



O REMATE DE BOLA PARADA EM FUTEBOL

Contributo para o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia relativa ao estudo dos princípios de utilização do pé no contacto com a bola.

Análise cinemática preliminar do remate.

António Jorge de Oliveira Rodrigues
Setembro de 2014



O REMATE DE BOLA PARADA EM FUTEBOL

Contributo para o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia relativa ao estudo dos princípios de utilização do pé no contacto com a bola.

Análise cinemática preliminar do remate.

Dissertação apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto, no âmbito do curso do 2º ciclo de Estudos conducente à obtenção do Mestrado em Desporto para Crianças e Jovens, de acordo com o Decreto Lei nº 74/2006 de 24 de Março

Orientador: Professor Doutor Leandro Machado

Co-orientador: Professor Doutor Júlio Garganta

António Jorge de Oliveira Rodrigues
Setembro de 2014

Ficha de catalogação

Rodrigues, J. (2014). O REMATE DE BOLA PARADA EM FUTEBOL – Contributo para o desenvolvimento e aplicação de uma metodologia relativa ao estudo dos princípios de utilização do pé no contacto com a bola. Análise cinemática preliminar do remate. Porto: J. Rodrigues: Dissertação de Mestrado para obtenção do grau de Mestre em Desporto para Crianças e Jovens, apresentada à Faculdade de Desporto da Universidade do Porto.

Palavras-chave: REMATE; REMATE EM FUTEBOL; REMATE DE BOLA PARADA; REMATE DE PRECISÃO; ESTUDO DO REMATE.

DEDICATÓRIA:

Este trabalho é especialmente dedicado à mulher da minha juventude Gracinda Maria aos nossos queridos filhos Álvaro Jorge e Zé Pedro à memória dos meus pais Raúl Rodrigues e Tereza Oliveira, aos meus sogros Álvaro Vasconcelos e Mariana Peixoto, aos meus irmãos, João, Lolinha, Ana Maria, Sãozinha, Lilo, Amadeu, Patrícia e à Quinhas e aos meus amigos da Geração d'ouro.

“No princípio era o Verbo e o Verbo estava com Deus e o Verbo era Deus, por ele todas as coisas foram feitas, sem ele nada do que foi feito se fez” (in biblia, João 1:1-4)

Agradecimentos

Agradeço o apoio da Diretora do Curso Professora Doutora Isabel Mesquita que de forma inusitada um ano antes, sem me conhecer de lado algum, através de um e-mail, me estimulou a inscrever neste mestrado, ao Professor Doutor Amândio Graça absolutamente decisivo na seleção do tema, ao Professor Doutor João Paulo Vilas-Boas por me ter incendiado o espírito em torno das questões fundamentais da tese, ao professor Doutor Leandro Machado pela sua disponibilidade, rigor e por tornar as minhas tarefas no LABIOMEPE possíveis, ao Professor Doutor Júlio Garganta por acreditar no meu projecto aos Eng^o Pedro Fonseca e Sara Morais por auxiliarem nas tarefas do Labiomepe, aos atletas Álvaro Rodrigues, Pedro Gonçalves, Sérgio Anton, Mark Huluskiwc e João Fernandes, da equipa de Juvenis do Campeonato Nacional do SC de Braga, por se terem disponibilizado nas recolhas, ao seu treinador Professor Luis Cerqueira e ao Coordenador Professor Agostinho Oliveira, por terem autorizado a participação dos seus atletas neste processo, ao aluno de mestrado da faculdade Fábio Ferreira, que sempre demonstrou uma grande disponibilidade para ajudar, assim como os seus colegas de curso, Leonardo Santos e Diego Espinosa, ao amigo e professor João Carlos Taveira, à Miss Chatchadaporn Pitaksathienkul, do Departamento de Educação Física do Ministério Tailandês do Turismo e do Desporto, por ter colaborado na realização e organização dos dados da primeira recolha, aos meus filhos, Álvaro Jorge e José Pedro, no seu papel de jogadores, ao meu sobrinho Jota, pelas mesmas razões e por último um agradecimento muito especial ao meu irmão Raúl Rodrigues, conhecido entre os amigos por Lilo, por ter colaborado, com o seu entusiasmo e alegria, que o caracterizam, na fase final deste trabalho ao nível da estatística.

Resumo

Pretende-se com este trabalho, contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia de estudo do mecanismo de precisão no remate de bola parada, e fazer uma análise cinemática preliminar do remate dando particular atenção aos valores de posição do pé no momento do impacto.

Os dados para a pesquisa foram recolhidos no Laboratório de Biomecânica da Universidade do Porto – LABIOMEF. Foram utilizadas 12 cameras de infra-vermelhos, de alta velocidade, para a recolha de dados, a 300 Hz de frequência de aquisição. Participaram na amostra 5 jovens atletas, experientes, com 17 anos de idade e 10 de experiência no futebol, atuando no campeonato nacional no escalão de juvenis. Realizaram 100 remates, da mesma coordenada para o mesmo alvo. Dos 100 remates foram analisados os 80 remates certos. No pé da perna de impacto foi aplicada uma película autocolante com tinta para aferir o local do impacto do pé na bola. Após cada remate a bola foi fotografada. O alvo foi colocado à distância de 4,70 m, à altura de 0,90 m e 0,5 m da lateral da posição da bola, e o seu diâmetro era de 0,30 m.

Para a análise estatística dos resultados utilizou-se a ANOVA a um fator, com o teste post hoc HSD de Tukey. Para a construção gráfica, utilizou-se o programa Excel 2010 e para a análise estatística dos resultados utilizou-se o SPSS Ver. 20.

Os resultados encontrados revelam diferenças estatisticamente significativas no que respeita ao comportamento do pé, associados a diferenças mínimas dos valores de posição que poderão afetar o mecanismo de precisão no remate.

Ao nível das conclusões foram obtidas informações que mostram diferenças estatisticamente significativas para os valores de posição no momento do impacto, pelo que se pode depreender que a precisão do remate certo está associada a pequenas variações da posição do pé, no momento do impacto, inerente ao ponto de aplicação da força.

Palavras-chave: REMATE; REMATE EM FUTEBOL; REMATE DE BOLA PARADA; REMATE DE PRECISÃO; ESTUDO DO REMATE.

Abstract

The aim of this work is to contribute to the development of a methodology for the study of the free kick accuracy in soccer and to perform a preliminary kinematic assessment of the position values of the foot at the moment of impact.

Data collection took place at the Biomechanics Laboratory of the University of Porto – LABIOMEPE. For that purpose were used 12 high speed infrared cameras, at 300 Hz of acquisition frequency. Five young experienced athletes participated in the study, all with 17 years of age and 10 of experience in football, acting in the national championship in the age group of juveniles. They performed a total of 100 kicks, from the same position to the same target; of these were analysed the 80 hitting the target. In the impact foot was applied one adhesive film with ink to determine the impact site on the ball. After each kick the ball was photographed. The target was placed at a distance of 4.70 m and a height of 0.90 m and laterally 0,5 m, and its diameter was 0,30 m.

