniciadas, juvenis, juniores e seniores).

De acordo com o regulamento da FAP os escalões competitivos são diferenciados pelo ano de nascimento da jogadora. Assim, ao escalão de iniciadas pertencem as andebolistas nascidas em 1992 e 1993, ao escalão de juvenis as nascidas em 1990 e 1991, o escalão de juniores abrange atletas nascidas em 1989 e 1990 e o escalão de seniores engloba todas as andebolistas nascidas em anos anteriores aos referidos. Ou seja, no início de cada época, as jogadoras iniciadas são as que possuem entre 13 e 14 anos de idade, as juvenis entre os 15 e 16, as juniores entre os 17 e 18 anos de idade e, por último, as seniores possuem idade superior a 19 anos de idade.

Foram recolhidos dados relativos ao peso e altura das jogadoras, aos anos de prática desportiva federada e volume de treino.



Figura 4.1. Avaliação do Peso Corporal e Sistema de Sincronização

O peso corporal da atleta foi calculado através da componente vertical da FRS, a partir da plataforma de forças. A altura foi mensurada com uma fita métrica encontrando-se as andebolistas encostadas à parede.

Após medições de peso e altura foi calculado o Índice de Massa Corporal (IMC) através da equação: massa corporal / altura² (kg/m²).

Os dados das restantes variáveis foram obtidos pela aplicação de um questionário (ver anexo 1).

O quadro 4.1 descreve e caracteriza mais pormenorizadamente a amostra e os grupos que a constituem.

Quadro 4.1 Valores médios e respectivos desvios-padrão da idade, massa corporal, altura, índice de massa corporal, experiência e volume de treino, em função do escalão competitivo.

	Iniciadas	Juvenis	Juniões	Seniores
Idade (anos)	14 ± 0	16,5 ± 0,5	18,4 ± 0,5	24,5 ± 2,4
Massa Corporal (kg)	63,3 ± 7,1	58,2 ± 10	62,5 ± 15	65 ± 8,5
Altura (cm)	170 ± 0,6	167 ± 0,5	166 ± 0,1	167 ± 0,6
IMC (kg/m²)	18,1 ± 9,0	17,6 ± 9,1	22,4 ± 2,8	19,5 ± 9,8
Experiência (anos)	4,7 ± 0,5	5,5 ± 0,6	7,3 ± 1,4	13,5 ± 2,3
Volume de Treino (h/sem)	3,7 ± 0,9	4,6 ± 0,3	5,0 ± 0,9	5,6 ± 0,9

4.1.1. Critérios de Selecção e Exclusão da Amostra

A amostra foi seleccionada por conveniência a partir da população feminina inscrita na FAP, incidindo sobre jogadoras que, predominantemente, durante o jogo, desempenham funções na primeira linha ofensiva (lateral esquerda, lateral direita e central).

A escolha das atletas baseou-se na percepção do treinador, que indicava a atleta mais influente na sua equipa, em termos de capacidades ofensivas.

Os critérios de exclusão que consideramos mais pertinentes na constituição da amostra foram os seguintes:

- Apresentação de lesão músculo-esquelética, ao nível dos membros inferiores nos últimos seis meses;
- Apresentação de lesão músculo-esquelética impeditiva de treinar e jogar sem limitações;
- Possuir qualquer órtese ou meio de contenção, ao nível dos membros inferiores.

4.1.2. Contacto prévio com a Amostra

Os clubes de Andebol foram contactados e posteriormente as andebolistas para averiguar a sua disponibilidade de colaboração.

Antes da aplicação do protocolo experimental, foram explicados e descritos os objectivos e procedimentos de estudo, a cada um dos elementos da amostra, os quais tiveram de manifestar o seu consentimento informado e declarado por escrito (Anexo 2). No caso de jogadoras menores de idade foi solicitado o consentimento de um responsável (pai ou mãe).

As jogadoras foram, ainda, questionadas acerca da possibilidade da informação obtida ser transmitida ao médico ou ao treinador do clube em que se encontram inscritas.

As andebolistas foram, também, informadas da possibilidade de desistirem a qualquer momento e esclarecidas acerca de todas as dúvidas.

4.2. Pré – Teste

Antecedendo a recolha de dados realizamos três pré-testes, procurando definir e conferir procedimentos e, simultaneamente, familiarizarmo-nos com a sequência de tarefas e com os instrumentos a utilizar.

Desta forma, reajustamos pequenos aspectos do protocolo experimental estabelecido, nomeadamente a posição das câmaras de vídeo, a colocação de marcadores e eléctrodos, a esquematização da recolha de dados e, sobretudo, a optimização do tempo de trabalho.

4.3. Protocolo Experimental

4.3.1. Movimento Analisado

Cada andebolista, em posse de bola, executou 6 mudanças de direcção (3 para a direita e 3 para a esquerda).

O apoio lateral correspondente à travagem foi realizado sobre a plataforma de forças.

Em posição frontal à plataforma, na direcção do movimento, foi colocado um boneco simulador de um oponente, pois no entendimento de Mclean et al. (2004), sendo a mudança de direcção uma manobra evasiva, a inclusão de um oponente pode ser um factor importante na forma como o movimento é executado.

A aproximação da jogadora à plataforma é realizada pela utilização de um drible, seguida do movimento a executar.

Antes da recolha de dados, as jogadoras foram instruídas para realizar o movimento de forma mais natural possível. Contudo, sabemos que a instrumentalização inerente ao processo de recolha é, por si, um factor limitativo. Assim, na tentativa de familiarizar o atleta com o método de recolha e aproximar a execução da mudança de direcção o mais possível da realidade, foi concedido um espaço de aprendizagem, no qual as jogadoras realizavam a manobra, num tapete (com as mesmas dimensões da plataforma de forças), e de espessura muito fina. Com este treino as atletas aferiam a colocação do pé de apoio lateral na plataforma.

Após este período de aprendizagem, era concedido um período de descanso de 5 minutos, seguido da preparação do atleta para a realização do protocolo propriamente dito.

Este estudo efectuou, simultaneamente, uma análise cinemática, dinâmica e electromiográfica do movimento de mudança de direcção.

Para a obtenção de uma informação mais pormenorizada e completa, os dados recolhidos foram sincronizados, através da activação de um disparo eléctrico manual cujo sistema foi desenvolvido no Laboratório de Biomecânica da Faculdade de Desporto da Universidade do Porto (FADE-UP).

Cada recolha teve a duração de aproximadamente 8 segundos.

Passemos à descrição dos principais passos para a recolha e tratamento de dados.

4.3.2. Recolha e Análise de Dados Cinemáticos

Para a recolha de dados cinemáticos utilizamos três câmaras digitais (Sony Handycam DCR-HC 42 E) colocadas com uma frequência de aquisição de 50 Hz.

As câmaras foram colocadas de forma não coplanar, para permitir a análise do movimento a três dimensões como podemos observar na figura 4.2.



Foram utilizados tripés de forma a fixar e nivelar as câmaras, de modo a que o eixo óptico permanecesse paralelo ao solo.

Figura 4.2. Colocação do material inerente à recolha de dados

Os dados foram posteriormente registados em formato .avi, para se proceder ao tratamento e digitalização da imagem.

Para a digitalização da imagem recorremos a pontos de referência (marcadores reflectores) colocados bilateralmente nas principais proeminências ósseas, designadamente no grande trocanter, côndilo lateral do fémur, calcâneo, maléolo lateral e cabeça do 5º metatarso.

A quantificação dos distintos parâmetros cinemáticos foi obtida pelo sistema de análise de movimento Ariel Performance Analysis System (APAS) da Ariel Dynamics Inc., realizado em ambiente Windows 98, existente no laboratório de biomecânica da FADE-UP.

Antes de iniciar a recolha de imagens procedeu-se ao registo de um referencial constituído por uma estrutura metálica, cujas dimensões eram 2 m de altura, 1,50 m de comprimento e 1 m de largura, de modo a efectuar a

calibração das câmaras e a reconstrução das coordenadas obtidas na digitalização em valores reais.

A análise cinemática teve o propósito de estudar as seguintes variáveis:

- i. AngCont – ângulo formado entre a coxa e a perna, no momento inicial de contacto com o solo;
- ii. AngMin – ângulo mínimo observado entre a coxa e a perna, durante o movimento analisado;
- iii. Velcont – Velocidade angular do membro inferior no momento inicial de contacto com o solo;
- iv. Velangmin – Velocidade angular do membro inferior registada no ângulo mínimo observado entre a coxa e a perna, durante o movimento analisado;
- v. Aceleração – Calculada pela diferença entre o valor obtido em Velangmin e em Velcont, dividida pelo tempo decorrido entre os dois momentos.

4.3.3. Recolha e Análise de Dados Dinâmicos

A recolha de dados dinâmicos envolveu uma plataforma de forças Bertec AM 4060-15 (com 0,60 metros de comprimento e 0,40 metros de largura), operando a uma frequência de 1000 Hz.

Os sinais obtidos pela plataforma foram amplificados por um Bertec AM-6300 com ganhos pré-definidos de 10 vezes por canal, excepção feita ao canal correspondente à componente vertical da força que foi apenas de 5 vezes. O amplificador esteve ligado com uma unidade de interface Biopac UM 100, que por sua vez estava conectado a um conversor analógico-digital Biopac de 16 bits. Este conversor estava ligado a um computador, onde foi possível analisar o comportamento das componentes da FRS, através do software AcqKnowledge 3.8.1.

Para uma análise, compreensão e interpretação da FRS consideramos pertinente a divisão de cada uma das suas componentes em três fases distintas: Fase I, Fase II, Fase III.

Considerando a mudança de direcção como um fenómeno eminentemente de travagem, e analisando as diferentes componentes de FRS, optamos por dividir o movimento global em três fases, baseando-nos na componente ântero-posterior de FRS. Esta componente evidenciava três momentos distintos e curiosos de serem estudados separadamente.

Assim, a divisão da mudança de direcção em fases foi efectuada da seguinte forma:

Fase I – A Fase I compreende o contacto inicial com a plataforma de forças até que o valor da componente ântero-posterior seja próximo de zero e nesse momento ocorra uma inflexão da curva.

Fase II – Fase imediatamente seguinte, terminando quando deixa de existir o fenómeno de travagem, ou seja, quando a componente ântero-posterior passa a valores positivos. Esta fase corresponde a um momento de transição, para um apoio mais regular e para que ocorra a mudança de direcção propriamente dita.

Fase III – A última fase cessa com a inexistência de contacto com a plataforma de forças. Esta última fase compreende a saída do movimento.

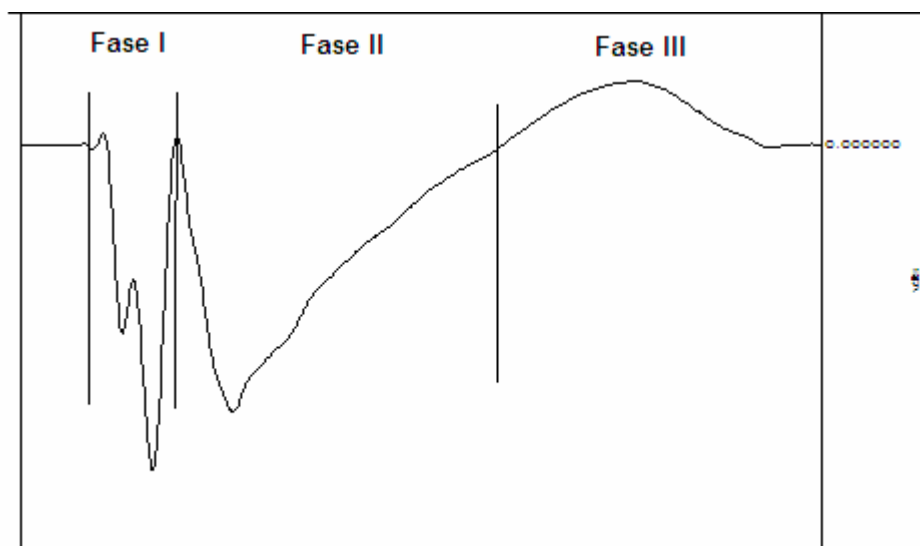


Figura 4.3. Curva da componente ântero-posterior da força de reacção do solo e sua divisão em fases.

Após a recolha dos dados das componentes de FRS, procedemos à sua normalização ao peso corporal da andebolista, tendo-se seguido o mesmo procedimento para todas as variáveis.

Os dados obtidos e relativos à duração do apoio, designadamente em cada fase do movimento, foram normalizadas ao tempo total da duração do evento.

Os dados alusivos ao Impulso foram normalizados ao Impulso Total do movimento de mudança de direcção.

A análise dinâmica teve o intento de estudar as seguintes variáveis:

- i. FML med – Força médio lateral média;
- ii. FAPt med – Força ântero-posterior média;
- iii. FV med – Força vertical média;
- iv. FML max – Intensidade máxima da força, em valor absoluto, registada na componente médio lateral;
- v. FAPt max – Intensidade máxima da força, em valor absoluto, registada na componente ântero-posterior;
- vi. FV Max – Intensidade máxima da força, em valor absoluto, registada na componente vertical;
- vii. IML Total – Impulso médio lateral total;
- viii. IAP Total – Impulso ântero-posterior total;
- ix. IV Total – Impulso vertical total;
- x. IML1/2/3 – Impulso médio lateral da fase correspondente;
- xi. IAP 1/2/3 – Impulso ântero-posterior da fase correspondente
- xii. IML1/2/3 – Impulso vertical da fase correspondente

4.3.4. Electromiografia

A electromiografia foi utilizada com o intuito de avaliar a actividade electromiográfica dos músculos extensores e flexores da perna.

Para a captação do sinal electromiográfico utilizamos eléctrodos de superfície adesivos Ag/AgCl (Unilect), com 5 mm de diâmetro, de configuração bipolar, com um fio de terra. Conectado a estes amplificadores encontrava-se

um amplificador com uma impedância de entrada de $10^{10} \Omega$, com um ganho diferencial de 1100 e um factor de rejeição do modo comum (CMRR) superior a 90dB indo ao encontro às recomendações sugeridas por DeLuca (1997).

O sinal foi recolhido pelo electromiógrafo a uma frequência de 1000 Hz, e foi convertido em sinal digital através de um conversor A/D a 16 bits (BIOPAC Systems, Inc)[®] e registado pelo *software* Acqknowledge 3.8.1 (BIOPAC Systems, Inc)[®].

Para a análise da actividade electromiográfica seleccionamos os músculos Bíceps Femoral, Semitendinoso, Vasto Lateral e Vasto Medial, tal como sugerem Bencke et al. (1999).

O sinal electromiográfico foi recolhido do membro inferior que executa o apoio lateral na mudança de direcção.

A optimização na captação do sinal foi conseguida pela diminuição da impedância eléctrodo/pele, utilizando os procedimentos de preparação da pele mais comuns, envolvendo os seguintes passos:

- i. depilação da área da pele sobre o músculo onde se aplicaram os eléctrodos;
- ii. remoção da superfície morta de alta impedância da pele por abrasão com lixa apropriada;
- iii. limpeza da superfície da pele com álcool (De Luca, 1997; Lamontagne et al., 2000; Sims e Brauer, 2000; Correia e Mil-Homens, 2004; Mickelborough et al., 2004).
- iv. após a colocação dos eléctrodos, foi colocado *tape* nestes e nos cabos, para que se mantivessem fixos e assim, evitar qualquer deslizamento entre eléctrodos, pele e cabos, pois, segundo De Luca (1997) e Correia e Mil-Homens (2004), esse movimento pode gerar interferência no sinal electromiográfico (artefactos do movimento).



Figura 4.4. Preparação da andebolista para a colocação dos eléctrodos.

Os eléctrodos foram colocados longitudinalmente, no sentido da orientação das fibras musculares, ao nível da região central ventre muscular da seguinte forma (Hermens et al., 2000; Fiolkowski et al., 2002).:

- i. Vasto lateral – Com a andebolista sentada numa mesa com os joelhos ligeiramente flectidos e o tronco inclinado atrás, os eléctrodos foram colocados a cerca de dois terços da distância entre a espinha ilíaca superior e a rótula.
- ii. Vasto medial – Partindo de posição idêntica à colocação de eléctrodos no vasto lateral, colocamos os eléctrodos a cerca de 80% da linha entre a a espinha ilíaca superior e o espaço da articulação junto à parte anterior do ligamento medial.
- iii. Semitendinoso – Com a andebolista deitada em posição ventral, joelhos flectidos a menos de 90° e perna em rotação medial, os eléctrodos foram colocados no ponto médio da distância entre a tuberosidade esquiática e o epicôndilo medial da tíbia.
- iv. Bíceps femoral – Em posição idêntica à anterior, mas com a perna em rotação lateral, os eléctrodos foram colocados no ponto médio da distância entre a tuberosidade esquiática e o epicôndilo lateral da tíbia;

A distância entre os eléctrodos, em todos os músculos analisados foi de aproximadamente 20 mm, de forma a não influenciar a qualidade do sinal electromiográfico, tal como sugerem Gantchev et al. (1996) e Correia e Mil-Homens (2004). O eléctrodo terra foi colocado na rótula.

Concluída a colocação dos eléctrodos, aguardamos pelo menos 5 minutos para procedermos à recolha dos dados, dado que Correia e Mil-

Homens (2004) indicam que a impedância neste período temporal reduz de 20% a 30%.

4.3.4.1. Análise do Sinal Electromiográfico

Depois da recolha do sinal electromiográfico efectuamos o seu tratamento através do *software* Acqknowledge 3.8.1 (BIOPAC Systems, Inc)[®].

Este tratamento conteve diferentes fases.

Numa primeira fase submetemos o sinal electromiográfico a um filtro passa-banda de 20 a 450 Hz, procurando suprimir as oscilações acima e abaixo das frequências referidas. De salientar, que em alguns casos, observou-se a permanência de algum ruído de baixa frequência associado, provavelmente, a artefactos mecânicos. Daí que a frequência inferior de corte, em alguns casos foi de 30 e 35 Hz, para minimizarmos o efeito supracitado.

Após filtragem do sinal electromiográfico procedemos a uma rectificação da curva, ou seja, transformamos a curva com valores positivos e negativos, de média igual a zero, numa curva de valores absolutos positivos. Por fim, foi criado um envelope linear pela aplicação de um filtro passa baixo de 6Hz como sugere Bartlett (1997).

De forma a podermos comparar entre os diversos escalões e músculos analisados os dados obtidos, procedemos à normalização dos valores de actividade muscular pelo máximo valor registado na contracção máxima voluntária isométrica, de cada músculo analisado.

Na análise electromiográfica investigamos as seguintes variáveis:

- i. VLmed – Valor médio da actividade muscular do Vasto Lateral;
- ii. VLmax – Actividade muscular máxima registada do Vasto Lateral;
- iii. VMmed – Valor médio da actividade muscular do Vasto Medial;
- iv. VMmax – Actividade muscular máxima registada do Vasto Medial;
- v. STmed – Valor médio da actividade muscular do Semitendinoso;
- vi. STmax – Actividade muscular máxima registada do Semitendinoso;
- vii. BFmed – Valor médio da actividade muscular do Bíceps Femoral;

- viii. BFmax – Actividade muscular máxima registada do Bíceps Femoral;

4.4. Procedimentos Estatísticos

Para a análise estatística das variáveis deste estudo utilizamos o SPSS (Statistic Package Social Science), versão 15.0 e Excel 2003.