The statistical analysis consisted of one factor ANOVA, with Tukey HSD post hoc test. For the graphic construction, we used the Excel 2010 program and the statistical analysis used the SPSS Ver. 20.

The results showed statistically significant differences in the behavior of the foot, associated with minimal differences of position values that may affect the mechanism of accuracy in shooting.

As a conclusion, we obtain information reporting statistically significant differences for position values at the moment of impact indicating that the precision of the kick accuracy is associated with small variations of the position of the foot, at the moment of impact on the point of force application.

Keywords: KICK; SOCCER KICK; STATIONARY BALL KICK; ACCURACY KICK; KICK STUDY.

ÍNDICE GERAL

1.	<u>INTRODUÇÃO</u>	1
2.	<u>REVISÃO DA LITERATURA</u>	3
2.1.	DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE REMATE	4
2.1.1.	SIGNIFICADO DA PALAVRA “REMATE”	4
2.1.2.	O REMATE E SEU SIGNIFICADO NO FUTEBOL	5
2.2.	A DIFERENCIAÇÃO DO REMATE	6
2.2.1.	DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À BALIZA	6
2.2.2.	DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DA ZONA DE REMATE	8
2.2.3.	DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DO PÉ UTILIZADO.....	9
2.2.4.	DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DA FORÇA DE IMPACTO.....	10
2.2.5.	A VARIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES POSIÇÕES DO PÉ NO MOMENTO DE IMPACTO	13
2.2.6.	PARA A VARIÁVEL “SENTIDO”	15
2.2.7.	VARIÁVEL PONTO DE APLICAÇÃO - “IMPACTO”	15
2.2.8.	OS REMATES COM IMPACTO AO CENTRO	17
2.3.	O REMATE E O IMPULSO	18
2.3.1.	AS COLISÕES.....	18
2.3.2.	O IMPACTO NA BOLA.....	18
2.3.3.	O IMPULSO E A 2ª LEI DE NEWTON	19
2.3.4.	IDENTIFICAR A DIREÇÃO DA FORÇA APLICADA.....	20
2.3.5.	OBSERVAR A TRAJETÓRIA DA BOLA	20
2.3.6.	RELACIONAR A DIREÇÃO DA FORÇA APLICADA NO IMPACTO COM A TRAJETÓRIA DA BOLA.....	21
2.4.	A ANATOMIA DA BOLA	24
2.4.1.	OS PLANOS PRINCIPAIS	24
2.4.2.	OS EIXOS	27
2.4.3.	AS LINHAS DA BOLA	28
2.4.4.	A BOLA EM PÉ.....	31

2.5.	ANATOMIA DO PÉ.....	32
2.5.1.	O PÉ	33
2.6.	A PROBLEMATIZAÇÃO	37
2.6.1.	AS PRINCIPAIS ORIENTAÇÕES DA PESQUISA	37
2.6.2.	O PROBLEMA.....	38
3.	<u>OBJETIVOS E HIPÓTESES</u>	39
3.1.	OBJETIVOS.....	39
3.1.1.	OBJETIVOS GERAIS	39
3.1.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	40
3.1.3.	HIPÓTESES	40
4.	<u>MATERIAL E MÉTODOS</u>	41
4.1.1.	MEDIDAS DA BOLA	42
4.1.2.	PREPARAÇÃO DO LABORATÓRIO	44
4.1.3.	VARIÁVEIS DE CONTEXTO	46
4.1.4.	OBSERVAÇÃO	49
4.1.5.	PROTOCOLO DE REALIZAÇÃO DOS REMATES	51
4.1.6.	SÉRIES DE REMATES	53
4.1.7.	SELEÇÃO DOS REMATES	54
4.1.8.	EDIÇÃO DE DADOS	54
5.	<u>RESULTADOS</u>	57
5.1.	MEDIDAS DOS ATLETAS	57
5.2.	VALOR DA COORDENADA DE POSIÇÃO PARA A BOLA.....	57
5.3.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS REMATES CERTEIROS	57
5.4.	VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS XX' - MOMENTO DE IMPACTO	58
5.4.1.	ANÁLISE DE RESULTADOS	59
5.5.	VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS YY' - MOMENTO DE IMPACTO	62
5.5.1.	ANÁLISE DE RESULTADOS	62

5.6.	VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS ZZ' - MOMENTO DE IMPACTO	66
5.6.1.	ANÁLISE DE RESULTADOS	66
5.7.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA POSIÇÃO RELATIVA DOS MARCADORES DO PÉ AO PONTO CENTRAL DA BOLA NO PLANO SAGITAL DA BOLA EM PÉ NA SUA METADE POSTERIOR - MOMENTO DE IMPACTO	70
5.7.1.	ANÁLISE DA POSIÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM XX'	70
5.7.2.	ANÁLISE DA APROXIMAÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM YY'	72
5.7.3.	ANÁLISE DA APROXIMAÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM ZZ'	74
5.7.4.	VALORES MÉDIOS DAS DIFERENÇAS DOS VALORES DE POSIÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM RELAÇÃO AO PONTO CENTRAL DA BOLA EM PÉ NA PARTE POSTERIOR NOS EIXOS DOS XX', YY' E ZZ''	76
5.8.	POSIÇÃO DO PÉ (2º METATARSO – CALCÂNEO) NO MOMENTO DO IMPACTO.....	76
5.8.1.	PLANO TRANSVERSO	76
5.8.2.	PLANO SAGITAL.....	77
5.8.3.	PLANO FRONTAL	78
5.9.	ANÁLISE DOS RESULTADOS DA MARCA DE IMPACTO DO PÉ NA BOLA – MOMENTO DO IMPACTO	79
6.	<u>DISCUSSÃO</u>	81
7.	<u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS</u>	84
8.	<u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	86
9.	<u>ANEXOS.....</u>	I

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Modelo de interação do pé com a bola (Shinkai et al., 2009)	3
Figura 2 – Os alvos da baliza.	7
Figura 3 – A zona frontal à baliza	8
Figura 4 - As zonas laterais do terreno de jogo.....	9
Figura 5 - Direções da força.....	10
Figura 6 - Forças horizontais	11
Figura 7 – A deformação causada por forças horizontais	11
Figura 8 - Aplicação de uma força com direção horizontal de fraca intensidade	12
Figura 9 - As forças diagonais	13
Figura 10 - Aplicação de força com direção vertical	13
Figura 11 - Impacto com o pé na horizontal	15
Figura 12 - O impacto do pé na bola.	16
Figura 13 – Modelo imaginário da bola como esfera de teclas.	16
Figura 14 - Direção da força com impacto ao centro, e cauda do vetor.....	17
Figura 15 - Causa e consequência associada ao remate	20
Figura 16 – Esquema do remate e trajetória da bola.....	21
Figura 17 – Trajetórias possíveis para o movimento de projétil, estando também representado a trajetória virtual (linha pontuada vermelha).....	22
Figura 18 - O plano frontal da bola	25
Figura 19 - As secções da bola na metade posterior	26
Figura 20 - O plano transversal da bola.	26
Figura 21 – O plano sagital.....	27
Figura 22 - Os eixos da bola.....	27
Figura 23 – As linhas da bola em pé.....	28
Figura 24 - Projeção das linhas no espaço de jogo. a) – Linha da bola, eixo dos XX'; b) – Linha da bola, eixo dos YY'; c) – interseção do plano anatómico sagital com o plano do solo; d) – Trajetória virtual; e) – Trajetória real; f) – Quadrante posterior direito; f1) – Quadrante posterior esquerdo; f3) – Quadrante anterior direito; f4) – Quadrante anterior esquerdo.	29
Figura 25 – Os quadrantes: QPD – Quadrante posterior direito; QPE – Quadrante posterior esquerdo; QAD – Quadrante anterior direito; QAE – Quadrante anterior esquerdo.	30
Figura 26 - Trajetória virtual.....	31

Figura 27 - Ponto de reflexão do alvo na parte posterior da bola. a) – Linha da bola, eixo dos XX’; b) Trajetória virtual; c) – Altura do ponto de impacto virtual; e) – Estrutura em T; f) – Centro geométrico (centro de massa, dentro da bola).....	31
Figura 28 - A bola em pé – a) Linha do plano transverso; b) raio da bola; c) solo; d) marcas auxiliares.....	32
Figura 29 - O pé em diferentes posições de impacto com a bola.....	32
Figura 30 – As divisões do pé. Adaptado de Rice University, (2014).	34
Figura 31 - Os planos do pé. Adaptado de (UFSC, 2004).....	35
Figura 32 - A dorsiflexão e a flexão plantar. Adaptado de (UFSC, 2004)	35
Figura 33 - A eversão e a inversão plantar. Adaptado de (UFSC, 2004).....	36
Figura 34 - Adução e a abdução. Adaptado de (UFSC, 2004).....	36
Figura 35 - O centro de massa.....	42
Figura 36 – Esquema de aplicação dos marcadores	43
Figura 37 – Aplicação dos marcadores. Vista posterior (a) e anterior (b)	43
Figura 38 – Alguns componentes do Qualisys Track Manager (QTM)	44
Figura 39 - Volume delimitado pelas câmaras de infravermelhos.....	45
Figura 40 - Volume calibrado	45
Figura 41 – Posicionar a bola em pé – identificadores de altura	46
Figura 42 - Trajetória virtual. a) – Linha da bola, eixo dos YY’; b) – linha da bola, eixo dos XX’; c) – Projecção da linha do plano anatómico sagital; d) – Trajetória virtual; e) – Altura do centro do alvo; f) – Quadrante anterior Esquerdo; g) – Quadrante anterior direito; h) – Quadrante posterior esquerdo; i) – Quadrante posterior direito.	47
Figura 43 - Momentos que antecedem o impacto.....	47
Figura 44 - Marca do impacto	48
Figura 45 - Aplicação da marca, adaptado de (UFSC, 2004)	48
Figura 46 - Registo da marca de impacto da porção do pé na bola.....	49
Figura 47 - Porção do pé que atinge a bola.....	49
Figura 48 - Impacto verticalizado	50
Figura 49 - Impacto horizontal	51
Figura 50 - Momento da intersecção com a "cauda" do vetor virtual.	52
Figura 51 – Etapas da realização do remate. A – Atleta sobre a bola, 1ª avaliação. B - Identificação com o pé da linha que atravessa o alvo. C - Início do deslocamento à retaguarda. D - Em posição para o remate.....	52

Figura 52 - Sequência de apoios até ao impacto	54
Figura 53 - Precisão alcançada	58
Figura 54 - Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o segundo metatarso, no momento do impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	59
Figura 55 - Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o quinto metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	60
Figura 56 – Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	61
Figura 57 –Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o tornozelo (maléolo lateral), no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	61
Figura 58 - Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o joelho (epicôndilo lateral), no momento do impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	62
Figura 59 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o segundo metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	63
Figura 60 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o quinto metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	64
Figura 61 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	64
Figura 62 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o Maléolo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	65
Figura 63 Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o epicôndilo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	66

Figura 64 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o 2º metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	67
Figura 65 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o 5º metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	68
Figura 66 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)	68
Figura 67 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o maléolo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).....	69
Figura 68 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o epicôndilo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).	70
Figura 69- Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos XX'	71
Figura 70 -Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos XX'	72
Figura 71 - Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos YY'	73
Figura 72 - Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos YY'	74
Figura 73 - Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos ZZ'	75
Figura 74 - Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos ZZ'	75
Figura 75 - Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano transverso	77
Figura 76- Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano sagital.....	78
Figura 77 - Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano frontal	79

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro A1. 1– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o segundo metatarso direito, no impacto.....	III
Quadro A1. 2– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.....	III
Quadro A1. 3- Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.....	III
Quadro A1. 4 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o quinto metatarso direito no impacto.....	IV
Quadro A1. 5– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.....	IV
Quadro A1. 6 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.....	IV
Quadro A1. 7 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o calcâneo direito, no impacto.....	IV
Quadro A1. 8– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.....	V
Quadro A1. 9 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o maléolo direito, no impacto.	V
Quadro A1. 10– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao maléolo direito, no impacto.	V
Quadro A1. 11– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o epicôndilo lateral direito, no impacto.	VI
Quadro A1. 12 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.	VI
Quadro A1. 13 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.....	VI
Quadro A1. 14– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o grande trocânter direito, no impacto.....	VI
Quadro A1. 15 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao grande trocânter direito, no impacto.....	VII
Quadro A1. 16 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao grande trocânter direito, no impacto.....	VII

Quadro A1. 17 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para a espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.....	VII
Quadro A1. 18 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.....	VIII
Quadro A1. 19 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.....	VIII
Quadro A1. 20 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o sacro, no impacto.....	VIII
Quadro A1. 21 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao sacro, no impacto.	IX
Quadro A1. 22 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao sacro, no impacto.	IX
Quadro A1. 23 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o segundo metatarso direito, no impacto.....	IX
Quadro A1. 24 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY', relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.....	X
Quadro A1. 25 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.	X
Quadro A1. 26 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o quinto metatarso direito no impacto.....	X
Quadro A1. 27 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.	XI
Quadro A1. 28 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.	XI
Quadro A1. 29 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o calcâneo direito, no impacto.....	XI
Quadro A1. 30 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.....	XII
Quadro A1. 31 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao calcâneo direito, no impacto.	XII
Quadro A1. 32 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o maléolo direito, no impacto.....	XII