No sentido de avaliar a homogeneidade e normalidade da distribuição, procedemos a uma análise exploratória dos dados, pela utilização do teste de *Shapiro-Wilk*, respectivamente.

Recorremos à estatística descritiva para determinar, em todas as variáveis estudadas, medidas de tendência central e de dispersão como a média e desvio padrão.

Para a estatística inferencial utilizamos, a ANOVA medidas independentes juntamente com a aplicação do teste de múltiplas comparações à posteriori de LSD.

O nível de significância para todos os testes foi mantido a 5%.

5. RESULTADOS

5. Resultados

Este capítulo destina-se à apresentação dos resultados obtidos nesta investigação. A sua estruturação está de acordo com a formulação dos objectivos definidos anteriormente.

5.1. Caracterização da Amostra

Relativamente à nossa amostra podemos verificar que não existem diferenças, com significado estatístico, nas variáveis peso, altura e IMC nos diferentes escalões competitivos.

Quanto à variável experiência verifica-se que existem diferenças entre os três grupos mais jovens e o escalão de seniores e entre os escalões de iniciadas e juvenis relativamente ao grupo de juniores (ver quadro 5.1).

No que concerne à variável volume de treino, constatamos pelo quadro 5.1 a existência de diferenças estatisticamente significativas entre o escalão mais jovem e os restantes escalões, tal como no escalão de juvenis comparativamente aos escalões de juniores e seniores

Quadro 5.1. Valores médios e respectivos desvios-padrão da experiência e do volume de treino, em função dos escalões competitivos.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
Experiência (anos)	4,7 ± 0,5	5,5 ± 0,6	7,3 ± 1,4 ^{a,b}	13,5 ± 2,3 ^{a,b,c}
Volume de Treino (h/sem)	3,7 ± 0,9	4,6 ± 0,3 ^a	5,0 ± 0,9 ^{a,b}	5,6 ± 0,9 ^{a,b}

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^b Significativamente diferente das juvenis;

^c Significativamente diferente das juniores;

5.2. Análise Quantitativa

5.2.1. Dados Cinemáticos e Temporais

5.2.1.1. Ângulo Coxa – Perna

O quadro 5.2 apresenta os principais resultados provenientes da análise angular, entre a coxa e a perna, do membro inferior que executa o movimento de mudança de direcção, nos escalões em estudo.

Quadro 5.2. Valores médios e respectivos desvios-padrão do ângulo do joelho no momento do contacto e no menor ângulo registado, durante o movimento de mudança de direcção, em função dos escalões competitivos.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
ÂngCont (°)	157,5 ± 6,7	156,2 ± 7,0 ^a	158,4 ± 6,0	154,1 ± 9,2
ÂngMin (°)	134,8 ± 8,3	134,4 ± 10,1 ^a	135,8 ± 7,5 ^a	129,1 ± 13,0 ^a

^a Significativamente diferente das iniciadas;

Observando o quadro 5.2 verificamos que o ângulo de contacto varia entre 154,1 ± 9,2 ° e 158,4 ± 6,0 °.

O escalão de seniores contacta o solo com maior flexão da articulação do joelho, seguindo-se o escalão de juvenis. Por outro lado, o escalão de juniores é o grupo que apresenta menor flexão do joelho no impacto com o solo, seguido das iniciadas.

Como podemos verificar na figura 5.1 existem diferenças, estatisticamente significativas, entre o escalão das iniciadas e o escalão das juvenis.

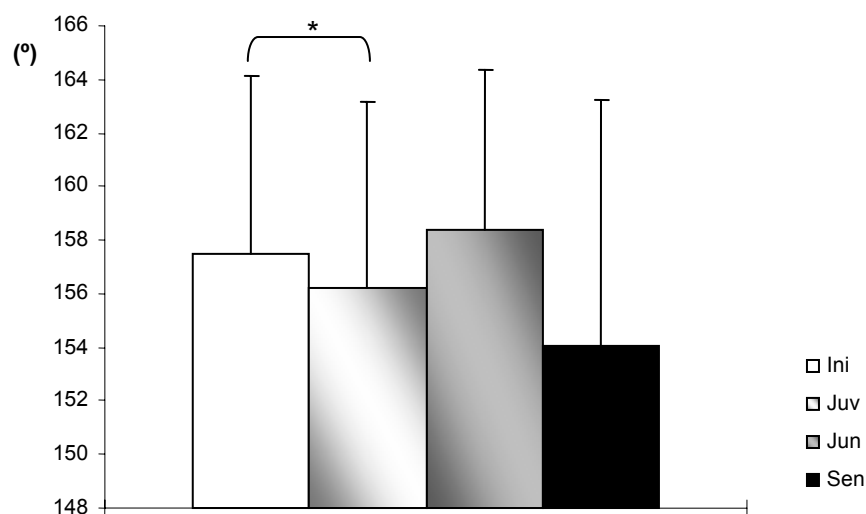


Figura 5.1. Média e desvio-padrão do ângulo do joelho no momento do contacto, em função dos escalões competitivos.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

Quando analisamos o ângulo mínimo, observado entre a coxa e a perna, durante o movimento estudado, detectamos um comportamento semelhante ao ângulo de contacto (conforme figura 5.2). Também o escalão de seniores apresenta um valor significativamente mais baixo de Angmin. Os escalões de iniciadas, juvenis e juniores apresentam valores similares.

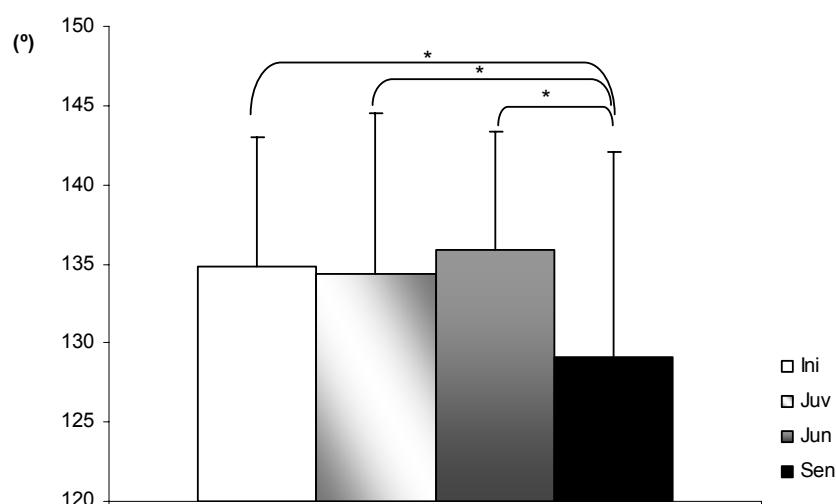


Figura 5.2. Média e desvio-padrão do ângulo mínimo do joelho observado durante o movimento de mudança de direcção, em função dos escalões competitivos.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

Passemos à análise da amplitude articular entre o momento de contacto com a plataforma e o menor ângulo exibido. Esta permite mostrar que são os dois escalões mais velhos que executam esta fase do movimento com maior amplitude articular, na medida em que as seniores apresentam uma amplitude articular de 25° e as juniores de 24,2°.

Todavia, esta tendência não se mantém ao longo dos escalões, pois o escalão de juvenis realiza a mudança de direcção com menor amplitude articular do que o escalão de iniciadas.

De salientar, também, a elevada variabilidade intragrupal que os escalões apresentam, onde o escalão de seniores revela a maior variabilidade intragrupal (0,06) relativamente aos restantes escalões, que, por sua vez, apresentam valores próximos de 0,04.

5.2.1.2. Velocidade e Aceleração Angular

No quadro 5.3 expomos os valores médios da velocidade angular no contacto com o solo e no momento em que a andebolista atinge a maior flexão do joelho, bem como da aceleração angular entre os dois momentos.

Quadro 5.3. Valores médios e respectivos desvios-padrão da velocidade angular no momento do contacto com o solo, da velocidade mínima correspondente ao ângulo mínimo de flexão e da aceleração registada entre os dois momentos, em função dos escalões competitivos.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
Velcont (°/s)	-348,3±107,0 ^{c,d}	-384,3 ± 171,7	-440,1 ± 146,7	-447,9± 140,3
Velangmin (°/s)	-40,3 ± 39,9 ^{c,d}	-35,9 ± 34,0 ^{c,d}	-67,7 ± 62,4	-81,1 ± 57,9
Acelang (°/s²)	3537 ± 2289 ^{c,d}	4395 ± 2471 ^{c,d}	6278 ± 2758	6617 ± 3054

^c Significativamente diferente das juniores;

^d Significativamente diferente das seniores;

Reportando-nos à Velcont e à Acelang apuramos que, em termos médios, estas aumentam ao longo dos escalões analisados, enquanto que na Velangmin a maior velocidade foi registada no escalão de seniores, seguindo-se o de juniores, iniciadas e, por último, com o registo de menor Velangmin, o escalão de juvenis.

De salientar que é visível um fenómeno de súbita desaceleração angular em todos os escalões estudados.

Analisando a figura 5.3 conferimos que a Velcont das iniciadas e das juvenis é, significativamente inferior à registada nos escalões de juniores e de seniores. Não existem diferenças significativas entre o escalão de iniciadas e de juvenis nesta variável.

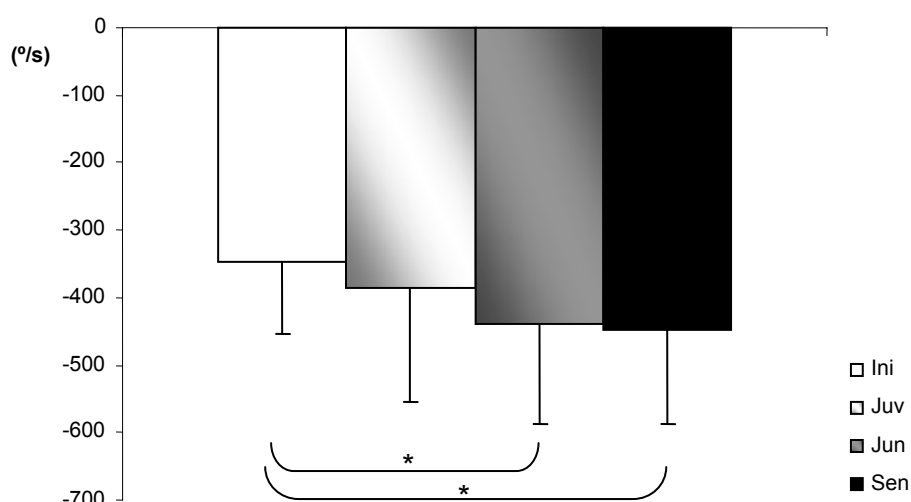


Figura 5.3. Média e desvio-padrão da velocidade de contacto com a plataforma, em função dos escalões.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

Comportamento semelhante evidencia a velocidade relativa ao ângulo mínimo de flexão do joelho, tal como nos ilustra a figura 5.4.

Quanto aos valores médios da aceleração entre os dois momentos, podemos constatar que os escalões mais jovens possuem valores médios de aceleração significativamente inferiores aos registados pelos dois grupos mais velhos, como mostra a figura 5.5.

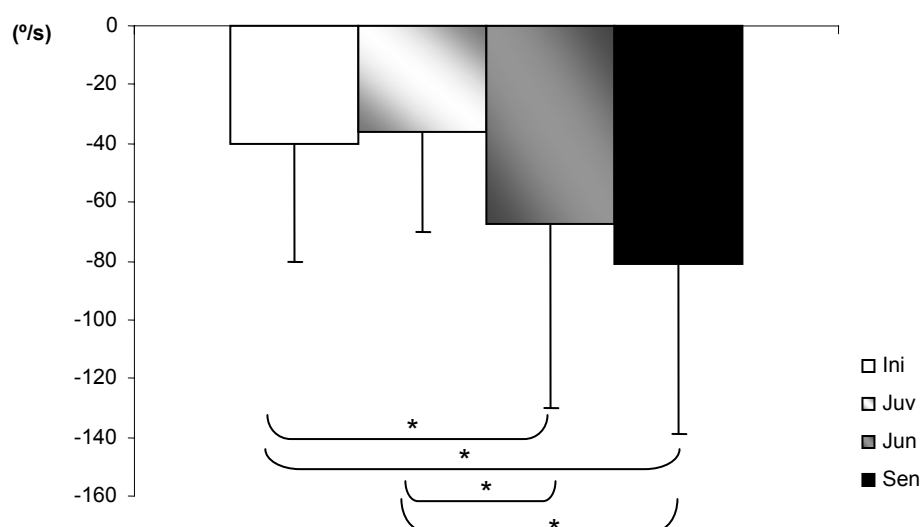


Figura 5.4 Média e desvio-padrão da velocidade angular correspondente ao ângulo mínimo de flexão do joelho observado durante o movimento analisado, em função dos escalões competitivos.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

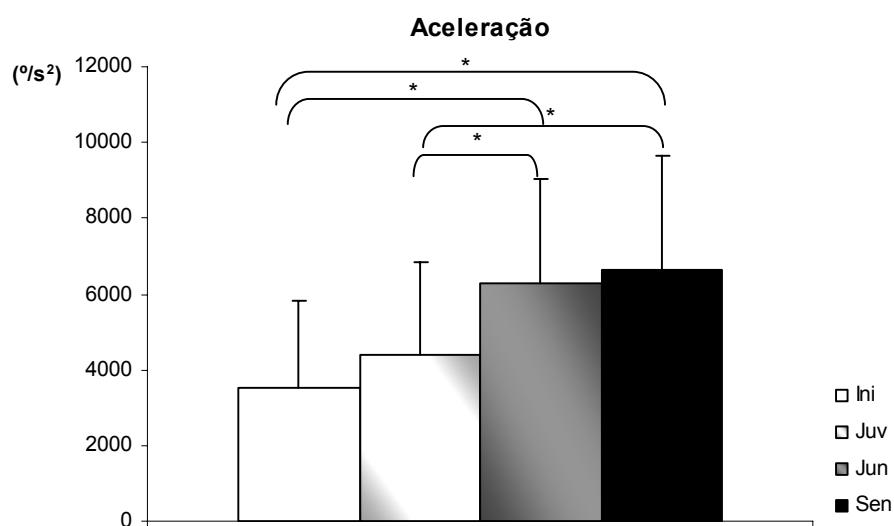


Figura 5.5. Média e desvio-padrão da aceleração angular entre o momento inicial de contacto com a plataforma e o momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão do joelho, em função dos escalões competitivos.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.1.3. Duração do Evento

Pela observação do quadro 5.4 e da figura 5.6 verificamos que são as juniores as andebolistas que realizam a mudança de direcção num intervalo de tempo significativamente inferior ao dos restantes escalões.

Quadro 5.4. Valor médio e respectivos desvios-padrão da duração total do evento.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
Ttotal (s)	0,36 ± 1,12 ^c	0,34 ± 0,08 ^c	0,29 ± 0,05	0,34 ± 0,07 ^c

^c Significativamente diferente das juniores;

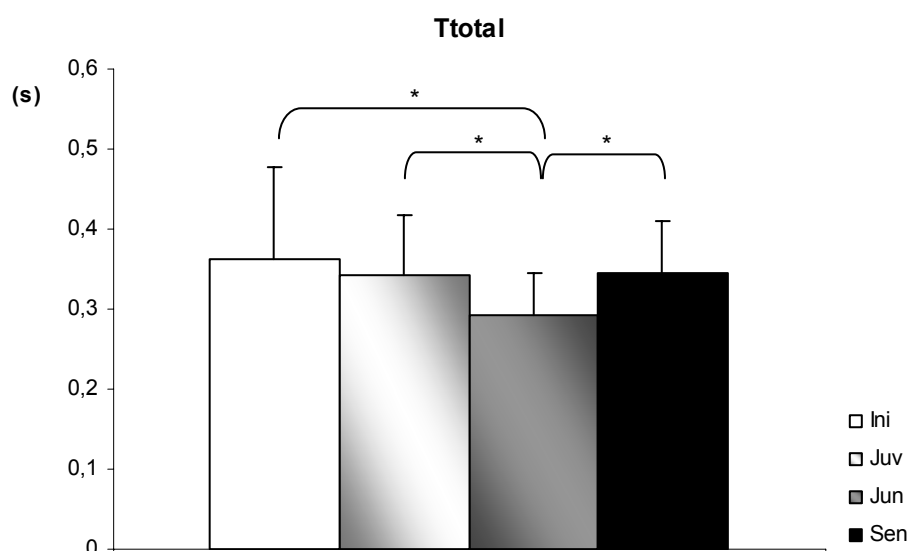


Figura 5.6. Média e desvio-padrão da duração do apoio, em função dos escalões.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

Considerando o movimento de mudança de direcção, subdividido em três fases, passamos à análise temporal, de cada fase, em termos percentuais.

O quadro 5.5 apresenta a referida divisão e as suas proporções relativamente ao movimento total. Assim, podemos observar que a Fase I é a menos longa, comparativamente às restantes, enquanto que a Fase II é a mais demorada.

Quadro 5.5. Valores médios e respectivos desvios-padrão da duração das diferentes fases no apoio, em função dos escalões.

	Iniciadas	Juvenis	Juniões	Seniores
Fase I (%)	12 ± 10	11 ± 6	12 ± 6	9 ± 2
Fase II (%)	59 ± 19	63 ± 12	56 ± 18	60 ± 10
Fase III (%)	29 ± 19	25 ± 12	31 ± 21	31 ± 10

Comparando os valores obtidos ao longo dos escalões, observamos que, em nenhuma das fases estudadas existem evidências de diferenças estatisticamente significativas entre os diversos escalões competitivos.

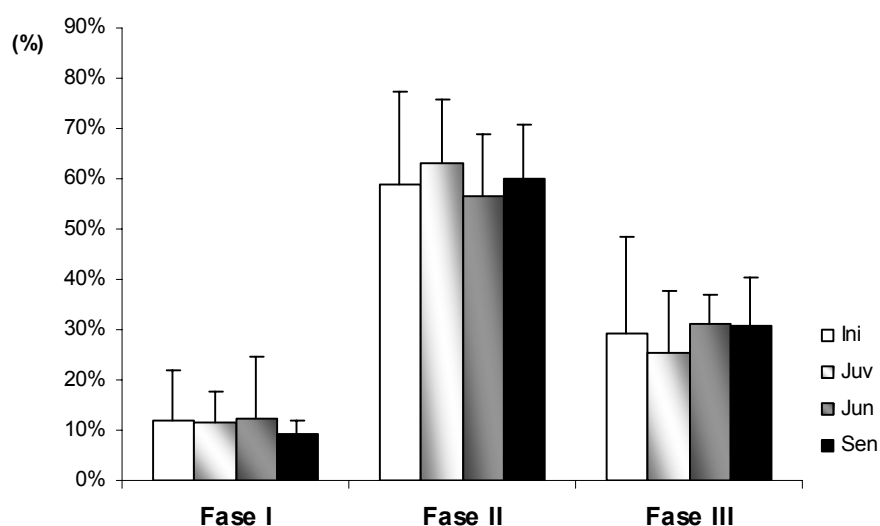


Figura 5.7. Média e desvio-padrão da duração percentual das diferentes fases, que constituem a mudança de direcção, em função dos escalões.

A primeira fase do movimento dura entre 9 a 12% da duração total do evento, como mostra a figura 5.7. Já a Fase II tem a duração de 56% a 63% do evento total e a última fase entre os 25% e os 31%.

Os resultados não revelam diferenças significativas em termos estatísticos, entre os diversos escalões competitivos nas diferentes fases estudadas, como podemos verificar na figura 5.7.