Quadro A1. 33 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao maléolo direito, no impacto.	XIII
Quadro A1. 34 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao maléolo direito, no impacto.	XIII
Quadro A1. 35 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o epicôndilo lateral direito, no impacto.	XIII
Quadro A1. 36 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.	XIII
Quadro A1. 37 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.	XIV
Quadro A1. 38 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o grande trocânter direito, no impacto.	XIV
Quadro A1. 39 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao grande trocânter direito, no impacto.	XIV
Quadro A1. 40 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao grande trocânter direito, no impacto.	XV
Quadro A1. 41 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para a espinha íliaca anterior inferior direita, no impacto.	XV
Quadro A1. 42 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa à espinha íliaca anterior inferior direita, no impacto.	XV
Quadro A1. 43 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes à espinha íliaca anterior inferior direita, no impacto.	XVI
Quadro A1. 44 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o sacro, no impacto.	XVI
Quadro A1. 45 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao sacro, no impacto.	XVI
Quadro A1. 46 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao sacro, no impacto.	XVII
Quadro A1. 47 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o segundo metatarso direito, no impacto.	XVII
Quadro A1. 48 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.	XVII

Quadro A1. 49 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.	XVIII
Quadro A1. 50 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o quinto metatarso direito, no impacto	XVIII
Quadro A1. 51 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.	XVIII
Quadro A1. 52 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.	XIX
Quadro A1. 53 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o calcâneo direito, no impacto.	XIX
Quadro A1. 54 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.	XIX
Quadro A1. 55 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao calcâneo direito, no impacto.	XX
Quadro A1. 56 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o maléolo direito, no impacto.	XX
Quadro A1. 57– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao maléolo direito, no impacto.	XX
Quadro A1. 58 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao maléolo direito, no impacto.	XXI
Quadro A1. 59 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o epicôndilo lateral direito, no impacto.	XXI
Quadro A1. 60 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.	XXI
Quadro A1. 61- Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.	XXII
Quadro A1. 62 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o grande trocânter direito, no impacto.	XXII
Quadro A1. 63 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao grande trocânter direito, no impacto.	XXII
Quadro A1. 64 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao grande trocânter direito, no impacto.	XXIII

Quadro A1. 65 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para a espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.....	XXIII
Quadro A1. 66 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.....	XXIII
Quadro A1. 67 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.	XXIV
Quadro A1. 68 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ' , para o sacro, no impacto.	XXIV
Quadro A1. 69 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao sacro, no impacto.	XXIV
Quadro A1. 70 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao sacro, no impacto	XXV

1. INTRODUÇÃO

O remate a partir de bola parada oferece condições vantajosas de observação por ser um momento de paragem do jogo e pela importância, crescente que tem vindo a adquirir quanto à decisão das partidas de Futebol.

A aparente simplicidade da ação, ao nível da execução e a velocidade com que ocorre, poderá levar a considerar que não existem muitas razões para um estudo aprofundado acerca desta temática. O que, de certa forma, é plausível.

O que se pode fazer ou dizer a um jogador quando este não consegue controlar e avaliar o que ocorre num período de tempo tão curto? O que é que um treinador pode dizer a um jogador, quando o *feedback* do resultado da sua ação apenas se pode observar a partir das respetivas consequências? As respostas a este tipo de questões, podem levar a atenuar a incerteza e a minimizar o erro no desempenho daquela ação típica do jogo de Futebol.

As variáveis envolvidas no remate são muitas, diversificadas e por vezes complexas: a distância da bola à baliza, a relação das coordenadas de remate com a baliza, o posicionamento dos jogadores na barreira, o posicionamento dos jogadores fora da barreira, o posicionamento do guarda-redes, o tipo e as condições do terreno de jogo, a bola, a velocidade de aproximação à mesma (Opavsky, 1988) a sua pressão, a qualidade dos seus materiais, o volume, a sua esfericidade, a resistência do ar, o escoamento do ar, a sua viscosidade (Aguir e Rubino, 2004; Pontes, 2010), as condições climatéricas, as dimensões dos segmentos anatómicas, a posição dos segmentos no espaço em relação à bola, a entrada do pé na bola, a forma como entra (Shinkaie et al., 2007), o ângulo de aproximação do atleta (Isokawa e Lees, 1988), o ângulo de ataque à bola, a posição do pé de apoio (McLean e Tumilty, 1993) a força muscular do atleta, a velocidade atingida pela bola, (Leite, 2002), a idade dos atletas (Bloomfiel et al., 1979), entre outros. Todos estes elementos influenciam de forma decisiva o remate e conseqüentemente o comportamento da bola em termos de precisão. O grande objetivo deste trabalho é contribuir para a interpretação destas questões, em particular no momento do impacto, onde se consideram os valores

de posição do pé, intimamente ligadas à questão da precisão, pouco estudadas até à data (Kellis e Katis, 2007; Sterzing, 2010).

Na primeira parte do trabalho explora-se o conceito de remate e a sua ligação com as variáveis de contexto, procura-se caracterizar os elementos associados ao conceito de *força*, enquanto grandeza vetorial e explicar a sua importância no momento do impacto. Procura-se, também, elucidar para a importância da relação que pode ser estabelecida entre os planos anatómicos e a projeção das suas linhas sobre a bola e no espaço de jogo, tendo como referenciais o local de remate e o alvo da baliza, a fim de facilitar o entendimento associado ao método para a execução do remate. Tenta-se justificar e explicar a introdução de algumas terminologias, como por exemplo, a noção de “bola em pé”, “trajetória virtual”, “reflexão do ponto de impacto”, “cauda do vetor”, “a bola uma esfera”, “as linhas da bola”, os seus eixos, seus planos e outros elementos mais, a fim de facilitar o processo de análise e a sua importância ao nível didático-metodológico.

Na parte final do trabalho são apresentadas: (1) a análise estatística dos resultados, referentes aos valores de posição das estruturas anatómicas identificados pelos marcadores, nos eixos xx' , yy' e zz' ; (2) os valores, em termos de aproximação, do 2º metatarso e do calcâneo, em relação ao ponto central da bola na sua metade posterior; (3) a análise da marca de impacto na bola impressa pelo marcador colocada sobre os cuneiformes; (4) e a percentagem de remates certos alcançada pelos atletas. A finalizar apresentam-se a discussão dos resultados, de acordo com os objetivos e hipóteses formuladas e as conclusões.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Existem vários tipos de remate no futebol, sendo o mais estudado o remate de bola parada efetuado com o peito do pé e executado à máxima velocidade (Lees & Nolan, 1997). Neste âmbito, Plagenhoef (1971) foi um dos primeiros autores a caracterizar e a descrever o remate em termos biomecânicos, tendo sido quem apresentou o Cinetograma da ilustração do remate. Porém, foi Wickstrom (1975) quem descreveu de forma mais pormenorizada esta habilidade técnica específica.

Shinkai et al. (2009), ao estudarem o remate, definiram quatro fases associadas à interação do pé com a bola. Na primeira fase, o centro de gravidade da bola move-se sem se observar o deslocamento da bola, devido apenas à deformação da bola causada pelo contacto com o pé. Na segunda fase, começa o deslocamento da bola até que a velocidade da bola supera a velocidade do pé (a qual tem vindo a diminuir devido à transferência de energia do pé para a bola). Na terceira fase, inicia-se o processo de restituição da deformação da bola e continua o decréscimo da velocidade do pé. Na quarta fase, o pé perde o contato com a bola e a aceleração da bola para também (Figura 1).