Passemos a uma descrição detalhada das variáveis estudadas em cada fase que constituem o movimento global de mudança de direcção.

5.2.2. Fase I

5.2.2.1. Análise da Força de Reacção ao Solo

5.2.2.1.1. Componente Médio Lateral

O quadro 5.5 expõe os valores médios obtidos pela análise da componente médio lateral da FRS.

Quadro 5.6. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase I.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FML med (bw)	0,39 ± 0,27	0,32 ± 0,33	0,35 ± 0,19	0,29 ± 0,19
FML max (bw)	1,2 ± 0,82	1,0 ± 0,91	1,2 ± 0,65	0,96 ± 0,59

Em ambas as variáveis estudadas da componente médio lateral verificamos que os valores encontrados são muito similares nos quatro grupos, não existindo diferenças estatisticamente significativas, como mostra a figura 5.7.

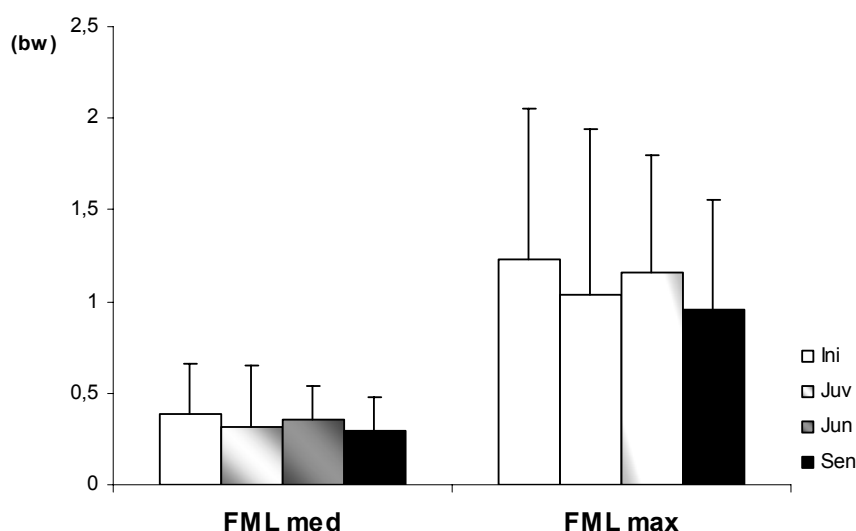


Figura 5.8. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase I.

5.2.2.1.2. Componente Ântero–Posterior

O quadro 5.7 mostra os valores médios obtidos para a componente ântero-posterior.

Quadro 5.7. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior em função dos escalões, na Fase I.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FAPt med (bw)	-0,62 ± 0,3	-0,44 ± 0,22 ^a	-0,46 ± 0,14 ^a	-0,52 ± 0,14 ^a
FAPt max (bw)	-1,8 ± 0,74	-1,1 ± 0,58 ^a	-1,2 ± 0,31 ^a	-1,1 ± 0,52 ^a

^a Significativamente diferente das iniciadas;

Analisando no quadro 5.7, ambas as variáveis estudadas da componente ântero-posterior da FRS, em função dos escalões, notamos que, ao contrário da componente médio lateral, as duas variáveis em estudo não possuem um comportamento semelhante.

De realçar que esta componente é, em todos os escalões competitivos estudados, negativa e por isso a sua análise é feita em módulo.

Quer na FAPt med, quer na FAPt max as iniciadas manifestam valores médios significativamente mais elevados de força relativamente às restantes andebolistas, como mostra a figura 5.9. Os outros escalões exibem valores médios muito semelhantes que variam entre os 29% e os 35 % do peso corporal da andebolista.

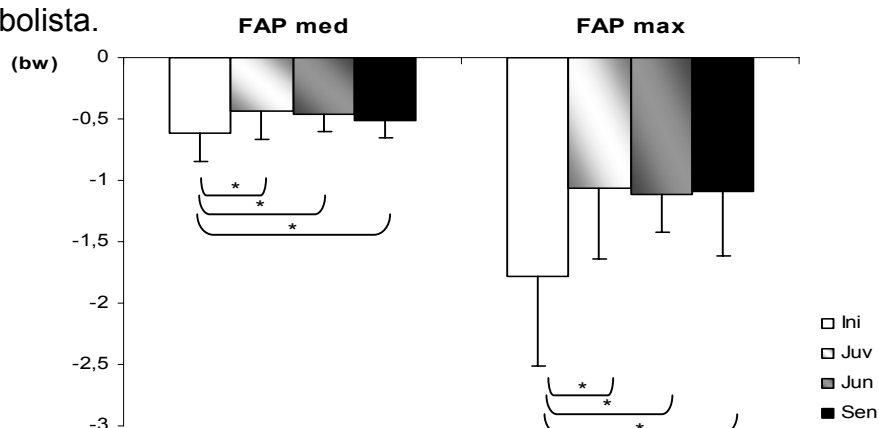


Figura 5.9. Média e desvio-padrão força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior em função dos escalões, na Fase I.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.2.1.3. Componente Vertical

Os valores obtidos para a componente vertical estão expostos no quadro 5.8.

Quadro 5.8. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical em função dos escalões, na Fase I

	Iniciadas	Juvenis	Juniões	Seniores
FV med (bw)	1,5 ± 0,56	1,3 ± 0,47	1,1 ± 0,41 ^a	1,2 ± 0,32 ^a
FV max (bw)	3,3 ± 1,4	2,8 ± 1,1	3,2 ± 1,06	3,0 ± 0,90

^a Significativamente diferente das iniciadas;

Como podemos verificar no quadro 5.8, o escalão que está sujeito a valores médios significativamente mais elevados na FV med, é o de iniciadas.

Quanto à variável FV max, os resultados não evidenciam diferenças significativas nos diversos escalões competitivos, pois estes estão sujeitos a valores médios de força muito semelhantes que variam entre 2,8 ± 1,1 % e 3,3 ± 1,4 % do peso corporal das andebolistas.

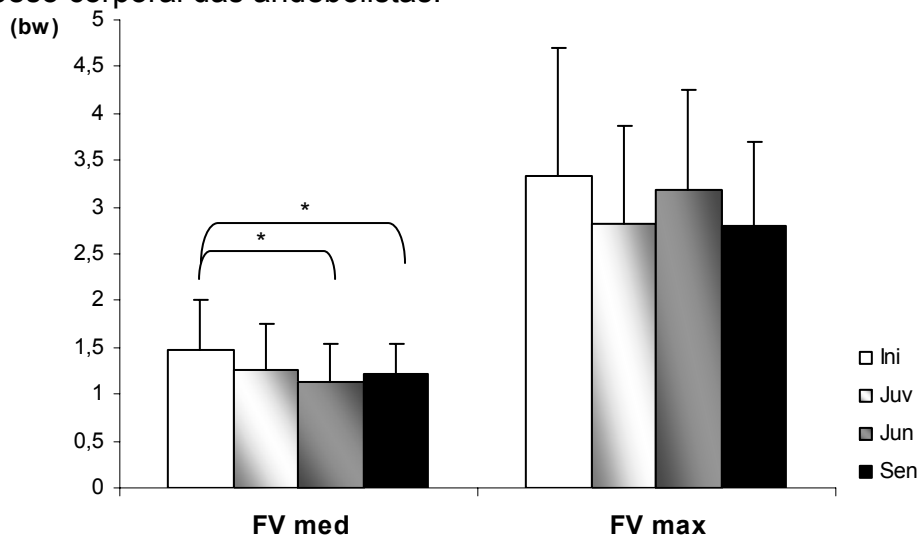


Figura 5.10. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical em função dos escalões, na Fase I.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.2.2. Análise Electromiográfica

5.2.2.2.1. Activação Muscular dos Extensores

O quadro 5.9. expõe os valores médios obtidos para a activação muscular dos músculos extensores da perna.

Quadro 5.9. Valores médios e respectivos desvios-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase I.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
VLmed (%CMV)	1,5 ± 0,87	0,92 ± 0,87 ^a	1,0 ± 0,87 ^a	1,2 ± 0,62
VLmax (%CMV)	2,0 ± 1,0 ^c	1,3 ± 1,1 ^{a,d}	1,5 ± 1,3	1,9 ± 1,2
VMmed (%CMV)	1,6 ± 1,1	1,3 ± 0,65	1,7 ± 2,3	1,4 ± 1,1
VMmax (%CMV)	2,2 ± 1,7	1,8 ± 1,0	1,4 ± 1,1 ^{a,d}	2,2 ± 1,6

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^c Significativamente diferente das juniores;

^d Significativamente diferente das seniores;

A análise do quadro 5.9. permite conferir que o escalão de iniciadas revela uma actividade muscular média, do vasto lateral, significativamente superior ao escalão de juvenis e de juniores. No entanto, o valor médio encontrado na VLmed nas iniciadas é idêntico ao exibido pelo escalão de seniores.

Quanto à VLmax constatamos que o escalão de iniciadas se sobrepõe significativamente, em termos médios, aos escalões de juvenis e de juniores, como demonstra a figura, como podemos observar na figura 5.11.

Relativamente à actividade muscular média do vasto medial constatamos que os valores exibidos não são significativamente diferentes entre os distintos escalões competitivos, variando entre 1,3 ± 0,65 e 1,7 ± 2,3. De salientar a grande variabilidade intragrupal exibida pelas juniores nesta variável. (ver figura 5.11).

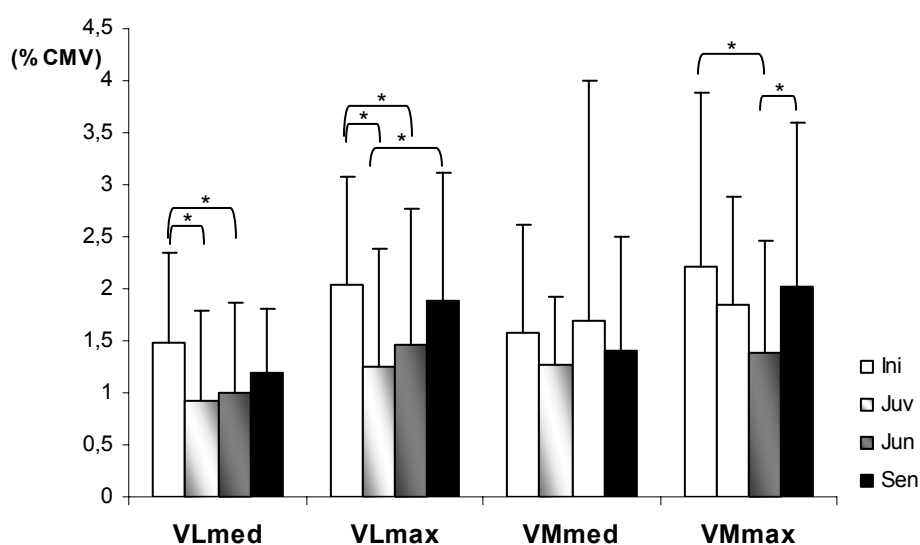


Figura 5.11. Média e desvio-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase I.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

Como podemos constatar na figura 5.11, na variável VMmax os escalões de seniores e de iniciadas possuem valores médios muito idênticos, e significativamente mais elevados do que os patentes pelo escalão de juniores.

5.2.2.2.2. Activação Muscular dos Flexores

Os valores médios das variáveis analisadas na activação muscular dos flexores estão descritos no quadro 5.10.

Quadro 5.10. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase I.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
STmed (%CMV)	0,45 ± 0,71	0,26 ± 0,19	0,33 ± 0,18	0,35 ± 0,29
STmax (%CMV)	0,78 ± 1,2	0,37 ± 0,25	0,51 ± 0,30	0,61 ± 1,0
BFmed (%CMV)	0,31 ± 0,18	0,33 ± 0,25	0,32 ± 0,35	0,40 ± 0,42
BFmax (%CMV)	0,49 ± 0,32	0,57 ± 0,43	0,64 ± 1,1	0,60 ± 0,67

Examinando os valores médios obtidos na activação muscular dos flexores da perna, podemos verificar que todos os escalões solicitam este grupo muscular de forma submáxima na primeira fase da mudança de direcção.

No entanto, a variabilidade intragrupal indica que essa tendência é alterada por algumas atletas, nomeadamente no escalão de iniciadas.

Em todas as variáveis estudadas relativas à actividade muscular dos músculos extensores da perna, concluímos que não existem diferenças significativas entre os distintos escalões competitivos, como mostra a figura 5.12.

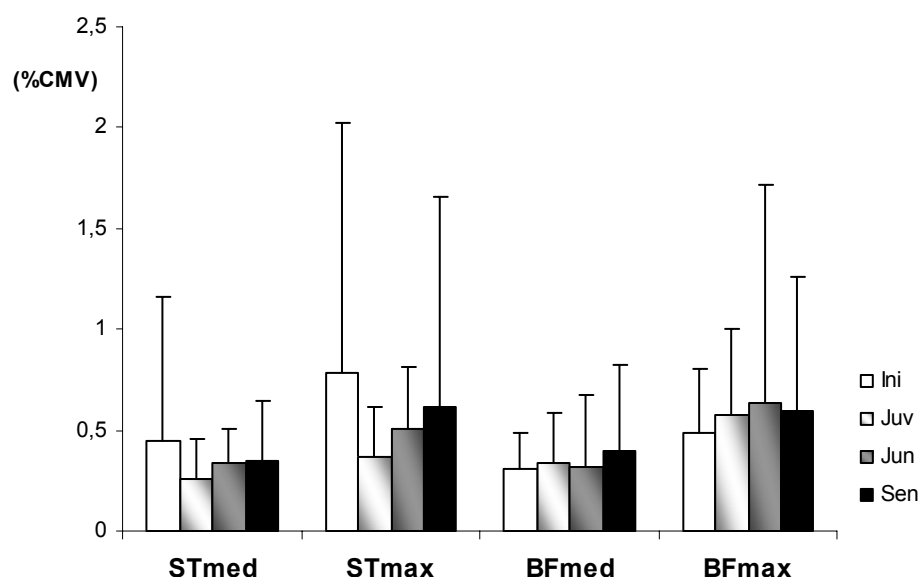


Figura 5.12. Média e desvio-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase I.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.3. Fase II

5.2.3.1. Análise da Força de Reacção ao Solo

5.2.3.1.1. Componente Médio Lateral

O quadro 5.11 indica os resultados obtidos no estudo da componente médio lateral da FRS.

Quadro 5.11. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase II.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FML med (bw)	0,68 ± 0,41 ^c	0,69 ± 0,33 ^c	0,89 ± 0,32	0,78 ± 0,31
FML max (bw)	1,1 ± 0,80	1,0 ± 0,66 ^c	1,5 ± 0,74	1,1 ± 0,484 ^c

^c Significativamente diferente das juniores;

Ao observarmos o quadro 5.11 verificamos que, na variável FML med, o escalão de juniores está sujeito a valores médios significativamente superiores, comparativamente aos dois escalões mais jovens e, próximo do valor apresentado pelo escalão de seniores.

Passando à análise da FML max, constatamos que os seus valores médios mais elevados registam-se, também, no escalão de juniores. Estes valores são significativamente superiores aos evidenciados pelos escalões de juvenis e de seniores, como mostra a figura 5.13.

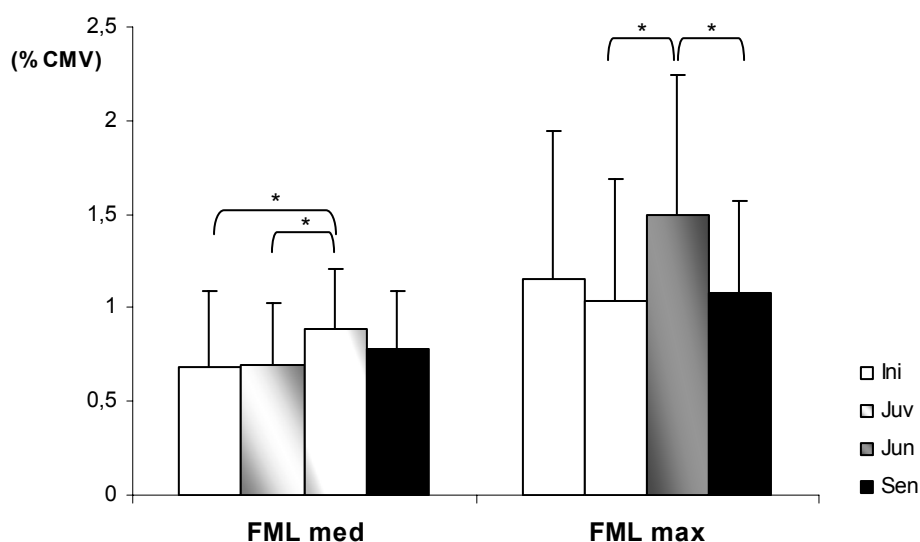


Figura 5.13. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, em valor absoluto, na componente médio lateral em função dos escalões, na Fase II.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.3.1.2. Componente Ântero-Posterior

A componente ântero-posterior pode ser analisada no quadro 5.12 e figura 5.13.

Tal como observamos na Fase I, a componente ântero-posterior é negativa e portanto será considerada em módulo.

Quadro 5.12. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase II.

	Iniciadas	Juvenis	Juniorees	Seniores
FAPt med (bw)	-0,41 ± 0,22	-0,29 ± 0,23	-0,36 ± 0,23	-0,33 ± 0,19
FAPt max (bw)	-1,1 ± 0,50	-0,71 ± 0,47 ^a	-0,82 ± 0,35 ^a	-0,83 ± 0,17 ^a

^a Significativamente diferente das iniciadas;

Pela análise do quadro 14, constatamos que na variável FAPt med não existem diferenças significativas entre os distintos escalões competitivos. Os valores médios encontram-se entre 29 ± 23 % e 41 ± 22 % do peso corporal da jogadora.

Na FAPt Max o escalão de iniciadas apresenta, como podemos confirmar na figura 5.14, valores significativamente superiores quando equiparadas aos valores dos restantes escalões competitivos.

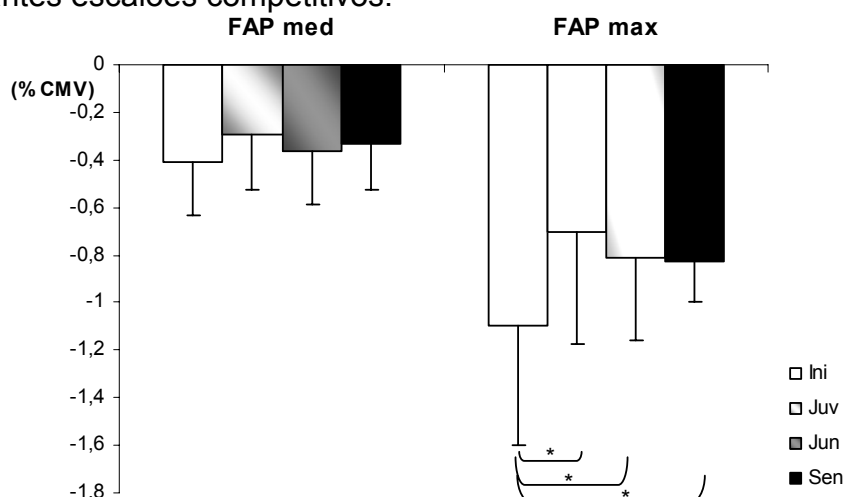


Figura 5.14. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase II.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$).

5.2.3.1.3. Componente Vertical

A componente vertical da FRS está expressa no quadro 5.13.

Quadro 5.13. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase II.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FV med (bw)	1,7 ± 0,42 ^{c,d}	1,9 ± 0,32	2,0 ± 0,45 ^a	1,9 ± 0,27 ^a
FV max (bw)	3,1 ± 1,3	3,0 ± 0,62	3,4 ± 0,96 ^d	2,8 ± 0,66 ^c

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^c Significativamente diferente das juniores;

^d Significativamente diferente das seniores;

O escalão que regista valores médios mais elevados de FVmed é o de juniores, apresentando, contudo, valores próximos dos valores médios das jogadoras seniores e juvenis. O escalão de iniciadas apresenta o valor médio significativamente mais baixo, comparativamente aos escalões de juniores e de seniores (ver figura 5.15).

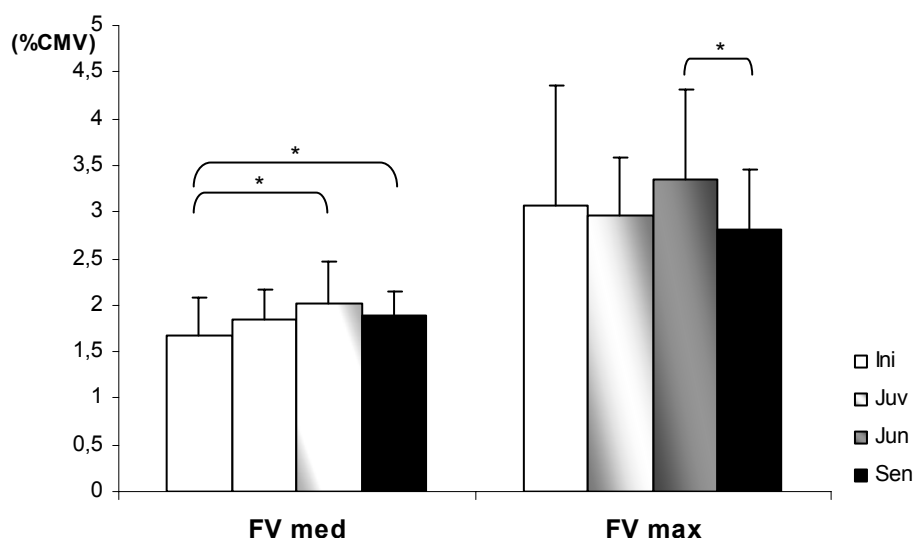


Figura 5.15. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase II.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Quanto à FV Max, podemos observar na figura 5.15 que o escalão de juniores possui um valor médio significativamente mais elevado relativamente aos outros escalões competitivos.

5.2.3.2. Análise Electromiográfica

5.2.3.2.1. Activação Muscular dos Extensores

O quadro 5.14 apresenta os valores obtidos na análise da activação muscular dos músculos extensores da perna.

Quadro 5.14. Valores médios e respectivos desvios-padrão de valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase II.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
VLmed (%CMV)	1,6 ± 0,81	0,83 ± 0,55 ^a	1,1 ± 0,89 ^a	1,2 ± 0,45 ^a
VLmax (%CMV)	3,7 ± 2,1	1,8 ± 1,5 ^{a,d}	2,1 ± 1,8 ^a	3,3 ± 3,6
VMmed (%CMV)	2,0 ± 1,5	0,96 ± 0,45 ^a	1,2 ± 1,6 ^a	1,1 ± 1,2 ^a
VMmax (%CMV)	4,0 ± 2,7	2,3 ± 1,1 ^a	3,5 ± 4,9	2,2 ± 1,9 ^a

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^d Significativamente diferente das seniores;

A análise da figura 5.16 permite constatar que o escalão de iniciadas assinala os valores significativamente mais altos em todas as variáveis analisadas dos músculos extensores, solicitando-os sempre acima do seu máximo voluntário.

Relativamente à VLmed, o escalão de iniciadas possui o valor significativamente diferente, quando comparado aos restantes escalões competitivos.

Quanto à VLmax essa diferença regista-se apenas em relação aos escalões de juvenis e de juniores. Nesta variável, além das iniciadas, que solicitam este músculo acima do seu máximo, também todos os outros escalões têm um comportamento parecido.

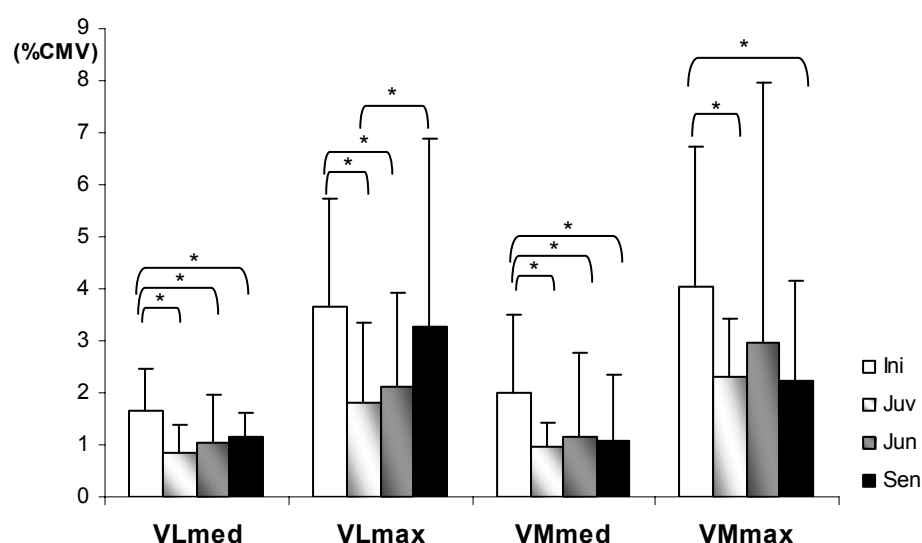


Figura 5.16. Média e desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase II.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Na análise da VMmed (ver figura 5.16) apuramos que todos os escalões estudados solicitam os músculos extensores em significativamente menor proporção, quando comparados ao escalão mais jovem. O escalão de seniores e de juniores revelam valores médios muito próximos, sendo ligeiramente superiores aos valores registados pelo escalão de juvenis, que é o único escalão que solicita, em termos médios, este grupo muscular, de forma sub máxima.

Por último, na análise da VMmax verificamos que, a seguir ao escalão de iniciadas é o escalão de juniores que exhibe o valor mais alto, seguindo-se o escalão de juvenis e de seniores. Estes últimos escalões referidos possuem valores semelhantes e significativamente diferentes do escalão de iniciadas, como mostra a figura 5.16.

5.2.3.2.2. Activação Muscular dos Flexores

A activação muscular dos músculos flexores está assinalada no quadro 5.15.

Quadro 5.15. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase II.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
STmed (%CMV)	0,89 ± 1,3	0,31 ± 0,16 ^a	0,42 ± 0,21 ^a	0,60 ± 1,0
STmax (%CMV)	1,5 ± 1,8	0,76 ± 0,54 ^a	0,83 ± 0,55 ^a	1,0 ± 1,2
BFmed (%CMV)	0,30 ± 0,17	0,19 ± 0,11	0,32 ± 0,56	0,24 ± 0,22
BFmax (%CMV)	1,3 ± 0,67	0,94 ± 0,54	1,2 ± 1,7	1,1 ± 1,2

^a Significativamente diferente das iniciadas;

A análise do quadro permite verificar que, nas variáveis relativas ao músculo semitendinoso, ambas as variáveis estudadas têm um comportamento semelhante, quando comparado entre escalões competitivos. Encontramos diferenças estatisticamente significativas entre as andebolistas iniciadas comparativamente às andebolistas juniores e juvenis. O escalão de seniores revela um valor médio ligeiramente inferior ao escalão de iniciadas (ver figura

De destacar que na variável STmax as andebolistas iniciadas e seniores solicitam o grupo muscular dos flexores da perna acima do seu máximo voluntário, enquanto que os outros os escalões o fazem de forma submáxima.

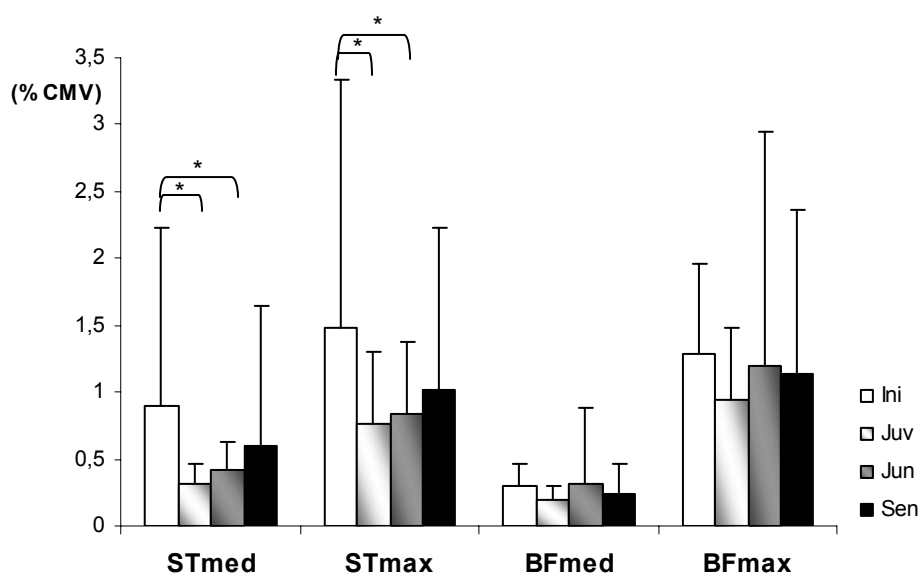


Figura 5.17. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase II.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Prosseguindo com a análise do músculo bíceps femoral verificamos que não foram encontradas diferenças estatisticamente significativas na comparação dos diferentes escalões, em ambas as variáveis, como revela a figura 5.17.

Quando nos reportamos ao valor médio da activação muscular do bíceps femoral encontramos valores submáximos da CMV, enquanto que no seu máximo surgem valores acima do seu máximo voluntário.

5.2.4. Fase III

5.2.4.1. Análise da Força de Reacção ao Solo

5.2.4.1.1. Componente Médio Lateral

O quadro 5.16 expõe os resultados obtidos no estudo da componente médio lateral da FRS.

Quadro 5.16. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral, em função dos escalões, na Fase III.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FML med (bw)	0,24 ± 0,17	0,23 ± 0,15	0,29 ± 0,17	0,31 ± 0,14
FML max (bw)	0,51 ± 0,35 ^d	0,50 ± 0,29 ^d	0,66 ± 0,29	0,68 ± 0,25

^d Significativamente diferente das seniores;

Observando o quadro 5.16 podemos constatar que não existem diferenças significativas nos valores médios obtidos para a variável FML med, variando entre 23 ± 15 % e 31 ± 14 % do peso corporal da andebolista.

Na variável FML max, o escalão de seniores regista um valor médio de força significativamente mais elevado comparativamente aos escalões de iniciadas e juvenis. O escalão de juniores obteve um valor médio ligeiramente superior aos dois escalões mais jovens e ligeiramente inferior ao escalão sénior (ver figura 5.18).

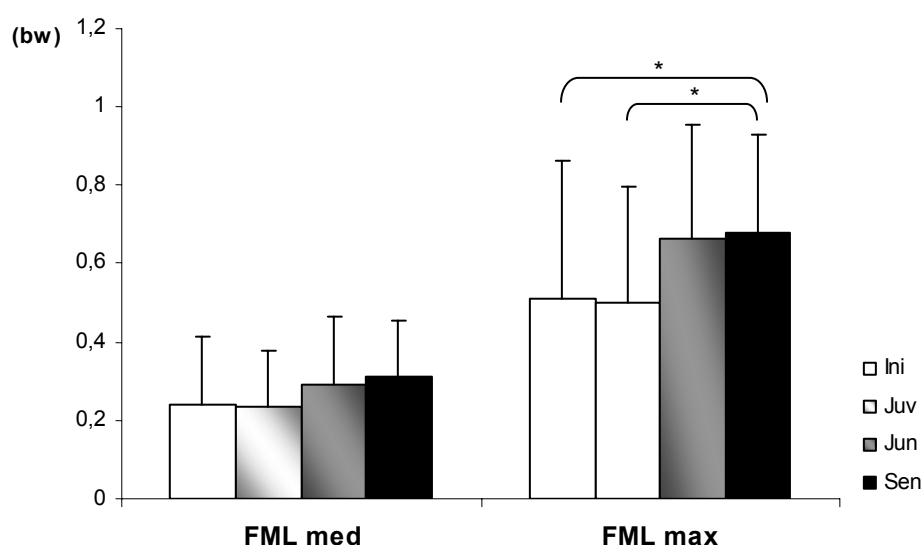


Figura 5.18. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força em valor absoluto, na componente médio lateral, em função dos escalões, na Fase III.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

5.2.4.1.2. Componente Ântero-Posterior

Podemos analisar a componente ântero-posterior da FRS no quadro 19.

Quadro 5.17. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase III.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FAPt med (bw)	$0,09 \pm 0,11^b$	$0,04 \pm 0,04$	$0,08 \pm 0,05^b$	$0,08 \pm 0,03$
FAPt max (bw)	$0,14 \pm 0,16^b$	$0,08 \pm 0,59$	$0,14 \pm 0,09^b$	$0,13 \pm 0,05^b$

^b Significativamente diferente das juvenis;

Relativamente à FAPt med o escalão de juvenis revela um valor médio significativamente inferior quando comparado com os escalões de juvenis e de juniores (ver figura 5.19).

O comportamento do escalão de juvenis é semelhante na variável FAPt max. No entanto, este escalão revela um valor médio de força significativamente inferior a todos os outros escalões competitivos, como mostra a figura 5.19.

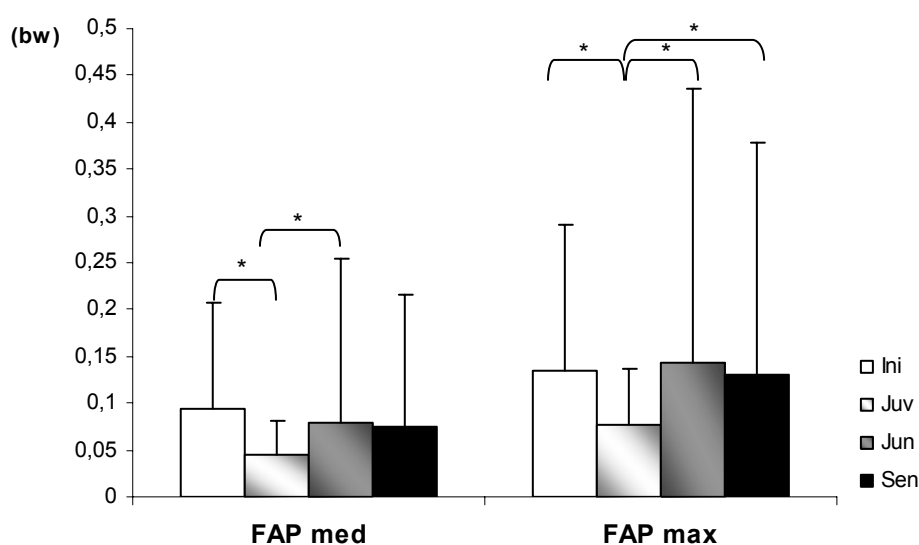


Figura 5.19. Média desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente ântero-posterior, em função dos escalões, na Fase III.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

5.2.4.1.3. Componente Vertical

O quadro 5.18 apresenta os resultados obtidos na componente vertical da FRS.

Quadro 5.18. Valores médios e respectivos desvios-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente vertical, em função dos escalões, na Fase I.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
FV med (bw)	0,53 ± 0,37	0,56 ± 0,28	0,68 ± 0,35 ^a	0,72 ± 0,23 ^{a,b}
FV max (bw)	1,1 ± 0,61	1,2 ± 0,50	1,5 ± 0,59 ^{a,b}	1,5 ± 0,29 ^{a,b}

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^b Significativamente diferente das juvenis;

Como podemos observar no quadro 5.18 o escalão de seniores apresenta o valor médio mais alto, nesta variável, sendo seguido do escalão de juniores. As diferenças aumentam, sendo significativas, quando comparadas com os dois escalões mais jovens (ver figura 5.20).

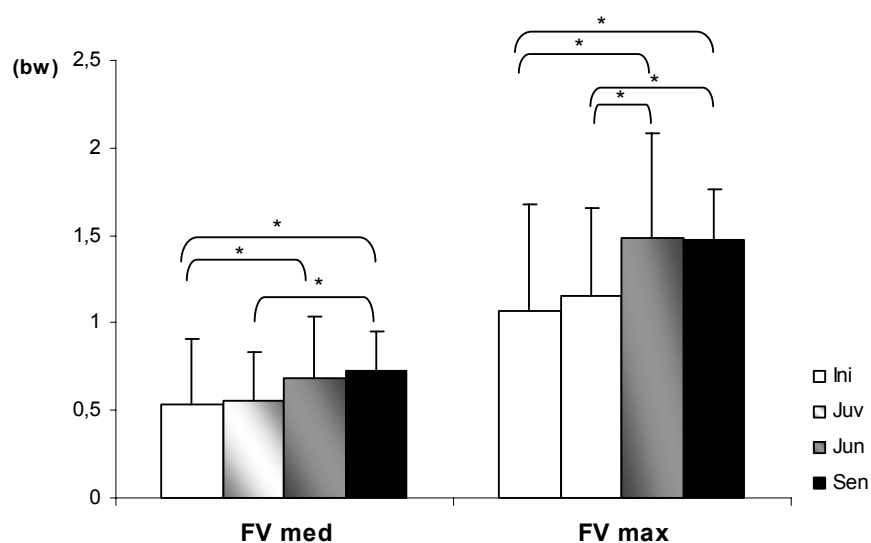


Figura 5.20. Média e desvio-padrão da força média e da intensidade máxima da força, na componente vertical em função dos escalões, na Fase III.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Passando à análise da FV Max os resultados obtidos nos escalões de juniores e seniores são idênticos e significativamente superiores aos escalões mais jovens, como mostra a figura 5.20.

5.2.4.2. Análise Electromiográfica

5.2.4.2.1. Análise dos Extensores

O quadro 5.19 apresenta a activação muscular dos extensores da perna.

Quadro 5.19. Valores médios e respectivos desvios-padrão de do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase III.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
VLmed (%CMV)	0,39 ± 0,32	0,18 ± 0,10 ^{a,d}	0,15 ± 0,31 ^{a,d}	0,41 ± 0,40
VLmax (%CMV)	0,81 ± 0,64	0,35 ± 0,30 ^{a,d}	0,39 ± 0,87 ^{a,d}	0,75 ± 0,64
VMmed (%CMV)	0,63 ± 0,81	0,32 ± 0,24	0,31 ± 0,44	0,41 ± 0,70
VMmax (%CMV)	1,2 ± 1,4	0,62 ± 0,52	0,73 ± 1,5	0,75 ± 1,3

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^d Significativamente diferente das seniores;

Analisando o quadro 5.19 constatamos que o escalão de iniciadas e de seniores revelam valores similares na activação muscular do vasto lateral e significativamente superiores comparativamente aos escalões de juvenis e de juniores (ver figura 5.21).

Quanto à análise do vasto medial verificamos que não existem diferenças significativas entre os distintos escalões competitivos, como mostra a figura 5.21.