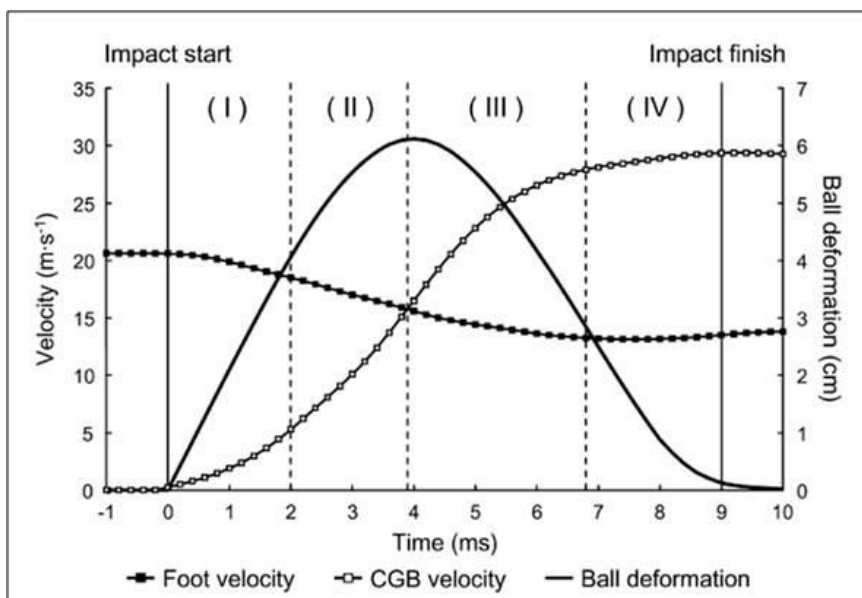


Figura 1 - Modelo de interação do pé com a bola (Shinkai et al., 2009)

São abundantes os estudos realizados a propósito do remate em Futebol (Lees e Nolan, 1998; Ismail, 2010; Juarez et al., 2011; Shinkai et al., 2008; Savelsbergh et al., 2012; Sakamoto et al., 2013). Porém, o remate de precisão tem sido o menos estudado (Kellis e Katis, 2007; Sterzing, 2010), apesar de existirem trabalhos que estudam aspetos relevantes para o remate de precisão, como por exemplo, o ponto de contacto do pé na bola e seu efeito (Shinkaie et al., 2007; Lellis e Katis, 2007).

O ponto de contato do pé com a bola é, aliás, um dos fatores que desperta maior atenção, já que alguns autores mencionam que a causa da imprecisão no remate poderá estar associada à força aplicada pelo pé (Asai et al., 2002; Carre et al., 2002; Wesson, 2002).

A precisão, entendida com referência a um determinado alvo ou baliza, é um dos fatores importantes no remate de bola parada, embora poucos estudos relatem a sua importância (Sterzing, 2010).

Rematar com precisão significa atingir um alvo de forma precisa. Finhot et al. (2002) sugerem que um método válido para medir a precisão da bola é aferir a distância mínima atingida pela bola relativamente a um alvo específico. Por seu turno, Wesson (2002) considera que se pode examinar o remate de precisão medindo a diferença entre o ângulo do remate e a direção pretendida.

2.1. DEFINIÇÃO DO CONCEITO DE REMATE

2.1.1. SIGNIFICADO DA PALAVRA “REMATE”

s.m. Última operação destinada a tornar perfeita uma obra. Conclusão, acabamento, fim, resultado, sucesso.

Ornato, embelezamento que finaliza uma peça de arquitetura ou qualquer obra.

Fig. O auge, o cúmulo, o extremo: o que ele disse é remate de insensatez. Pôr ou dar remate a ou em, concluir uma coisa, dar-lhe a última demão.

Cost. Arremate. (dicionário online de Português, 2013)

a) Sinónimos de remate

acabamento, aperfeiçoamento, aprimoramento, conclusão e retoque.

Classe gramatical. Substantivo masculino

In Dicionário online de Língua Portuguesa

b) Etimologia da palavra

De “re” + “matar”, no sentido de “acabar com um ato, finalizar o que se está fazendo, como uma compra”. (Origem da palavra – Site de etimologia, 2013)

2.1.2. O REMATE E SEU SIGNIFICADO NO FUTEBOL

O remate é toda a ação técnico-tática exercida pelo jogador sobre a bola com o objetivo de a introduzir na baliza adversária. É uma ação encadeada de movimentos, nos quais, o segmento proximal (anca) inicia o movimento, causando aos restantes segmentos distais ("coxa", "perna" e "pé"), progressivamente, uma maior aceleração no momento que precede o impacto do pé na bola (Lees e Nolan, 1998).

O remate é também descrito como um movimento motor complexo que pode ser caracterizado por seis grandezas e estágios: ângulo de aproximação, força plantar do pé, balanço do segmento de impacto, flexão do quadril e extensão do joelho, contacto do pé com a bola e “pé a acompanhar a bola” (Barfield, 1998).

Os melhores valores da eficácia mecânica e de precisão do remate são obtidos quando a velocidade de saída da bola alcança cerca de 80% da velocidade de saída máxima alcançada pelo executante numa série de remates (Bosco, 1994).

Admitimos que a precisão do remate está fortemente condicionada pela capacidade de atingir a área ideal de aplicação da força em função do respetivo alvo da baliza. O remate é, portanto, a aplicação de uma força na metade posterior da bola, num ponto de impacto específico utilizando uma das porções do pé em função de um alvo a atingir, em que a intensidade da força varia em função da distância à baliza.

2.2. A DIFERENCIAÇÃO DO REMATE

O remate pode ser diferenciado segundo vários fatores, cada um dos quais constitui um elemento importante para o seu estudo pormenorizado. A descrição abaixo apresenta como critérios de classificação: a distância, as zonas de finalização, o pé utilizado e a força aplicada.

Da bibliografia consultada, foram encontrados poucos trabalhos que façam referência à temática e aos critérios específicos abordados no presente estudo.

2.2.1. DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DA DISTÂNCIA À BALIZA

Um dos elementos de diferenciação do remate é a distância de partida da bola em relação à baliza (Lees & Nolan, 1997). A importância deste fator prende-se com o facto da distância à baliza condicionar o remate ao nível do posicionamento do atleta no momento de preparação do remate e da força a aplicar.

A distância da bola à baliza, enquanto critério de diferenciação, compreende o comprimento da componente perpendicular da posição de remate aos diferentes alvos da baliza (Figura 2, a), para remates frontais centrados com a mediana da baliza), pelo que todos os restantes alvos estarão a uma distância superior a esta distância inicial, quer pelo aumento da distância horizontal sobre a linha de baliza à esquerda ou à direita bem como pela variação em altura dos alvos, sendo que a bola pode também atingir ou entrar nos espaços intermediários entre alvos.

na baliza adversária, efetuadas a uma distância acima da linha do paralelo 11 e abaixo do 22 do sistema de coordenadas na zona frontal à baliza.