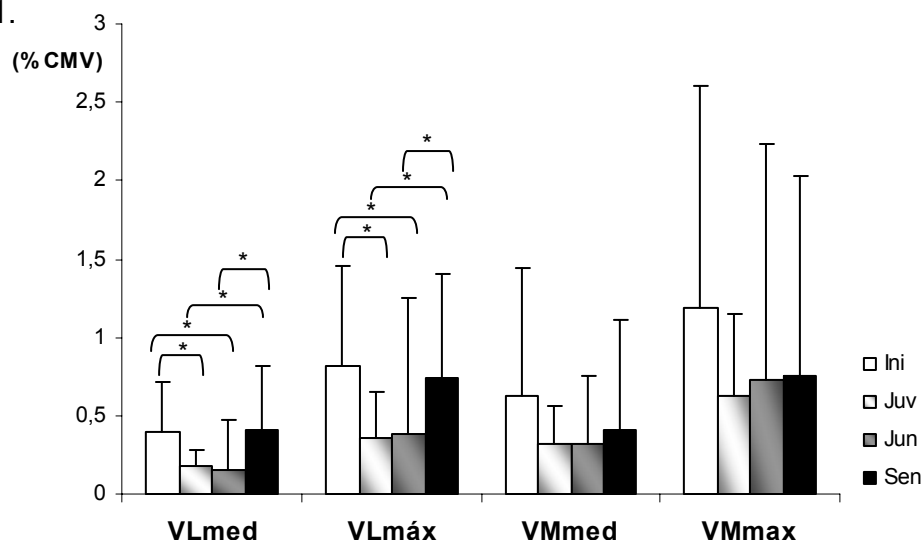


Figura 5.21. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do vasto lateral e vasto medial, em função dos escalões, na Fase III.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

5.2.4.2.2. Análise Muscular dos Flexores

O quadro 5.20 demonstra os resultados obtidos na análise muscular dos flexores da perna.

Quadro 5.20. Valores médios e respectivos desvios-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral, em função dos escalões, na Fase III.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
STmed (%CMV)	0,29 ± 0,35	0,15 ± 0,12	0,25 ± 0,15	0,42 ± 1,2
STmax (%CMV)	0,51 ± 0,47	0,31 ± 0,35	0,53 ± 0,47	0,59 ± 1,2
BFmed (%CMV)	0,35 ± 0,30	0,23 ± 0,15	0,46 ± 1,0	0,31 ± 0,37
BFmax (%CMV)	0,62 ± 0,40	0,43 ± 0,33	1,1 ± 2,1 ^b	0,55 ± 0,56

^b Significativamente diferente das juvenis;

A observação do quadro 5.20 permite verificar que, à excepção do escalão de juniores na variável BFmax, todos os resultados obtidos são submaximais.

No que concerne à activação muscular do semitendinoso constatamos a não existência de diferenças significativas entre os grupos estudados.

Relativamente à análise do bíceps femoral apenas verificamos diferenças significativas na BF Max no escalão de juniores, comparativamente ao escalão de juvenis, como demonstra a figura 5.22. De salientar ainda a grande variabilidade intragrupal entre o escalão de juniores, no que concerne à variável BFmax.

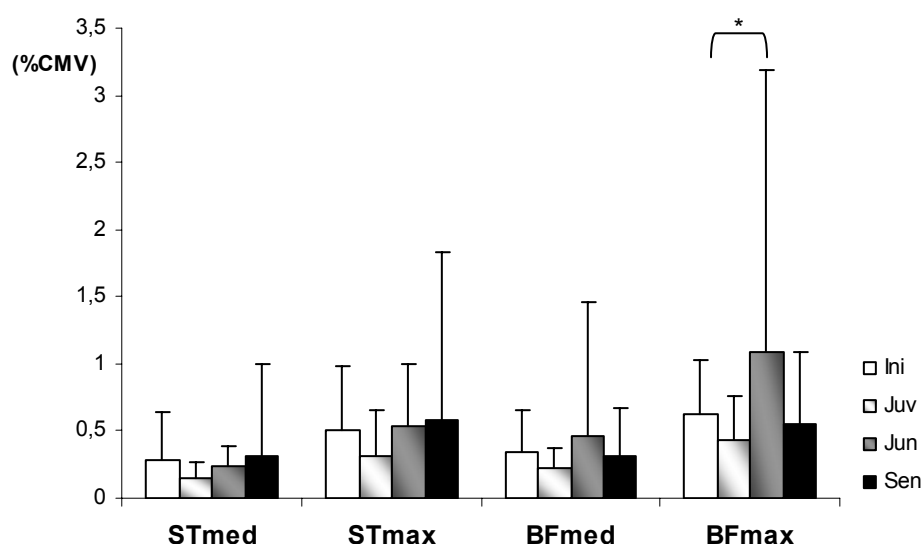


Figura 5.22. Média e desvio-padrão do valor médio e máximo da actividade muscular do semitendinoso e bíceps femoral,, em função dos escalões, na Fase III.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

5.2.5. Análise do Impulso da FRS

O quadro 5.21 apresenta os resultados obtidos na análise do Impulso durante a mudança de direcção.

Quadro 5.21. Valores médios e respectivos desvios-padrão dos Impulsos medial, ântero-posterior e vertical, totais, em função dos escalões.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
IML Total (N.s)	0,17 ± 0,09 ^c	0,17 ± 0,07 ^c	0,26 ± 0,18	0,20 ± 0,06 ^c
IAP Total (N.s)	0,13 ± 0,06	0,09 ± 0,05 ^a	0,10 ± 0,04 ^a	0,10 ± 0,03 ^a
IV Total (N.s)	0,47 ± 0,11	0,49 ± 0,07	0,46 ± 0,06	0,50 ± 0,07

^a Significativamente diferente das iniciadas;

^c Significativamente diferente das juniores;

Como podemos verificar pela análise do quadro 5.21, as andebolistas juniores executam a mudança de direcção com um valor significativamente mais elevado de IMLTotal ($0,26 \pm 0,18$ N.s), comparativamente aos outros escalões competitivos. As iniciadas, juvenis e seniores possuem um valor médio de IMLTotal semelhantes que variam entre $0,17 \pm 0,09$ N.s e $0,20 \pm 0,06$ N.s.

Quanto ao IAPTtotal constatámos que as atletas iniciadas executam a mudança de direcção com um valor significativamente mais elevado, comparativamente aos outros escalões em estudo, que apresentam valores próximos de 0,10 (ver figura 5.23).

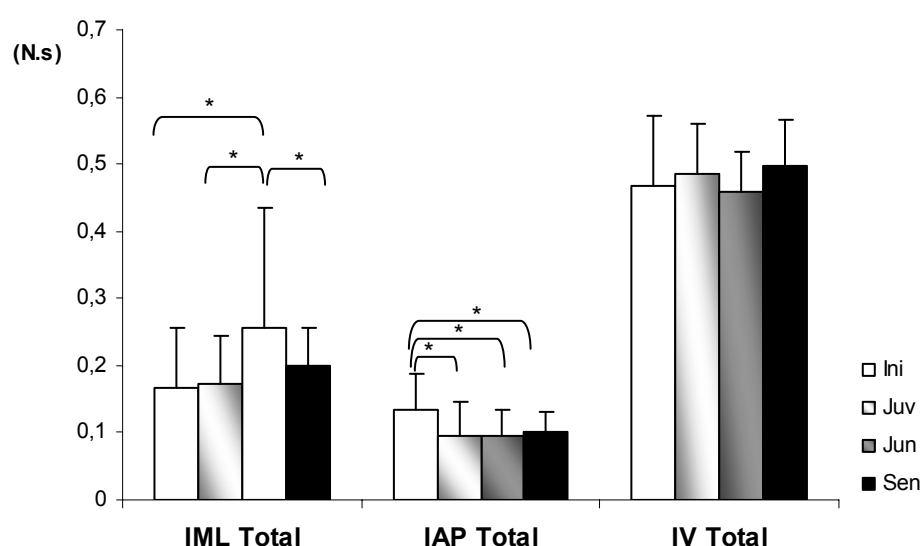


Figura 5.23. Média e desvio-padrão dos Impulsos medial, ântero-posterior e vertical, totais, em função dos escalões.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Como vemos na figura 5.23, no IVTotal não foram encontradas diferenças significativas entre os escalões investigados.

Passemos a uma análise mais detalhada dos Impulsos, nas suas componentes, em função das fases estudadas.

5.2.5.1. Impulso Médio Lateral

O quadro 24 apresenta os valores médios de IML nas diferentes fases que compõem a mudança de direcção.

Quadro 5.22. Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso medial total, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
IML1 (%)	8,1 ± 5,4	5,5 ± 4,6	8,1 ± 11,0	5,72 ± 5,4
IML2 (%)	73,2 ± 16,8	80,1 ± 9,6	68,6 ± 23,9	76,6 ± 11,7
IML3 (%)	18,7 ± 18,3 ^c	14,4 ± 10,6 ^c	23,3 ± 22,9	17,7 ± 11,0 ^c

^b Significativamente diferente das juniores;

A fase com valor médio mais elevado de IML, como podemos ver no quadro 5.22, é a Fase II, seguida da Fase III, sendo a Fase I a que revela valores médios percentuais mais reduzidos.

Comparando os escalões entre si nas diferentes fases, podemos constatar que na Fase I, não existem diferenças significativas entre os distintos escalões competitivos no IMLTotal.

Na Fase II também não foram encontradas diferenças significativas entre os escalões estudadas.

Observando a figura 5.24 percebemos a existência de diferenças estatisticamente significativas entre as andebolistas juniores, que registam o valor de IML mais elevado, na fase III, e os restantes escalões. Nesta fase o valor mínimo é registado no escalão de juvenis, e os escalões de seniores e iniciadas possuem valores bastante próximos.

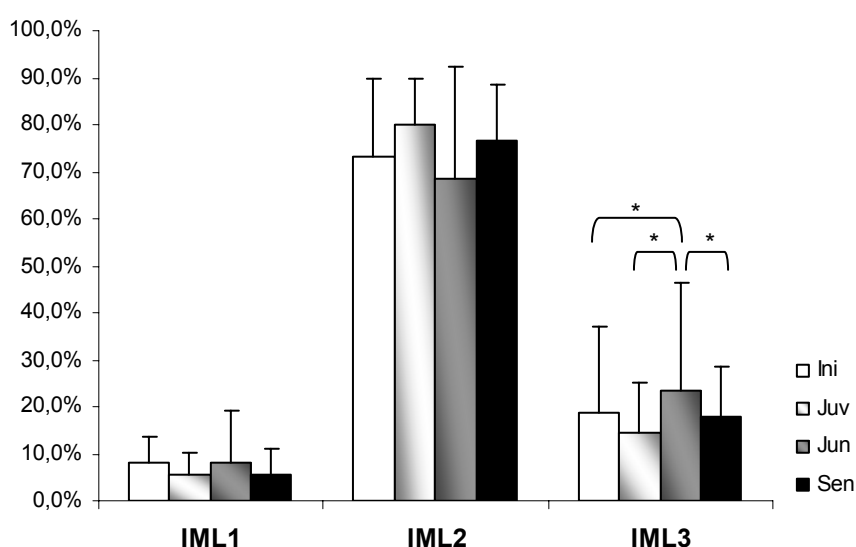


Figura 5.24. Média e desvio-padrão do Impulso medial total, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

5.2.5.2. Impulso Ântero-Posterior

Os resultados obtidos para o Impulso ântero-posterior estão visíveis no quadro 5.23.

Quadro 5.23. Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso ântero-posterior, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
IAP1 (%)	17,8 ± 6,3	16,8 ± 5,6	17,2 ± 4,7	17,3 ± 9,9
IAP2 (%)	69,5 ± 19,5	76,2 ± 8,7	68,9 ± 15,8	71,9 ± 14,8
IAP3 (%)	12,8 ± 15,7	7,0 ± 6,4	13,9 ± 14,3 ^b	10,8 ± 10,4

^b Significativamente diferente das juvenis;

No IAP da Fase I os valores encontrados nos escalões em estudo, apresentam valores muito semelhantes, variando entre 16,8% nas juvenis até 17,8% nas iniciadas, com os outros dois escalões a apresentarem valores intermédios. Não foram por isso encontradas diferenças significativas entre os escalões estudados (ver figura 5.23).

Também no IAP2 não existem diferenças significativas entre os diversos escalões, como mostra a figura 5.25.

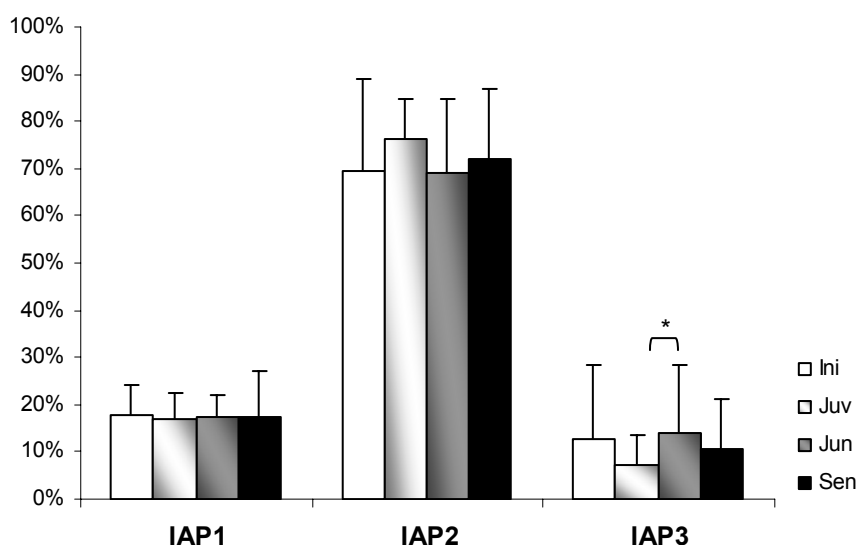


Figura 5.25. Média e desvio-padrão do Impulso ântero-posterior, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

(* Existem diferenças significativas entre os escalões indicados para $p < 0,05$)

Como podemos verificar na figura 5.25, no IAP3 o escalão de juniores apresenta valores médios significativamente superiores aos valores encontrados para o escalão de juvenis. Relativamente aos outros escalões as diferenças não são significativas.

5.2.5.3. Impulso Vertical

O impulso vertical está expresso no quadro 5.24.

Quadro 5.24 Valores médios e respectivos desvios-padrão do Impulso vertical, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

	Iniciadas	Juvenis	Juniores	Seniores
IV1 (%)	11,2 ± 4,8	8,9 ± 4,3	8,0 ± 2,2 ^a	7,8 ± 2,5 ^a
IV2 (%)	72,4 ± 17,1	79,1 ± 8,8	73,1 ± 14,9	75,8 ± 10,6
IV3 (%)	16,5 ± 17,9	12,0 ± 8,9	18,9 ± 14,7	16,4 ± 10,2

^a Significativamente diferente das iniciadas;

Analisando o quadro constatamos que na Fase I, o IV vai diminuindo ao longo dos escalões estudados. Contudo, as diferenças são significativas apenas entre o escalão mais jovem e os dois mais velhos (ver figura 5.25).

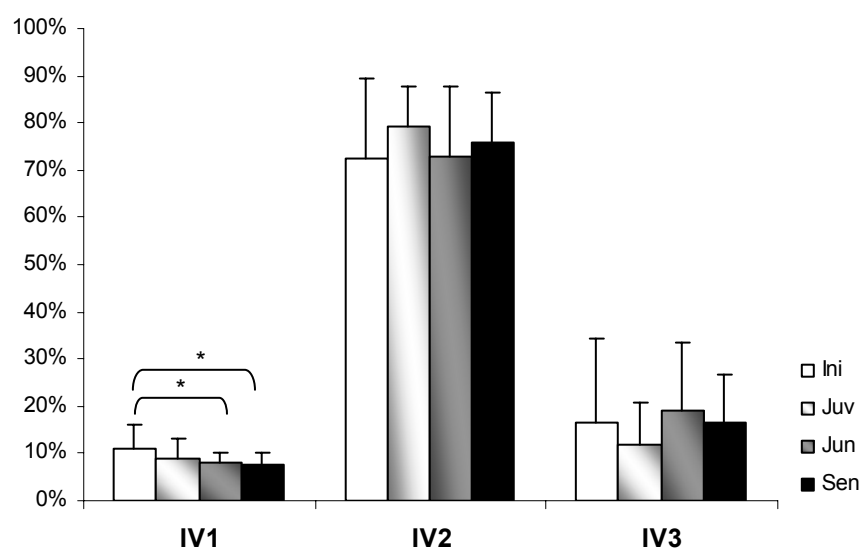


Figura 5.26. Média e desvio-padrão do Impulso vertical, em função dos escalões, ao longo das diferentes fases.

Não encontramos diferenças significativas entre os escalões estudados no IV da Fase II, nem na Fase III, como mostra a figura 5.26. Na fase II o IV varia entre $72,4 \pm 17,1 \%$ e $79,1 \pm 8,8 \%$ do integral total. Já na fase III os valores variam entre $12,0 \pm 8,9\%$ e $18,9 \pm 14,7\%$ do integral total.

5.3. Análise Qualitativa

Após uma análise quantitativa dos resultados obtidos consideramos pertinente uma análise qualitativa dos resultados, para uma percepção mais adequada dos dados e seus comportamentos ao longo das fases, em função dos escalões competitivos.

5.3.1. Análise da FRS e Impulso

O quadro 5.25 apresenta o comportamento simultâneo das diferentes componentes da FRS e dos impulsos estudados, na transição da Fase I para a Fase II e da Fase II para a Fase III, em todos os escalões analisados.

Quadro 5.25. Comportamento dos valores médios da força de reacção do solo e de Impulso na transição entre fases.

		Iniciadas		Juvenis		Juniorees		Seniores	
		Força	Impulso	Força	Impulso	Força	Impulso	Força	Impulso
ML	FI – FII	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	FII – FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
AP	FI – FII	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
	FII – FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
V	FI – FII	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
	FII – FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

↑ Aumenta;

↓ Diminui;

Como podemos verificar no quadro 5.25, na transição entre fases, os escalões competitivos comportam-se todos de forma similar, quer nas diferentes componentes da FRS, bem como no Impulso.

Na transição da Fase I para a Fase II, os valores médios da componente médio lateral e da componente vertical, bem como dos respectivos impulsos aumentam.

Quanto à componente ântero-posterior verificamos que os valores médios das forças estudadas diminuem, enquanto que os impulsos aumentam.

Na transição da Fase II para a Fase III assistimos, em todas as variáveis a uma redução dos valores médios das componentes de força e de impulso analisados.

5.3.2. Análise da Activação Muscular

No quadro 5.26 podemos analisar o comportamento da activação muscular dos diferentes músculos estudados, na transição entre fases.

Quadro 5.26. Comportamento dos valores médios de activação muscular na transição entre fases.

	Iniciadas		Juvenis		Juniors		Seniores	
	VLmed	VMmed	VLmed	VMmed	VLmed	VMmed	VLmed	VMmed
FI → FII	↑	↑	↓	↓	↑	↓	↓	↓
FII → FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	STmed	BFmed	STmed	BFmed	STmed	BFmed	STmed	BFmed
	↑	≈	↓	↓	↑	≈	↑	↓
FII → FIII	↓	↑	↓	↑	↓	↑	↓	↑
	VLmax	VMmax	VLmax	VMmax	VLmax	VMmax	VLmax	VMmax
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
FII → FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓
	STmax	BFmax	STmax	BFmax	STmax	BFmax	STmax	BFmax
	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑	↑
FII → FIII	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓	↓

↑ Aumenta;

↓ Diminui;

≈ Sem variação;

Relativamente à transição da Fase I para a Fase II, podemos observar que não existe um padrão de comportamento na VLmed em todos os escalões estudados. Enquanto que nos escalões de iniciadas e de juniors os valores médios de VLmed aumentam, nos escalões de juvenis e seniores diminuem.

Quanto à VMmed, constatamos que apenas o escalão de iniciadas aumenta o seu valor médio na transição entre as duas primeiras fases.

Analisando a variação dos valores médios de VLmax e VMmax, da Fase I para a Fase II, podemos verificar que em todos os escalões ocorre um acréscimo.

No que concerne à análise do comportamento da variável STmed, na transição entre a primeira e segunda fase, constatamos que, à excepção do escalão de juvenis, que reduz os seus valores médios, todos os outros escalões os aumentam.

Na BFmed o escalão de iniciadas e juniors mantêm os seus valores médios muito semelhantes na transição entre as duas primeiras fases,

enquanto o escalão de juvenis e juniores diminuem os seus valores médios, existindo, desta forma, um comportamento oposto ao do STmed.

Observando o comportamento de STmax e BFmax, verificamos que, em todos os escalões, ocorre um aumento nos valores médios das variáveis, na transição da Fase I para a Fase II.

Passando à análise do comportamento das variáveis na transição da Fase II para a Fase III, constatámos que nas variáveis VLmed, VLmáx, VMmed e VMmax, STmax e BFmax ocorre uma diminuição dos seus valores médios, em todos os escalões analisados. Comportamento contrário revelam os valores médios da BFmed, em todos os escalões.

6. Discussão dos Resultados

Este capítulo destina-se a uma análise, discussão e interpretação dos resultados obtidos.

A investigação da relação entre o movimento de mudança de direcção e a lesão de LCA tem evidenciado a importância do movimento e das forças aplicadas ao joelho, bem como a acção muscular desenvolvida durante estes movimentos (McClean et al., 1999; Colby et al., 2000; Malinzak et al., 2001; Besier et al., 2003).

Contudo, algumas investigações acentuam que a biomecânica do membro inferior pode ter um contributo importante para o risco de lesão do LCA, por não contacto (Hutchinson e Ireland, 1995; Zeller et al, 2003). Daí que, a nossa investigação privilegiasse, não apenas a articulação em si, mas a análise do membro inferior durante a mudança de direcção, como pode ser percebido pelo estudo do ângulo formado entre a coxa e a perna, no momento inicial de contacto com o solo, o ângulo mínimo observado, a velocidade angular no momento de contacto com o solo e no ângulo mínimo e a aceleração registada entre os dois momentos.

Hass et al. (2005), num estudo biomecânico do membro inferior, em que procuravam diferenças entre atletas, pré e pós-púberes, no impacto com o solo, em diferentes tipos de salto, colocou a hipótese das jogadoras pós-púberes contactarem o solo com uma maior extensão do joelho, dada a grande incidência de lesões nesta faixa etária. Os resultados alcançados pelos investigadores confirmaram esta hipótese.

Todavia, os valores médios de AngCont, por nós obtidos, não são concordantes com os resultados da referida investigação. Se observarmos os dados do escalão de iniciadas, que contém frequentemente atletas pré-púberes, este deveria possuir o valor mais reduzido nesta variável. Mas, este é evidenciado no escalão de juvenis, que raramente possui atletas pré-púberes.

De salientar, que os resultados obtidos por Hass et al. (2005) tiveram como premissa a maior incidência de lesões no LCA nas atletas pós-púberes.

Porém, é de considerar que o escalão de iniciadas abrange idades em que os sujeitos estão em crescimento, e como afirmam alguns autores (Kibler e Chandler, 1993; Burgess-Miliron e Murphy, 1996), nesta fase as propriedades elásticas do osso tornam-no mais susceptível, comparativamente aos seus ligamentos, que são 2 a 5 vezes mais forte do que este.

Portanto, considerando a ideia de Burgess-Miliron e Murphy (1996), que factores mecânicos que usualmente originam lesões ligamentares podem originar fracturas ósseas, as iniciadas podem contactar o solo com um ângulo de contacto semelhante aos escalão mais velhos, e por isso estarem sujeitas a forças semelhantes e, no entanto, as consequências serem diferentes.

Na nossa opinião, as diferenças encontradas no ângulo de contacto entre o escalão de iniciadas e juvenis, bem como as diferenças encontradas no ângulo mínimo serão devido, provavelmente, à diferença do nível de experiência como andebolistas.

Apesar de não existirem diferenças na variável experiência, entre os escalões de iniciadas e de juvenis, consideramos que nesta fase da formação inicial da atleta um ano de experiência pode ser determinante, nomeadamente na execução deste movimento.

Dos resultados obtidos na variável AngCont, é de destacar o valor médio obtido pelo escalão de juniores, que se revelou como o mais elevado dos escalões competitivos em estudo e, como tem sido descrito na literatura, talvez coloque este grupo perante um maior risco de lesão. Este valor é concordante com o alcançado na investigação de Colby et al. (2000). Os resultados são concordantes com o estudo monográfico de Seabra (2003), pois esta confirma que a lesão do LCA é frequente nestas idades.

Os resultados obtidos sugerem-nos que este escalão parece estereotipar alguns comportamentos do escalão de iniciadas.

É comum, no andebol português, que uma atleta que alcance o escalão de júnior jogue com alguma frequência no escalão de seniores e, simultaneamente, a competição deste escalão ser mais forte e exigente do que nos escalões inferiores. Assim, as andebolistas juniores confrontam-se com

níveis de oposição mais elevados, defesas mais agressivas e, por isso, sentem mais dificuldades de, em confronto directo com o adversário, o ultrapassar.

Este facto sugere que as atletas necessitem de realizar o movimento contactando o solo numa posição de maior extensão do membro inferior, para assim diminuir o tempo de duração do movimento, sem perder muita energia e desta forma ultrapassar o adversário directo. Em concordância com este aspecto temos que este escalão executa o movimento de mudança de direcção em significativamente menos tempo do que os restantes escalões competitivos.

Outro factor que poderá ter um carácter influenciador nestes resultados é o IMC.

A passagem do escalão de juvenis para o escalão de juniores coincide com uma estagnação do crescimento e, consequentemente, com um aumento de IMC. Para Malina et al. (2004) este incremento é, na maior parte dos casos, devido a um aumento de massa gorda e não de massa muscular. Este factor pode determinar uma diminuição na força relativa da atleta e como sugere Mclean et al. (2004) uma menor flexão do joelho pode ser consequência de uma menor força muscular em termos relativos.

O escalão de seniores demonstra o menor valor médio de AngCont sendo este concordante com os estudos elaborados por Besier et al. (2001b), Malinzak et al., (2001) e Mclean et al. (2004). Presumivelmente este resultado está relacionado com uma adaptação clara ao jogo e às suas especificidades, nomeadamente à maior oposição da defesa. Este menor valor em AngCont pode também estar associado ao nível de experiência e horas de treino semanais deste grupo.

Outro factor explicativo destes resultados é apontado por Hass et al. (2005). Para o autor, esta maior flexão do joelho poderá estar relacionada com uma estratégia de protecção das estruturas internas do joelho.

É visível uma grande variabilidade intragrupal no escalão de seniores e tal como afirmam Mclean et al. (2004) é possível que esta variabilidade possa representar uma maior capacidade de adaptação a mudanças no envolvimento do movimento, o que pode reduzir o potencial de lesão.

Uma justificação plausível para a grande variabilidade intragrupal nas seniores prende-se com aspectos técnico-táticos de jogo. A mudança de direcção pode ter objectivos diferentes; ou seja, um andebolista pode realizar uma mudança de direcção na procura de conquistar o espaço entre o seu defensor directo e o defesa mais próximo, procurando uma penetração aos seis metros, ou, por outro lado, procurar ultrapassar o seu oponente directo na tentativa de criar uma situação de finalização na primeira linha ofensiva. Neste sentido, as características da jogadora e o modelo de jogo em que esta se insere, podem ser diferentes e, daí, condicionarem a forma como a jogadora executa a mudança de direcção.

É importante salientar que, apesar da não linearidade no comportamento da variável Angcont em função dos escalões competitivos, a amplitude articular durante o movimento de mudança de direcção aumenta, o que, talvez, esteja relacionado com a consolidação técnica deste movimento.

Relativamente às diferenças encontradas na velocidade no momento de contacto com o solo, na velocidade no ângulo mínimo e na aceleração angular, em nossa opinião, são naturais e sugerem uma relação com o nível competitivo e com as necessidades do jogo que vão aumentando ao longo dos escalões.

O escalão de juniores apresenta um tempo de duração do apoio significativamente inferior aos restantes escalões competitivos. Contudo, os valores médios obtidos pelas andebolistas juniores são condizentes com os resultados de Bencke et al. (1999) e Neptune et al. (1999). Ainda sobre este propósito, Bencke et al. (1999) acentuam que o movimento de mudança de direcção pode não ser determinante pelos seus parâmetros quantitativos, ou seja, a duração de contacto com o solo pode ser mais longa, no escalão de seniores, mas ser mais eficaz, dependendo, possivelmente da capacidade da andebolista de acumular energia e a capacidade de perceber e contra-comunicação do seu adversário directo.

Besier et al. (2001a) referem que o grande potencial de lesão no LCA durante um movimento de mudança de direcção ocorre durante a Fase I e a Fase II do movimento, na medida em que nestas o joelho experimenta elevados valores de força.

Assim, se observarmos a proporção das diferentes fases que compõem o movimento, constatamos que o escalão de seniores possui, na Fase I, o valor médio mais reduzido, o que sugere um movimento mais explosivo e provavelmente com maior risco de lesão. No mesmo sentido, analisamos o valor médio alcançado pelo escalão de juniores na Fase II.

Consideramos que a Fase III esteja associada a uma minimização dos danos que eventualmente tenham sido provocados nas fases anteriores, dado que são as potencialmente mais lesivas.

As investigações que a literatura consultada nos apresenta, focam na sua maioria, o estudo das análises da FRS apenas na sua componente vertical. Os resultados por nós obtidos na componente vertical, designadamente na variável FV max, são consistentes com os da investigação realizada por Bencke et al. (1999).

Quanto às restantes componentes da FRS, constatamos que apesar da componente vertical ser, de facto, a que apresenta maior magnitude, consideramos que as outras componentes podem ter um papel importante na lesão do LCA pelo desalinhamento articular que podem provocar e, consequentemente, colocar o LCA em maior risco de lesão.

As componentes médio lateral e ântero-posterior sugerem fenómenos de travagem na Fase I do movimento, em todos os escalões competitivos. Este fenómeno continua a ser observado na Fase II do movimento, para a componente ântero-posterior.

Na Fase I do movimento, a componente vertical é a mais elevada, seguida da ântero-posterior e da média lateral, em todos os escalões em estudo.

O escalão de iniciadas apresenta elevados valores em todas as componentes de FRS na Fase I, e na componente ântero-posterior relativa à Fase II, quando comparado com os restantes escalões, o que sugere uma influência da técnica de execução do movimento e da experiência.

Na Fase II, o escalão de juniores apresenta valores médios nas diferentes variáveis da componente médio lateral de FRS, mais elevados do

que os restantes escalões competitivos, o que poderá estar relacionado com uma pronação do pé de apoio e aumentar o risco de lesão (Griffin et al., 2000).

Também na componente vertical as andebolistas juniores possuem o maior valor médio nas diferentes variáveis, possivelmente relacionadas com a menor flexão do joelho durante o movimento de mudança de direcção e com a maior velocidade a que estão sujeitas.

A Fase III está relacionada com a propulsão para a evasão ao oponente. O escalão de juniores e seniores apresentam os valores médios nas diferentes componentes de FRS, o que sugere que a saída será mais eficaz nestes escalões, o que mais uma vez sugere a influência do nível de experiência e do nível técnico.

Ao longo do movimento de mudança de direcção, o escalão de iniciadas, comparativamente aos restantes escalões, revela uma diminuição nos valores médios de FRS analisados. De acordo com Huston et al., (2000) a rigidez muscular do membro inferior, é importante na estabilidade do joelho e na prevenção da lesão, pela capacidade de dissipar forças perigosas para o LCA. Talvez as iniciadas sejam o escalão com menor rigidez, daí que ocorra uma maior dissipação das forças geradas, ao longo do movimento.

Os valores médios obtidos no Impulso e nas suas diferentes componentes apresentam um comportamento semelhante às componentes da FRS, com excepção na transição da Fase I, para a Fase II, na qual têm um comportamento oposto.

Se observarmos a diminuição em termos de magnitude das forças, constatamos que esta é de pequena magnitude, comparativamente ao tempo de aplicação dessas forças que aumenta significativamente.

Ainda, relativamente aos valores médios obtidos do Impulso, podemos constatar que, em termos totais, nomeadamente na componente médio lateral o escalão de juniores possui o valor médio mais elevado, e significativamente diferente. Também as iniciadas na componente ântero-posterior possuem o valor médio mais elevado. Em nossa opinião, valores mais elevados de impulso podem estar relacionados com um aumento de risco de lesão.

De salientar, ainda o elevado valor médio no integral vertical na Fase I do escalão de iniciadas, o que sugere uma entrada no movimento mais violenta e possivelmente mais propensa à lesão. Este facto associado aos elevados valores médios de força registados neste escalão requerem um adequado suporte muscular, pois de acordo com Besier et al. (2001b) sem este, estas forças podem ser suficientes para causar uma lesão nos ligamentos do joelho.

Também Colby et al. (2000) consideram que a activação muscular é um factor importante no controlo das forças musculares e, consequentemente, no controlo dos movimentos do corpo humano.

No entendimento de Lloyd e Buchanan (2001), os músculos que rodeiam a articulação do joelho têm a capacidade para suportar as forças externas aplicadas à articulação e de reduzir o potencial de lesão do LCA. Daí que a predição dos níveis de activação muscular desempenhe um papel importante no estudo da relação das forças externas e a lesão no LCA.

Têm existido vários estudos dos efeitos dos músculos extensores da perna no LCA.

Este grupo muscular, usualmente, é envolvido pelo seu papel no controlo do deslocamento anterior da tíbia e pela possibilidade de aumentar a tensão do LCA em baixos ângulos de flexão do joelho (Colby et al., 2000). Contrariamente, um incremento na actividade muscular dos extensores da perna, que são considerados como protectores do LCA, pode ajudar a diminuir a tensão no LCA (Ireland et al., 1997).

Se analisarmos a actividade muscular dos extensores da perna concluímos que, na Fase I, à excepção do escalão de juvenis, todos os outros escalões estudados solicitam este grupo muscular de forma maximal, enquanto que os flexores são solicitados maioritariamente de forma submaximal, o que é concordante com o estudo de Colby et al. (2000).

Este resultado revela-se espectável dado que Westing et al. (1991) indicam que uma contracção excêntrica envolve forças superiores a uma contracção concêntrica.

De realçar que o escalão de iniciadas possui os valores médios mais elevados na activação muscular dos extensores, mas também dos flexores.

Estes valores possivelmente estão relacionados com os elevados valores médios obtidos nas componentes da FRS. Hewett et al. (2005) sugerem que uma elevada activação muscular dos extensores, combinada com valores inferiores da activação dos flexores diminui a capacidade de absorção da energia cinética durante o contacto com o solo, aumentando a FRS e os momentos associados com a lesão do LCA.

Na Fase I é de realçar que o escalão de juniores têm um elevado nível de activação muscular dos extensores, mas com uma grande diferença percentual dos flexores.

Os resultados obtidos sugerem que os níveis de activação muscular são muito inferiores do que os níveis da actividade muscular dos extensores, o que poderá não ser suficiente para prevenir o deslocamento anterior da tíbia e uma possível lesão no LCA. Também Hewett et al. (2005) salientam que um recrutamento desproporcional nos flexores, relativamente aos extensores, pode colocar o LCA em risco.

Tal como no nosso estudo, reduzidos ângulos de flexão do joelho têm sido reportados em mulheres no movimento de mudança de direcção e interpretados como um factor de risco de lesão no LCA, pois como aumenta a acção dos extensores assim como diminui a capacidade dos flexores, protegerem o LCA (Colby et al., 2000; Malinzak et al., 2001).

Com base nos seus resultados relativos ao ângulo de flexão do joelho (22°), Colby et al. (2000) sugerem que nesse ângulo o joelho está numa posição que irá permitir os músculos extensores forçarem o LCA. Ao contrário dos resultados obtidos por Bencke et al. (1999), que encontraram um padrão característico nos sinais electromiográficos dos flexores e extensores, nós não o obtivemos. No estudo de Bencke et al., (1999) o padrão de activação muscular revela actividade alternada, ou seja, quando a actividade dos extensores diminui, a actividade dos flexores aumenta e vice-versa. Porém, o nosso estudo nas variáveis VLmax, VMmax, STmax e BFmax revelam um comportamento padrão semelhante, quando a actividade muscular de um aumenta a dos restantes também aumenta.

De salientar que a amostra no estudo de Bencke et al. (1999) foi sujeita a um treino adicional com um fisioterapeuta com exercícios específicos de trabalho neuromuscular, o que poderá influenciar estes resultados, pois para os autores, este tipo de treino melhora a resistência dos grupos musculares envolvidos na mudança de direcção e possivelmente influencia a capacidade para realizar a manobra com menor risco de lesão.

7. CONCLUSÕES

7. Conclusões

Neste capítulo apresentamos as principais conclusões do estudo, de acordo com os objectivos e hipóteses formulados:

Reportando-nos ao objectivo geral do nosso trabalho constatamos que na mudança de direcção o escalão de iniciadas contacta o solo com ângulo de flexão do joelho significativamente superior ao escalão de juvenis. O ângulo mínimo observado neste escalão é significativamente inferior comparativamente aos outros escalões competitivos.

No entanto, este escalão executa a mudança de direcção com uma velocidade angular, no contacto inicial com a plataforma, significativamente inferior aos restantes escalões. De salientar que os escalões mais velhos possuem uma velocidade de contacto com a plataforma e uma velocidade correspondente ao ângulo mínimo significativamente superiores aos restantes escalões competitivos, o que predispõe estes dois escalões a um maior risco de lesão.

Quanto à duração do movimento constatamos que o escalão de juniores é o escalão que executa a mudança de direcção de forma mais explosiva.

Durante a Fase I do movimento analisado as iniciadas estão sujeitas a maiores valores médios de força na componente ântero-posterior e vertical, no entanto solicitam também de forma mais pronunciada os extensores da perna, comparativamente aos escalões de juvenis e de juniores.

Na Fase II o escalão de juniores sobressai pelos valores médios significativamente mais elevados na componente médio-lateral e vertical, enquanto que o escalão de iniciadas os apresenta, na componente ântero-posterior.

Quanto à activação muscular constatamos que, novamente, o escalão de iniciadas solicita os extensores e flexores de forma superior, o que possivelmente ajudarão a suportar as forças a que este escalão está sujeito e assim diminuir assim o seu risco de lesão, o que não acontece com o escalão de juniores.

Assim, parece-nos que de uma forma geral o escalão de iniciadas realiza o movimento de mudança de direcção de forma significativamente diferente dos restantes escalões. No entanto estas diferenças não significam linearmente um maior risco de lesão no LCA, na medida em que nesta idade o LCA é mais resistente.