2.2.1.3. REMATE DE LONGA DISTÂNCIA

Consideram-se remates de longa distância as ações técnico-táticas exercida pelo jogador sobre a bola com o objetivo de a introduzir na baliza adversária, efetuadas a uma distância acima do paralelo 22 e abaixo do 33 do sistema de coordenadas e na zona frontal à baliza.

2.2.2. DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DA ZONA DE REMATE

2.2.2.1. A ZONA FRONTAL

A zona frontal à baliza é formada pelo conjunto de pontos entre as linhas de base da baliza projetadas longitudinalmente ao longo do campo e paralelamente às linhas laterais (Figura 3).

A zona frontal pode ser subdividida ainda em metade esquerda e metade direita.

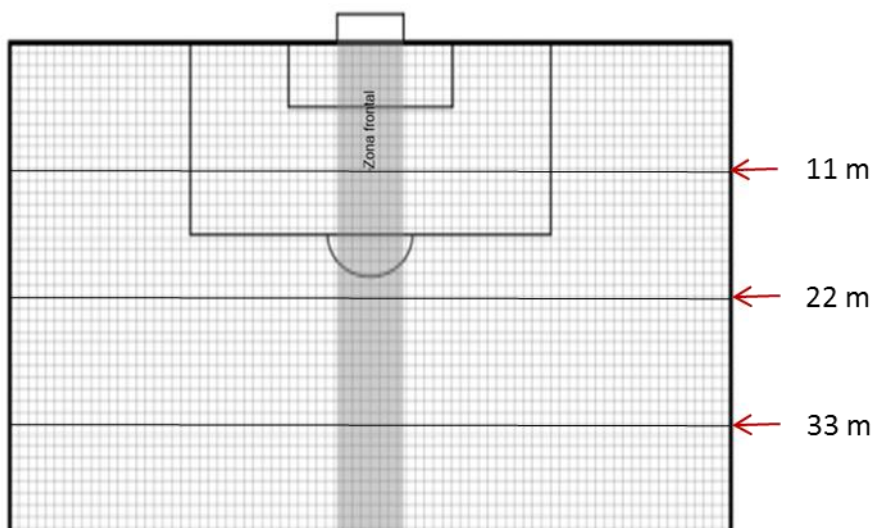


Figura 3 – A zona frontal à baliza

2.2.2.2. ZONA(S) LATERAL

As zonas laterais à baliza são formadas pelo conjunto de pontos para além da zona frontal, delimitadas no interior pelas linhas da base dos postes da baliza e no exterior pelas linhas laterais, trata-se da zona lateral esquerda e da zona lateral direita (Figura 4).

Os remates a partir das zonas laterais são geralmente mais problemáticos pelo facto de a baliza começar a “estretar” por efeito de projeção, pelo que a quantidade de alvos (em dimensões da bola) que se observam diminuir para as zonas laterais.

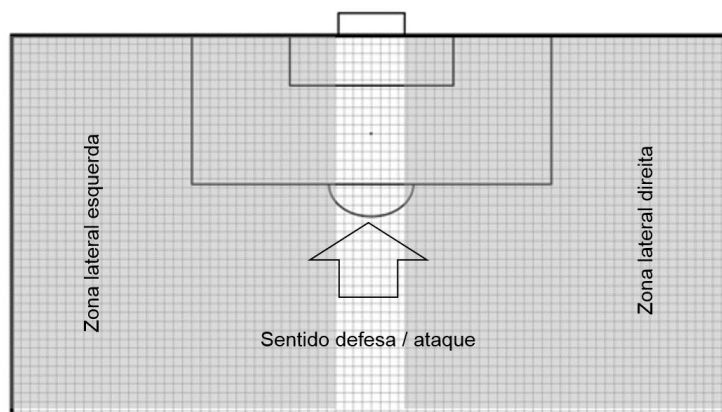


Figura 4 - As zonas laterais do terreno de jogo

2.2.3. DIFERENCIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DO PÉ UTILIZADO

A utilização de ambos os pés no remate é de importância capital para o jogador beneficiar de mais soluções quando se encontra em processo ofensivo. Um bom jogador, face às circunstâncias de momento deve ser capaz de rematar com qualquer um dos pés sem baixar o seu nível de execução.

É também importante conhecer os princípios do remate em função da zona onde ocorre, a posição de remate, a posição da bola no momento do remate em relação ao corpo do atleta e o deslocamento do atleta.

O conhecimento destes fatores condiciona os princípios do remate, que constituem pressupostos que orientam o treino de ambos os pés.

a) Forças horizontais

Neste tipo de remate a direção da força é paralela ao plano transverso (a ser definido adiante) da bola (Figura 6).

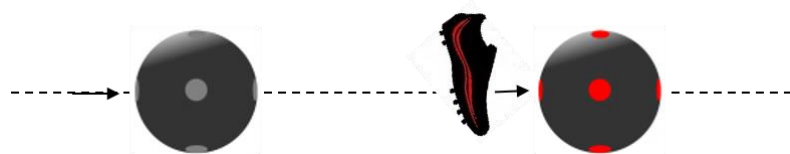


Figura 6 - Forças horizontais

O impacto é gerado à superfície, e como qualquer impacto causa a deformação da bola na direção da força (Figura 7).



Figura 7 – A deformação causada por forças horizontais

As forças horizontais sobre a bola podem ser aplicadas utilizando o pé em diferentes posições. Porém, no momento do impacto a porção do pé que atinge a bola deverá estar plana, ou seja, deverá alcançar a bola provocando uma deformação simétrica, ou o mais simétrica possível, relativamente à linha que une o centro da área de impacto com o centro da bola, a fim de ser alcançado o objetivo deste tipo de remate de direção horizontal, nomeadamente a não aquisição de movimento de rotação pela bola, pelo que a energia associada ao impacto é transformada em energia cinética de translação, não sendo distribuída entre as formas de translação e rotação.

Teoricamente e desprezando os efeitos aerodinâmicos, a realização do remate nestas condições levaria a bola (rematada ao nível do solo) a um alvo no

prolongamento do vetor da força se esta tiver uma linha de ação que passa pelo centro da bola.

- Aplicação de uma força horizontal de fraca intensidade

A realização deste tipo de remate com a aplicação de uma força de fraca intensidade levaria a bola a percorrer uma trajetória rasa junto ao solo e logo após o impacto o deslocamento da bola seria com efeito de rotação sobre o eixo dos YY (perpendicular ao plano do papel na Figura 8), por efeito da ação da força de atrito entre a bola e o solo.