O escalão de juniores, principalmente na segunda fase do movimento, evidencia parâmetros biomecânicos significativamente diferentes aos restantes escalões competitivos, colocando-o sob um maior risco de lesão.

No que concerne às hipóteses formuladas temos:

Relativamente ao ângulo coxa-perna, no momento de contacto com o solo, no movimento de mudança de direcção, concluímos que o escalão de iniciadas revela um valor médio superior, comparativamente ao escalão de juvenis, o que confirma a primeira hipótese do nosso estudo.

Quanto ao mínimo ângulo coxa-perna existente durante o movimento de mudança de direcção, concluímos que o escalão de seniores possui um valor médio significativamente menor, quando comparado com os restantes grupos, confirmando-se a segunda hipótese formulada.

Existem diferenças na velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento de impacto com o solo, quando ocorre uma mudança de direcção, pois o escalão de iniciadas apresenta um valor médio significativamente inferior relativamente aos demais escalões competitivos, o que confirma a hipótese 3.

No que concerne à velocidade angular produzida na articulação do joelho, no momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão, do movimento de mudança de direcção, verificamos que os dois escalões mais novos possuem uma velocidade angular significativamente inferior relativamente aos

dois escalões mais velhos, confirmando-se assim a quarta hipótese por nós formulada.

Na aceleração angular produzida na articulação do joelho, entre o momento inicial de contacto com o solo e o momento correspondente ao ângulo mínimo de flexão da articulação, no movimento de mudança de direcção, apuramos a existência de valores médios significativamente inferiores nos escalões de iniciadas e de juvenis, comparativamente aos escalões de juniores e de seniores, o que confirma a hipótese 5.

O escalão de juniores possui, durante a mudança de direcção, um contacto com o solo significativamente mais longo do que os restantes escalões estudados, confirmando a sexta hipótese enunciada.

Apesar de existirem diferenças na duração das diferentes fases que constituem o movimento de mudança de direcção, não observamos diferenças das diferentes fases entre os escalões investigados. Logo a sétima hipótese foi rejeitada.

Relativamente às componentes da FRS, na primeira fase da mudança de direcção observamos resultados divergentes nas direcções estudadas. Na componente médio lateral não se registaram diferenças significativas entre os escalões competitivos. Já na componente ântero-posterior as iniciadas registaram valores médios de força, significativamente mais elevado, comparativamente aos restantes escalões investigados. Quanto à componente vertical o nosso estudo evidenciou um valor médio significativamente superior no escalão de iniciadas, comparativamente aos outros três escalões em estudo. Pelo exposto, a oitava hipótese não foi confirmada.

Na segunda fase da mudança de direcção verificou-se que, na componente médio lateral, o escalão de juniores demonstrou valores médios de força mais elevados, relativamente aos restantes escalões em causa. Já na

componente ântero posterior foi o escalão mais jovem que revelou valores médios de força significativamente superiores. A análise da componente vertical permitiu constatar que o escalão de juniores está sujeito a valores médios de força significativamente superiores relativamente aos escalões de iniciadas e seniores. Na variável FVmed o escalão de seniores está também sujeito a maiores valores médios de força, nesta direcção, quando comparados com o escalão de iniciadas. Logo, a hipótese nove foi confirmada.

Na última fase que compõe a mudança de direcção, constatámos a existência de diferenças em todas as componentes, médio lateral, ântero posterior e vertical da FRS. Apesar do comportamento destas variáveis em função aos grupos ser diferentes, a décima hipótese foi confirmada.

Relativamente ao impulso total na componente médio lateral verificamos que este é significativamente superior no escalão de juniores quando comparados com os restantes escalões competitivos, mas no impulso ântero posterior é o escalão de iniciadas que evidencia valor médio mais elevado. Não existem diferenças no impulso vertical. No que concerne aos impulsos parciais, na direcção médio lateral, apenas na terceira fase o escalão de juniores apresenta a maior quantidade de movimento, relativamente aos outros escalões competitivos. Na direcção ântero posterior, apenas na Fase III, as juniores demonstram possuir um Impulso significativamente superior às restantes andebolistas. Por último, na direcção vertical, na Fase I, as iniciadas registaram um valor médio de Impulso significativamente mais elevado do que os dois escalões mais velhos. Face ao exposto, a décima primeira hipótese foi rejeitada.

A hipótese 12 foi confirmada, pois o nosso estudo evidenciou diferenças no nível de activação muscular dos músculos extensores da perna, durante as diferentes fases do movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos, designadamente entre o escalão de iniciadas e os restantes escalões competitivos.

Existem diferenças no nível de activação muscular dos músculos flexores da perna, na segunda fase da mudança de direcção, entre o escalão de iniciadas e os escalões de juvenis e juniores e na terceira fase o escalão de juniores possui um valor médio mais elevado na activação muscular dos flexores. No entanto, não verificamos diferenças significativas entre os escalões estudados, na primeira fase do movimento, o que nos permite rejeitar a décima terceira hipótese formulada.

A análise qualitativa dos resultados obtidos permite confirmar a hipótese 14, dado que existem diferenças no comportamento da activação muscular dos músculos flexores e extensores da perna, na transição entre as fases que constituem o movimento de mudança de direcção, nos diversos escalões competitivos. Dado que observamos um padrão diferente entre os vários grupos musculares estudados.

8. Sugestões

Em nossa opinião, os futuros trabalhos nesta temática devem-se concentrar na relação entre as forças externas na articulação do joelho e a cinemática do corpo todo, durante a execução deste tipo de tarefa de carácter dinâmico. Por exemplo, as forças experimentadas na articulação do joelho podem estar associadas à posição do pé no solo, relativamente ao centro de gravidade, ou mesmo com a posição do tronco.

As manobras desportivas, como a mudança de direcção, nem sempre são antecipadas durante a situação real de jogo e usualmente, ocorrem como uma súbita reacção a um estímulo externo, nomeadamente proveniente da contra-comunicação inerente a esta modalidade. Assim, temos consciência que o movimento planeado previamente não traduz a realidade das forças aplicadas ao joelho durante esta situação desportiva. Assim, sugerimos a execução deste movimento de forma inesperada, no qual o sujeito tenha que decidir a direcção de acordo com um estímulo externo, em futuros protocolos experimentais.

9. BIBLIOGRAFIA

9. Bibliografia

Aagard, K. & Myklebust, G. (2001). *Prevention of Cruciate Ligament Injuries*. Handball, nº1, pp: 41-44.

Ahonen, J.; Lahtinen, T.; Sandstrom, M.; Pogliani, G. & Wirhed, R. (1996). *Kinesiología y Anatomía Aplicada a La Actividad Física*. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Anderson, A.; Dome, D.; Gautam, S.; Awh, M. & Rennirt, G. (2001). *Correlation of Anthropometric Measurements, Strength, Anterior Cruciate Ligament Size, and Intercondylar Notch Characteristics to Sex Differences in Anterior Cruciate Ligament Tear Rates* . American Journal of Sports Medicine. Vol 29, nº1, pp:58-66.

Anti, T. (1999). *A propos du jeu en inégalité numérique*. Approches du Handball, nº50, pp: 20-30.

Arendt, E. & Dick, R. (1995). *Knee Injury Patterns Among men and Women in Collegiate Basqueteball and Soccer*. USA: The American Journal of Sports Medicine. Vol 23, nº6.

Arendt, A.; Ajel, J. & Dick, R. (1999). *Anterior cruciate ligament injuries Injury Patterns Among Collegiate Men and Wownen*. Journal of Athletic Trainning. Vol 34, pp: 86-92.

Backx, F. (1996). *Epidemiology of Paediatric Sports-related Injuries*. (Ed), *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford: Internacional Olympic Committee, pp: 163 -172.

Backx, F.; Erich, W.; Kemperf, A. & Verbeck, A. (1989). *Sports Injuries in School-Aged Children*. American Journal of Sports Medicine. nº17, pp: 234-240.

Barbosa, J. (1999). *A Organização do Jogo em Andebol. Estudo Comparativo do processo ofensivo em equipas de alto nível, em função da relação numérica ataque-defesa*. Porto: J. Barbosa. Monografia apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Bartlett, R. (1997). *Introduction to Sports biomechanics*. E & FN SPON.

Bartlett, R. (2000). *Future Direction of development in Anterior Cruciate Ligament Injuries*. in Chan, K; Fu, F; Maffulli, N; Rolf, C; Kurosaka, M. & Liu, S. (Ed), *Controversies in Orthopedic Sports Medicine*. USA: Human Kinetics, pp: 119-121.

Belechri, M.; Petridou, E.; Kedikoglou, S.; Trishopoulos, D.; Sports injuries European Union Group. (2001). *Sports Injury Among Children in Six European Union Countries*. Netherlands: European Journal of Epidemiology nº 17, pp: 1005-1012.

Bencke, J.; Naesborg ,H. ; Simonsen, E. & Klausen, K. (2000). *Motor Pattern of the Knee Joint Muscles During Side-Step Cutting in European Team Handball - Influence on muscular co-ordination after an intervention study*. Denmark: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, pp: 68-77.

Bennell, R.; Matheson, G; Meeuwisse, W. & Bruknan, P. (1999). *Risk Factors for Stress fractures*. Sports Medicine. Vol, 28, nº2, pp: 91-122.

Besier, T.; Lloyd, D. & Ackland, T. (2003). *Muscle Activation Strategies at the Knee during Running and Cutting Maneuvers*. USA: Medicine & Science in Sports & Exercise, pp: 119-127.

Besier, T.; Lloyd, D.; Ackland, T. & Cochrane, J. (2001a). *Anticipatory Effects on Knee Loading During Running and Cutting Maneuvers*. Australia: Department of Human Movement & Exercise Science, pp: 1176-1181.

Besier, T.; Lloyd, D.; Cochrane, J. & Ackland, T. (2001b). *External Loading of the Knee joint during Running and Cutting Maneuvers*. Australia: Department of Human Movement & Exercise Science, pp: 1168-1175.

Biondino, C. (2004). *Anterior cruciate ligament injuries in Female Athletes*. Connecticut: Medicine. Vol 63, nº11, pp:657-660.

Boden, P.; Dean, S.; Feagin, A. & Garrett, E. (2000). *Mechanisms of Anterior cruciate ligament injury*. Orthop nº23, pp:573-578.

Burgess-Milliron, M. & Murphy, S. (1996). *Biomechanical Considerations of Youth Sports Injuries*. IN O. Bar-Or. (Ed), *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford: Internacional Olympic Committee, pp: 173-188.

Carvalho, M. (2004). *Caracterização do Perfil Lesional Das Andebolistas Seniores – Um estudo centrado na problemática das lesões ao nível da articulação do joelho*. Porto: M. Carvalho. Monografia apresentada no âmbito da disciplina de Seminário – 5º ano da Licenciatura em Desporto e Educação Física à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Castelo, J. (1994). *Futebol. Modelo Técnico-Tático do Jogo*. Edições FMH-UTL. Lisboa.

Castelo, J. (1996). *Futebol. A Organização do Jogo*. Edição do autor.

Castro, P. (1995). *Prevenção de lesões no Andebol*. In Horta, L (ed) *Prevenção de Lesões no Desporto*. Lisboa: Caminho, pp: 281-286.

Cercel, P. (1990). *O Treino de Equipas Masculinas*. Edições Bidesporto. Linda-a-velha.

Chappell, J.; Yu, B.; Ford, K.; Kirkendall, D. & Garrett, W. (2002). *A Comparison of Knee Kinetics Between Male and Female Recreational Athletes in Stop-Jump Task*. American Journal of Sports Medicine. Vol 30, nº2, pp:261-267.

Colby, S.; Francisco, A.; Yu, B.; Kirkendall, D.; Fingh, M. & Garrett, W. (2000). *Electromyographic and Kinematic Analysis of Cutting Maneuvers*. American Journal of Sports Medicine. Vol 28, nº2, pp:234-240.

Conceição, L. (1998). *Análise do Jogo de Andebol. Estudo comparativo do processo ofensivo em equipas de iniciados e juvenis femininos*. Porto: L. Conceição. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Correia, P. & Mil-Homens, P. (2004). *A Electromiografia no estudo do movimento humano*. Cruz Quebrada: FMH edições.

Costa, A. (2006). *O Ombro da Voleibolista*. Porto: A. Costa. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Cruz, C. (1998). *Alguns Conceitos técnicos e tácticos de ataque – 1ª Parte*. Revista Setemetros nº29, pp: 14-19.

Cunha, A. (1996). *Andebol – História da modalidade*. Gabinete de Andebol. FCDEF-UP. Porto

Cunha, A.; Liberato, A. & Ireneu, J. (1995). *O Ensino do Andebol*. In O Ensino dos Jogos Desportivos. Graça, A. & Oliveira, J. (eds). pp 49-60. FCDEF-UP. Porto.

Czerwinski, J. (1993). *El Balonmano. Técnica Táctica e Entrenamiento*. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Czerwinski, J. (1994). *An analyses of the European men's championships – Portugal, June 1994: technique and tactics*. Handball – EHF Periodical for coaches and lectures. nº2. pp: 7-16.

DeHeaven, K. & Lintner, D. (1986). *Athletic Injuries: Comparison by Age, Sort, and Gender*. American Journal of Sports Medicine. Vol 14, pp: 218-224.

DeLoes, M. (1995). *Epidemiology of Sports Injuries in the Swiss Organization "Youth and Sports" 1987-1989: Injuries, Exposure and Risks of Main Diagnoses*. International Journal of Sports Medicine. nº16, pp:134-138

DeLuca, C. (1997). *The use of surface electromyography in biomechanics*. Journal of Applied Biomechanics, nº 13, pp:135-163.

Falkowski, M & Fernandez, E. (1988). *Los Sistemas de Juego Ofensivos*. Editorial Esteban Sanz Martinez. Madrid

Federação de Andebol de Portugal (2005). *Regras do Jogo*. Ed. F.P.A. Lisboa.

Ferris, C. & Freedman, A; (2001). *Neuromuscular and Biomechanical Lower Extremity Training for Female Athletes*. USA: Human Kinetics A11 nº6(4), pp: 54-62.

Fiolkowski, P.; Brunt, D.; Bishop, M. & Woo, R. (2002). *Does postural instability affect the initiation of human gait?*. Neuroscience Letters, nº 323, pp: 167-170.

Freitas, B. (2005). *Concepção dos Treinadores Acerca da Lógica Interna e Funcional do Jogo de Andebol – Estudo Aplicado na Liga Profissional de Andebol Português*. Porto: B. Freitas. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Froberg, K. & Lammert, O. (1996). *Development of Muscle Strength during Childhood*. IN O. Bar-Or. (Ed), *The Child and Adolescent Athlete*. Oxford: Internacional Olympic Committee, pp: 25-41.

Fuller, C. (2006). *Consensus statement on injury definitions and data collection procedures in studies of football (soccer) injuries*. Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports, nº16, pp: 83-92.

Gantchev, N.; Viallet, F.; Aurenty, R. & Massion, J. (1996). *Impairment of posturo-kinetic co-ordination during initiation of forward oriented stepping movements in parkinsonian patients*. Electroencephalography and clinical Neurophysiology, nº 101, pp: 110-120.

Garcia, J. (1994). *Balonmano: Metodologia Y Alto Rendimiento*. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Garcia, J. (1998). *Balonmano – Táctica Grupal Ofensiva*. Editorial Gymnos. Madrid.

Garcia, J. (2003). *Análisis Estructural de la Técnica en Balonmano: Características Diferenciales Entre el Principiante y el Alto Rendimiento y Orientaciones Metodológicas para la Enseñanza*. V Seminário Internacional A.E.BM. "Memorial Domingo Barcenás". Ciudad Real.

Garganta, J. (1997). *Modelação Táctica do Futebol: Estudo da organização da fase ofensiva em equipas de alto rendimento*. Porto: J. Garganta. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Garganta, J. (1998). *Analisar o Jogo nos Desportos Colectivos – Uma Preocupação Comum ao Treinador e ao Investigador*. Horizonte, XIV,83, pp: 7-14.

Garrett, W. (1993). *Clinical/Pathological Perspectives*. Cahill, B; Pearl, A. (Ed), *Intensive Participation in Children's Sports*. USA: The American Orthopaedic Society for Sports Medicine, pp: 195 -201.

Greco, P. (1992). *Handball. La Evolucion de juego*. Stadium. nº 153, pp: 33-39. LA Prensa Médica Argentina. Argentina.

Griffin, L.; Agel, J.; Albohm, M.; Arendt, E.; Dick, R. & Garrett, W. et al. (2000). *Noncontact Anterior Cruciate Ligament Injuries – Risk Factors and Prevention Strategies*. Journal American Academy Orthopaedic Surgery.

Harmon, K. & Ireland, L. (2000). *Gender Differences in Noncontact Anterior cruciate ligament injuries*. Clinics in Sports Medicine. Vol 19, nº2, pp: 287-301.

Hass, C.; Shick, E.; Tillman, M.; Chow, J.; Brunt, D. & Cauraugh, J. (2005). *Knee Biomechanics During Landings: Comparison of Pre-and Postpubescent Females*. USA: Medicine & Science in Sports & Exercise. pp:100-107.

Hermens, H., Freriks, B.; Merletti, R.; Stegeman, D.; Blok, J., Rau, G; Disselhorst-klug, C. & Hägg, G. (2000)., *European recommendations for surface electromyography* . Roessingh Research.

Hewett, T. (2000). *Neuromuscular and Hormonal Factors Associated Whith Knee injuries in Female Athletes.* . Sports Medicine. Vol 19, nº5, pp: 313-327.

Hewett, T.; Myer, G.; Ford, K.; Heidt, R.; Colosimo, A.; McLean, S. et al. (2005). *Biomechanical Measures of Neuromuscular Control and Valgus Loading of the Predict Anterior Cruciate Ligament Injury Risk in Female Athletes: A Prospective Study* . American Journal of Sports Medicine. Vol 33, nº4, pp:492-501.

Huston, L.; Grinfield, M. &, Wojtys, E. (2000). *Anterior Cruciate Ligament Injuries in the Female Athlete: Potencial Risk Factors.* Clinical Orthopaedics, Vol1, nº 372, pp: 50-63.

Hutchinson, M. & Ireland, M. (1995). *Knee Injuries in Female Athletes. USA:* Sports Medicine. Vol 19 nº4, pp: 288-302

Ireland, M.; Gaudette, M. & Crook, S. (1997). *ACL Injuries in The Female Athlete.* Journal of Sport Rehabilitation. nº6, pp:97-110.

Jiménez, F. (2001). *Análisis de las Situaciones de Enseñanza en los Deportes de Cooperación/Posición de Espacio Común e Participación Simultânea Desde una Perpectiva Praxiológica.* VI Seminário Internacional Praxiológico – INEF, Madrid. <http://www.praxiologiamotriz.inefc.es/>

Kapandji, A. (2000). *Fisiologia Articular – Membro inferior 2.* 5ª Ed Brasil: Editorial Panamérica.

Kibler, W. (1998). *Manual ACSM de Medicina Desportiva*. Editorial Paidotribo.

Kibler, W. & Chandler, J. (1993). *Musculoskeletal Adaptation and Injuries Associated With Intense Participation in Youth Sports*. Cahill, B; Pearl, A. (Ed), *Intensive Participation in Children's Sports*. USA: The American Orthopaedic Society for Sports Medicine, pp: 195 -201.

Konzag, I. (1991). *A Formação Técnico-Táctica nos Jogos Desportivos Colectivos*. Treino Desportivo, II série, 19 pp: 27-37.