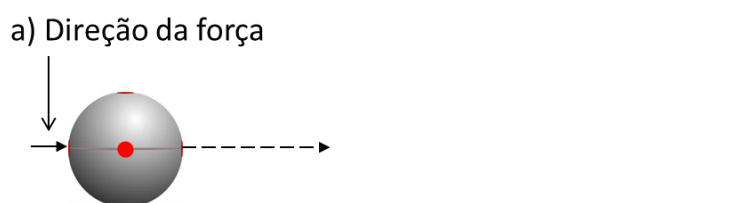


Figura 8 - Aplicação de uma força com direção horizontal de fraca intensidade

- Aplicação de uma força horizontal de intensidade moderada ou forte

A realização deste tipo de remate com a aplicação de uma força de intensidade moderada levaria a bola a percorrer uma trajetória rasa retilínea e junto ao solo também. Mas em voo rasante, e após o impacto a bola, nos primeiros momentos, deslocar-se-ia sem qualquer efeito de rotação (como se estivesse em fase de voo efetivo, mas de facto desliza junto ao solo sem rotação porque a força de atrito tem uma intensidade muito baixa e não consegue provocar imediatamente a rotação da bola) e depois com rotação sobre o seu eixo horizontal. Quanto maior for a intensidade da força aplicada maior será a distância percorrida sem rotação apreciável da bola.

b) Forças diagonais

O remate com aplicação de forças de direção diagonal, tal como o anterior, pode ser realizado com o pé em diferentes posições.

Este tipo de remate tem os pontos de aplicação na parte posterior da bola e quase sempre na metade inferior (Figura 9).

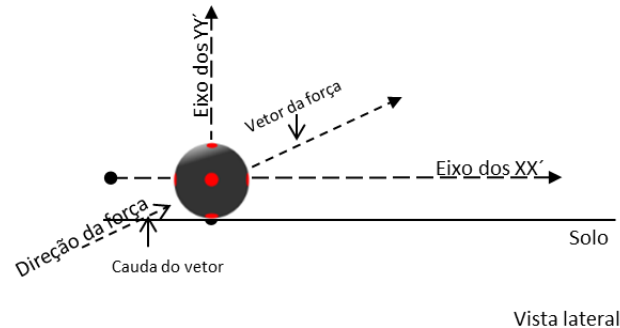


Figura 9 - As forças diagonais

c) Forças verticais

As forças verticais, menos frequentes, são observáveis em ressaltos da bola no solo, situações de recurso, ou por vezes o pontapé do guarda-redes. As forças apanham a parte inferior da bola, pelo que ocorrem em poucas situações ao longo de uma partida. Na maioria das situações a bola não está imóvel no momento do impacto.

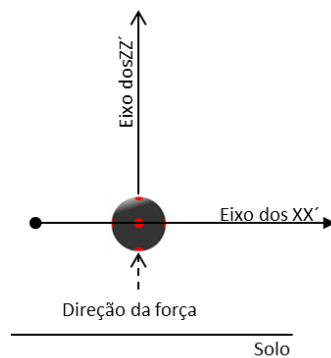


Figura 10 - Aplicação de força com direção vertical

2.2.5. A VARIAÇÃO DO REMATE EM FUNÇÃO DAS DIFERENTES POSIÇÕES DO PÉ NO MOMENTO DE IMPACTO

Podemos considerar para análise das diferentes posições do pé no momento do impacto, a linha formada pelo marcador do calcâneo e o 2º metatarso, considerando a relação que pode ser estabelecida com os planos da bola. Neste sentido o pé pode estar na horizontal ou diagonal em relação aos diferentes planos da bola.

Excluimos a posição vertical tendo em conta que só em casos muito raros isso poderá vir acontecer.

2.2.5.1. A APLICAÇÃO DE FORÇAS “HORIZONTAIS”

As forças horizontais podem ser aplicadas em qualquer ponto da bola à superfície sobre a sua metade posterior.

a) Tipos de forças com direção horizontal no centro da bola

Quando utilizamos o termo “forças horizontais” estamos a considerar, que a porção do pé no seu curso final atinge a bola de forma plana e a direção dessa força é paralela ao plano transversal da bola.

Neste tipo de remate o impacto deverá ser de curta duração e requer elevada precisão da porção do pé que atinge a bola.

i. Aplicação de forças com direção horizontal no centro da bola com o pé horizontal

O pé encontra-se na posição horizontal quando a linha formada entre os marcadores aplicados no calcâneo e 2ª metatarso é paralela ao eixo látero-lateral da bola (Figura 11). Esta posição requer a rotação lateral do pé. No entanto existe ainda outra situação em que o pé também pode estar na posição horizontal, quando a linha formada entre os marcadores do calcâneo e 2ª metatarso se encontra perpendicular ao eixo latero-lateral, no denominado remate de “bico” ou “com a biqueira” do pé. Nestas duas posições o pé roda sobre o plano transversal.



Figura 11 - Impacto com o pé na horizontal

- ii. Aplicação de forças com direção horizontal ao centro da bola com o pé na diagonal

O pé no momento do impacto está na diagonal quando os seus movimentos deixam de ocorrer apenas no plano transversal.

2.2.5.2. APLICAÇÃO DE FORÇAS DIAGONAIS

Estas forças são diagonais em relação ao plano transversal (horizontal) da bola. Quanto mais alto estiver o alvo da baliza mais baixo o ponto de aplicação da força. Esta relação pode ser estabelecida em função da linha de trajetória virtual do ponto de aplicação com o(s) respetivo(s) alvo(s) da baliza.

Para este tipo de remate o pé pode atingir a bola na diagonal e na horizontal.

2.2.6. PARA A VARIÁVEL “SENTIDO”

A variável sentido contempla o sentido do movimento da perna que remata. O sentido da força aplicada é sempre do pé para a bola.

2.2.7. VARIÁVEL PONTO DE APLICAÇÃO - “IMPACTO”

O ponto de aplicação da força é o centro geométrico da área à superfície da bola atingida pela porção do pé.

De acordo com o impacto e em função da posição de remate, poderão ser estabelecidos os princípios do remate.



Figura 12 - O impacto do pé na bola.

Com a Figura 13, pretende-se elucidar um pouco mais acerca da realidade do impacto, imagine-se então a superfície da bola formada por teclas de computador. De acordo com o nosso modelo de impacto, o chamado impacto ao centro, ocorre sempre que o pé atinge a bola de forma simétrica e simultânea: a porção do pé atingiria uma tecla primeiro e depois a deformação seria simultânea e simétrica, produzindo uma maior translação em detrimento da rotação.



Figura 13 – Modelo imaginário da bola como esfera de teclas.

O segundo tipo de impacto seria, a porção do pé atingir duas, três ou mais teclas em simultâneo mas fora do centro o que faria a bola viajar com maior

rotação em detrimento da translação. Acrescente-se à descrição anterior os pontos à superfície atingidos em função de um alvo específico da baliza.

2.2.8. OS REMATES COM IMPACTO AO CENTRO

Os remates com impacto ao centro ocorrem quando o pé atinge a bola de forma plana, onde a deformação da bola deverá ser simétrica. Como se referiu anteriormente, nestes casos a bola tem condições para atingir velocidades elevadas e com pouca rotação.