Lamontagne, A. ; Richards, C. & Malouin, F. (2000). *Coactivation during gait as an adaptative behavior after stroke*. Journal Electromyography and Kinesiology, nº 10, pp:407-415.

Latiskevits, L. (1991). *Balonmano*. Editorial Paidotribo. Barcelona.

Leitão, A. (1998). *O processo ofensivo no Andebol. Estudo comparativo entre equipas femininas de diferente nível competitivo*. Porto: A. Leitão. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Lindblad, E. & Hoy, K. (1992). *Handball Injuries*. The American Journal of Sports Medicine, Vol 20, nº4, pp: 441-445.

Lindenfeld, T.; Schmitt, D.; Hendy, M.; Mangine, R.; Brunt, D. & Noyes, F. (1994). *Incidence of Injury in Indoor Soccer*. . American Journal of Sports Medicine. Vol 22, pp:364-371.

Lloyd, G. & Buchanan, T. (2001). *Strategies of Muscular Support of Varus and Valgus Isometric Loads at the Human Knee*. Journal Biomech nº 34, pp: 1257-1267.

Lysens, R.; Weerdt, W. & Nieuwboer, A. (1991). *Factors Associated With Injury Proneness.* Sports Medicine. Nº12, pp:281-289.

Magalhães, J.; Oliveira, j.; Ascensão, A. & Soares, J. (2001). Avaliação Isocinética da Força Muscular de Atletas em Função do Desporto Praticado, Idade, Sexo e Posições Específicas. (Ed). Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto. Revista Portuguesa de Ciências do Desporto. Vol 1, nº2, pp:13-21.

Malina, R.; Bouchard, C.; Bar-Or, O. (2004). *Growth, Maturation, and Physical Activity.* Second Edition. United Kingdom. Human Kinetics.

Malinzak, R.; Colby, S; Kirkendall, D. & Garrett, W. (1999). *Electromyograph and 3- dimensional kinematic analysis of cutting maneuvers in men and women: Implications for Anterior cruciate ligament injury.* American Academy of Orthopaedic Surgery 66th annual meeting proceedings, abstract.

Malinzak, R; Colby, S; Kirkendall, D; Yu, B. & Garrett, W. (2001). *A Comparison of Knee Motion Patterns Between Men and Women in Slected Athletics Tasks.* Clinical Biomechanics. Vol16, pp: 438-445.

Marques, A. (1983). *Direccção da Evolução do Andebol de Alto Nível da Década de 70.* in Setemetros nº 4, pp: 34-41.

Martini, K. (1980). *O Andebol, Técnica/Táctica/Metodologia.* Colecção "Desporto". Publicações Europa – América. Lisboa.

Massada, J. (1987). *Lesões de sobrecarga no Desporto.* Editorial Caminho. Lisboa.

Massada, J. (2001). *A Lateralidade Anatômica e Biomecânica. Sua Repercussão na Morfológica e na Patologia Traumática do Esqueleto Axial e Apendicular do Atleta – Estudo efectuado em 1859 atletas adolescentes do sexo masculino, praticantes de Andebol, Basquetebol, Futebol e Voleibol.* Porto: J. Massada. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Massada, J. (2003). *Lesões no Desporto – Perfil traumatológico do jovem atleta português.* Coleção Desporto e Tempos Livres. Lisboa.

Mayo, C. (2000). *Problemática de la Enseñanza de los Deportes de Colaboración/Oposición: El Balonmano.* Universitat de Valencia. IV Seminário Internacional de Leiria – Andebol Top.

Mclean, S.; Lipfert, S. & Bogert, A. (2004). *Effects of Gender and Defensive Opponent on the Biomechanics of Sidestep Cutting.* Cleveland: Medicine & Science in Sports & Exercise. pp: 1008-1015.

Mclean, S.; Neal, R.; Myerst, P. & Walters, M. (1999). *Knee Joint Kinematics During Sidestep Cutting Maneuver: Potencial for Injury in Women.* Medicine & Science in Sports & Exercise. Nº 31, pp: 958-968.

Meeuwisse, W. (1994). *Assessing Causation in Sport Injury: a multifactorial Model.* *Clinical Journal of Sport Medicine* nº4, pp:166-170.

Mickelborough, J.; Linden, M.L.; Tallis, R.C. & Ennos, A.R. (2004). Muscle activity during gait initiation in normal elderly people. *Gait and Posture*, 19, 50-57.

Miralles, R. & Puig, M. (1998). *Rodilla.* In *Biomecánica Clínica Del Aparato Locomotor.* Rodrigo, M.; & Misericordia, C. (ed). Masson,SA.

Moreno, C. (2001). *Análisis de los Parámetros Espacio y Tiempo en el Fútbol Sala. La Distância Recorrida, el Ritmo y Dirección del Desplazamiento del Jugador Durante un Encuentro de Competición: los Casos de J. Gay (defensa), C. Marrero (cierre), J. Beto (pivote), J. Limones (ala) y J. Clavería (portero).* Apunts, nº65, pp:32-44.

Moreno, J. (1994). *Fundamentos del Esporte: Análisis de las Estructuras del Juego Deportivo.* INDE. Barcelona.

Mortágua, L. (1999). *Modelo de jogo ofensivo em Andebol. Estudo da organização da fase ofensiva em equipas seniores masculinas de alto rendimento portuguesas.* Porto: L. Mortágua. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Moutinho, C. (1994). *A Estrutura Funcional do Voleibol.* in O Ensino dos Jogos Desportivos: Graça, A. & Oliveira, J. (eds). pp 141-156. FCDEF-UP. Porto.

Moya, F. (1998). *El Concepto de Táctica Individual en los Deportes Colectivos.* Apunts, nº51, pp: 16-22.

Myklebust, G; Maehlum, S; Engebretsen, L; Strand, T. & Solheim, E. (1997). *Registration of cruciate ligament injuries in Norwegian top level team Handball. A prospective study covering two seasons.* Denmark: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. Vol, 7, pp: 289-292.

Myklebust, G; Maehlum, S; Holm, S. & Bahr, R. (1998). *Prospective Cohort Study of Anterior Cruciate Ligament Injuries in Elite Norwegian team Handball.* Denmark: Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports. Vol, 8, pp: 149-153.

Neptune, R.; Wright, I. & Bogert, A. (1998). *Muscle Coordination and Function During Cutting Movements*. Calgary: Medicine & Science in Sports & Exercise. pp: 294-302.

Noronha, J. (2000). *Ligamento Cruzado Anterior*. Edição do Autor.

Oliveira, A. (1996). O Guarda Redes de Andebol – Um estudo exploratório das suas características e eficiência nos remates de 1ª linha e de ponta. Porto: A. Oliveira. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Oliveira, F. (1995). *Ensinar o Andebol*. Campo das Letras editores, S.A. Porto.

Olson, O.; Myklebust, G.; Engbratsen, L. & Bahr, R. (2004). *Injury Mechanisms for Anterior Cruciate Ligament Injuries in Team Handball – A Systematic Video Analysis*. USA: The American Journal of Sports Medicine. Vol 32, nº4, pp: 1002 – 1011.

Palastanga, N.; Field, D. & Soames, R. (2000). *Anatomia y Movimiento Humano: Estructura y Funcionamiento*. Editorial Paidotribo.

Parkkari, J.; Kujala, U. & Kannus, P. (2001). *Is it Possible to Prevent Sports Injuries? Review of Controlled Clinical Trials and Recommendations for Future Work*. Sports Medicine. vol31, nº14, pp:985-995.

Parlebas, P. (1981). *Contribution à un lexique commenté en science de l'action motrice*. Publication I.N.S.E.P. Paris.

Pedrosa, (2000). *Programa de lesões no desporto*. [Consult. Em 15 Fevereiro 2007]. Disponível em www.prof2000.pt/users/pedrosa/ccdi/tpfinal/lesão.

Pettitt, R. & Bryson, E. (2002). *Training for Women's Basqueteball: A Biomechanical Emphasis for Preventing Anterior cruciate ligament injuries.* Strength and Conditioning Journal. Vol 24, nº5, pp: 20-29.

Pina, J. (2000). *Anatomia Humana da Locomoção. 3ª Edição. Lidel – Edições Técnicas.*

Prudente, J. (2000). *A Concretização do Ataque no Andebol Português de Alto Nível em Superioridade Numérica de 6x5.* Madeira J. Prudente. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade da Madeira.

Roman, J. (1999). *Reflexiones y tendencias del balonmano a partir de Egipto'99.* In Área de Balonmano. nº 12.

Rozzi, S. et al (1999). *Knee Joint Laxity and Neuromuscular Characteristics of Male and Female Soccer and Basqueteball Players.* USA: The American Journal of Sports Medicine, Vol. 27, nº3, pp: 312-319.

Ryder, S.; Johnson, R.; Beynnon, B. & Ettlinger, C. (1997). *Prevention of ACL Injuries.* Journal of Sports Rehabilitation. nº6, pp: 80-96.

Sanchez, F. (1991). *Análisis del contenido del jogo.* In Balonmano. pp 30-162. Comité Olímpico Español (ed.). Madrid.

Santos, L. (2004). *Tendências Evolutivas do Jogo de Andebol: Estudo centrado na análise da performance táctica de equipas finalistas em Campeonatos do Mundo e Jogos Olímpicos.* Porto: L. Santos. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Saraiva, E. (1980). *Metodologia do Treino Desportivo.* In Ludens. 1

Seabra, A. (2003). *Lesões no Andebol Feminino Português – Um estudo no Campeonato Nacional da Primeira Divisão – Seniores Femininos*. Porto: A. Seabra. Monografia apresentada no âmbito da disciplina de Seminário – 5º ano da Licenciatura em Desporto e Educação Física à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Seco, J. (2006). *The beginnings of the XXI century: evolution and tendencies of the game*. Revista digital desportiva nº2, pp: 3-20. em <http://www.e-balonmano.com>

Seil, R.; Rupp, S.; Tempelhof, S. & Kohn, D. (1998). *Sports injuries in Team Handball: a one Year Prospective Study of Sixteen Men's Senior Teams of a Superior Nonprofessional Level*. American Journal of Sports Medicine. Vol 26, nº5, pp: 681-687.

Shea, E.; Apel, P. & Pfeiffer, P. (2003). *Anterior cruciate ligament injuries in Paediatric and Adolescent Patients – A Review of Basic Science and Clinical Research*. Sports Medicine nº33 (6), pp: 455-471.

Silva, A. (1993). *Caracterização do jogo ofensivo no Andebol*. Porto: A. Silva. Dissertação de Doutoramento apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Silva, A. (2004). *Padrões de Jogo no Processo Ofensivo em Futebol de Alto Rendimento: Análise dos Jogos da Segunda Fase do Campeonato do Mundo Coreia-Japão 2002*. Tese de Mestrado. Universidade Autónoma de Madrid.

Sims, K. & Brauer, S.. (2000). *A rapid upward step challenges medio-lateral postural stability*. Gait and Posture, nº 12, pp:217-224.

Slauterbeck, J. & Hardy, D. (2001). *Sex Hormones and Knee Ligament Injuries in Female Athletes*. USA: American Journal Medicine and Science. nº 322, pp: 196-199.

Smith, L.; Weiss, E. & Lehmkuh, L. (1997). *Cinesiologia Clínica de Brunnstrom*. Quinta edição. Editora Manole.

Sousa, R. (2000). *Modelação do processo defensivo em Andebol – Estudo em equipas de Alto Rendimento Seniores Masculinos*. Porto: R. Sousa. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Strand, T; Tvedte, R; Engebretsen, L. & Tegnander, A. (1990). *Anterior cruciate ligament injuries in Team Handball*. Norwegian Medical Association nº8, pp:45 -48.

Taimela, S.; Kujala, U. & Osterman, K. (1990). *Intrinsic Risk Factors and Athletics Injuries*. Sports Medicine. nº9, pp:205-215.

Teixeira, J. (1998). *Caracterização da Acção Ofensiva do Jogador Central de Andebol. Estudo Descritivo em Jogadores de Alto Rendimento Nacional*. Porto: J. Teixeira. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Teoduresco, L. (1984). *Problemas de Teoria e Metodologia nos Desportos Colectivos*. Colecção Horizonte de Cultura Física. Livros Horizonte. Lisboa.

Thompson, C. & Floyd, R. (1996). *Manual de Kinesiología Estructural*. Editorial Paidotribo.

Veludo, V. (2004). *Uma praga chamada rotura de ligamentos*. Jornal de Notícias, 7/1:pp2.

Vilaça, P. (2001). *Estudo do Processo Ofensivo em Desigualdade numérica em equipas de Andebol Seniores Masculinas Portuguesas de Alto Rendimento* Porto: P. Vilaça. Dissertação de Mestrado apresentada à Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física da Universidade do Porto.

Westing, S; Cresswell, A. & Thorstensson, A. (1991). *Muscle Activation Durring Maximal Volontary Eccentric and Concentric Knee Extension* . European Journal of Applied Physiology . Vol 31, pp:104-108.

Weineck, J. (1998). *La Anatomía Deportiva*. Editorial Paidotribo.

Wojtys, E.; Ashton-Miller, J. & Huston, L. (2002). *A gender-Related Difference in the Contribution of the Knee Musculature to Sagital-Plane Shear Stiffness in Subjects With Similar Knee Laxity*. Journal of Bone and Joint Surgery, Incorporated. pp: 10-16.

Zeller, B; McCrory, J; Ford, K; Kibler, W. & Timothy, L. (2003). *Differences in Kinematics and Electromyographic Activity Between Men and Women During the Single-Legged Squat* . American Journal of Sports Medicine. Vol 31, nº3, pp:449-456.

Questionário

Estimada Jogadora:

O presente questionário é um instrumento de trabalho elaborado para um estudo acerca da mudança de direcção das andebolistas.

Este estudo será realizado no âmbito da investigação para a obtenção do grau de Mestre em Treino de Alto Rendimento Desportivo, sob orientação do Professor Doutor João Paulo Villas-Boas.

Todos os dados fornecidos serão tratados dentro da ética científica e a confidencialidade será garantida.

A sua colaboração é imprescindível, muito obrigada.

1. IDENTIFICAÇÃO																																	
DATA DE PREENCHIMENTO: / / 																																	
1. Nome: 																																	
2. Data de nascimento:																																	
3. TLF/TLM:																																	
4. E-mail: _____																																	
5. Peso (Kg): Altura (cm): 																																	
6. Mão dominante: Direita Esquerda Ambas 																																	
7. Clube actual:																																	
2. CURRÍCULUM DESPORTIVO																																	
ANDEBOL	1. Prática de Andebol: <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 5px;"> <thead> <tr> <th style="width: 60%;"></th> <th style="width: 20%;">Idade de iniciação</th> <th style="width: 20%;">Número de anos</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;">Desporto escolar</td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">Federado</td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>																									Idade de iniciação	Número de anos	Desporto escolar			Federado		
		Idade de iniciação	Número de anos																														
	Desporto escolar																																
	Federado																																
	2. Clubes que representou: Clube _____ nas épocas _____ Clube _____ nas épocas _____ Clube _____ nas épocas _____ Clube _____ nas épocas _____																																
	3. Selecção: Regional Nacional 																																
	Regional nas épocas _____																																
	Nacional nas épocas _____																																

OUTRAS MODALIDADES	4. Prática de outras modalidades a nível federado: Modalidade _____ nas épocas _____ Modalidade _____ nas épocas _____
-----------------------	---

3. ÉPOCA DESPORTIVA 2005/2006

1. Clube que representa:

2. Escalão (s) onde joga:

Juvenil		Júnior		Sénior	
---------	--	--------	--	--------	--

3. Função (s) que geralmente desempenha, (Ataque e Defesa):

Lateral esquerdo	A	D
Central / Defesa avançado	A	D
Lateral direito	A	D

4. Número médio de jogos oficiais que efectuou a época passada, no seu clube:

Regionais	
Nacionais	
Internacionais	

5. Se jogou na Selecção, número médio de jogos oficiais que efectuou na época passada:

Regionais	
Nacionais	
Internacionais	

6. Tempo que em média jogou por jogo (Clube / Selecção):

45 a 60 minutos	C	S
30 a 44 minutos	C	S
15 a 29 minutos	C	S
Menos de 15 minutos	C	S

7. Carga de treino semanal (em média; Clube / Selecção):

	Clube	Selecção
Pavilhão	Número de treinos	
	Total de horas	
Musculação (trabalho com máquinas e/ou pesos livres)	Número de treinos	
	Total de horas	

8. Realiza trabalho de alongamentos:

Sempre		Algumas vezes		Nunca	
--------	--	---------------	--	-------	--

DECLARAÇÃO DE CONSENTIMENTO INFORMADO

Titulo do Projecto: Estudo cinemático, dinâmico e electromiográfico dos membros inferiores da andebolista, durante o movimento de mudança de direcção nos diferentes escalões competitivos.

Por favor, leia atentamente a Declaração de Consentimento antes de decidir participar no estudo.

Objectivo do Estudo: Observar e comparar os parâmetros cinemáticos, dinâmicos e electromiográficos dos membros inferiores durante a execução do movimento de mudança de direcção ao longo dos diferentes escalões etários.

Local das Avaliações : Pavilhão Gimnodesportivo da Faculdade de Desporto – Universidade do Porto.

Procedimentos: Antes de se iniciarem as avaliações propriamente ditas, as jogadoras preencherão um questionário, após o qual serão preparadas (colocação de marcadores e do acelerómetro) para a recolha de dados cinemáticos. Realizaremos, depois, a recolha de dados para a nossa pesquisa, na qual as jogadoras executarão 6 movimentos de mudança de direcção(dir/esq), com apoio numa plataforma de forças. Os procedimentos em questão não implicam quaisquer riscos acrescidos conhecidos para a integridade dos sujeitos.

Confidencialidade: Será garantida a confidencialidade de toda a informação recolhida. A cada sujeito será atribuído um código (número); quando o estudo terminar e os dados forem analisados, a lista de códigos com a identificação das atletas será destruída. Os dados recolhidos poderão vir a ser utilizados em estudos futuros, mas nunca contendo qualquer informação de identificação pessoal dos sujeitos. O nome da jogadora não será usado em qualquer relatório relacionado com este estudo.

Participação Voluntária: A participação nesta investigação é absolutamente voluntária. A jogadora pode cessar a sua participação no estudo a qualquer momento, sem qualquer tipo de penalização. Se esta pretender abandonar o estudo deve, apenas, informar o investigador dessa intenção e as avaliações terminam imediatamente.

Investigadores: Sílvia Fernandes, mestranda, Prof. Dr João Paulo Vilas-Boas, docente e Engenheiro Pedro Gonçalves, pertencentes à Faculdade de Desporto – Universidade do Porto.

Contacto em caso de dúvidas acerca do estudo: Sílvia Fernandes (918417159)

Declaração

A jogadora (nome) _____
declara que leu e entendeu esta **Declaração de Consentimento Informado** e que aceita participar no estudo descrito nesta declaração.

Opcional: Permito que os dados recolhidos sejam facultados ao _____ (treinador) mediante solicitação _____ (sim/não)

Jogadora com idade inferior a 18 anos:

A validade deste consentimento expira quando a jogadora atinge os 18 anos.

Assinatura da Jogadora: _____ Data: __/__/____

*Assinatura do Enc. de Educação: _____ Data: __/__/____

* Confirmo que tenho autoridade legal para assinar esta declaração em nome da Jogadora menor.

A Jogadora e/ou Encarregado de Educação receberá uma cópia desta Declaração