A cauda do vetor é também um dos fatores importantes na análise, preparação e intensão do remate, e corresponde ao prolongamento da linha que define o ângulo de saída real na parte posterior da bola até ao solo (Figura 14). De igual forma se pode definir a “cauda do vetor virtual” como o prolongamento da linha que une o centro da bola ao centro do alvo (trajetória virtual) até ao solo. Quanto mais curta for a cauda do vetor, mais baixo será o ponto de impacto e maior o ângulo de saída da bola.

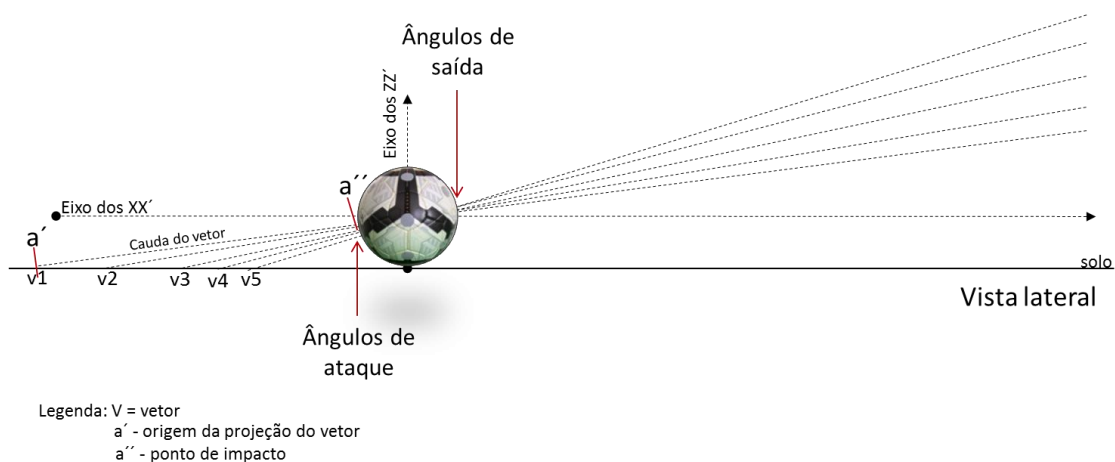


Figura 14 - Direção da força com impacto ao centro, e cauda do vetor

2.2.8.1. REMATES SEM IMPACTO AO CENTRO

Nos remates sem impacto ao centro, o pé não atinge a bola de forma plana, e a linha de ação da força de impacto não passa pelo centro da bola.

2.3. O remate e o impulso

2.3.1. AS COLISÕES

Do ponto de vista da Física o remate pode ser classificado como uma colisão. As colisões podem ser classificadas em três categorias: perfeitamente inelásticas, parcialmente elásticas e perfeitamente elásticas.

Em primeira aproximação, o remate poderá ser considerado como uma colisão elástica. As colisões têm três momentos: antes, durante e após.

Em termos de remate o “antes” refere-se à velocidade da perna/pé que antecede a colisão – velocidade de aproximação. A velocidade relativa de aproximação é dada pela velocidade da perna (\vec{V}_p) menos a velocidade da bola (\vec{V}_b).

O momento “durante”, corresponde ao momento em que a porção do pé inicia o contacto com a bola e prolonga-se até ao momento em que a bola atinge deformação máxima e abandona o pé;

O momento “após” refere-se à velocidade de afastamento que a bola adquire após o impacto. A velocidade relativa de afastamento é calculada pela velocidade da bola (\vec{V}_b) menos a velocidade da perna (\vec{V}_p).

O momento “durante” pode ser subdividido em dois momentos, o primeiro momento, correspondente à fase de deformação e um segundo momento, correspondente à fase de restituição.

Independentemente da problemática inerente às colisões interessa-nos particularmente identificar a direção da força aplicada.

2.3.2. O IMPACTO NA BOLA

No remate de bola parada a bola está em repouso, pelo que nesse instante a sua velocidade é nula.

No instante do impacto acontece um dos momentos mais significativos do remate: à bola é aplicada uma força. Essa força provoca uma aceleração na bola, de onde resulta a velocidade inicial da bola. A análise da velocidade na fase de voo da bola envolve três componentes: a componente horizontal, que mantém velocidade constante (desprezando a resistência do ar), a componente

vertical, cuja velocidade varia por ação da gravidade e o deslocamento lateral, avaliado pelo desvio em relação à trajetória virtual (não confundir com o efeito Magnus que apenas existe quando a bola está em rotação e se leva em consideração a resistência do ar).

No primeiro momento, quando o pé atinge a bola, a força de impacto provoca um certo grau de deformação, transmitindo à bola energia cinética. Este momento corresponde a um período muito curto de tempo, mas como já referimos, de importância crucial em termos de intensidade e precisão. É neste momento que ocorre a transferência de energia.

2.3.3. O IMPULSO E A 2ª LEI DE NEWTON

No remate uma força age sobre a bola durante um determinado de tempo provocando uma variação de velocidade.

A 2ª Lei de Newton na sua forma mais geral é

$$\vec{F}_R = \frac{d\vec{p}}{dt}$$

Onde \vec{F}_R É a força resultante que atua na partícula, $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ é a quantidade de movimento e $\frac{d\vec{p}}{dt}$ é a sua derivada em ordem ao tempo.

Para variações finitas da quantidade de movimento ($\Delta\vec{p}$) e do tempo (Δt) temos

$$\vec{F}_R = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t} \Leftrightarrow \vec{F}_R \cdot \Delta t = \Delta\vec{p}$$

Ao produto da força resultante pelo intervalo de tempo chama-se impulso.

$$\vec{I} = \vec{F}_R \cdot \Delta t$$

Donde

$$\vec{I} = \Delta\vec{p}$$

Conhecendo a massa da bola e medindo a velocidade da mesma imediatamente antes e imediatamente depois do impacto pode calcular-se a variação da quantidade de movimento ($\Delta\vec{p}$), que é igual ao impulso (\vec{I}) da força. Medindo o tempo de impacto (Δt), é possível determinar a força média que atuou durante o impacto:

$$\vec{F}_R = \frac{\vec{I}}{\Delta t}$$

2.3.4. IDENTIFICAR A DIREÇÃO DA FORÇA APLICADA

Só podemos identificar a direção da força após a observação do impacto, como se demonstrou na secção anterior.

Segundo Nunome (2002) o impacto é um movimento tridimensional pouco estudado.

2.3.5. OBSERVAR A TRAJETÓRIA DA BOLA

A trajetória da bola poderá ser observada logo após esta perder o contacto com o pé até atingir o alvo (ou ser intersetada).

Da mesma coordenada de remate a bola pode atingir determinado alvo da baliza de diferentes formas. A trajetória virtual/geométrica leva a bola ao alvo da baliza diretamente ao longo de uma reta, porém a bola nunca segue uma trajetória retilínea mas sim de projétil, e pode atingir o mesmo alvo seguindo outros percursos, com ou sem efeito Magnus (rotação), com mais ou menos velocidade. Daí a importância de relacionar a direção da força com a trajetória da bola, pois a trajetória é a consequência de uma ação na origem do movimento (desprezando a aerodinâmica da bola), o qual chamamos impacto.

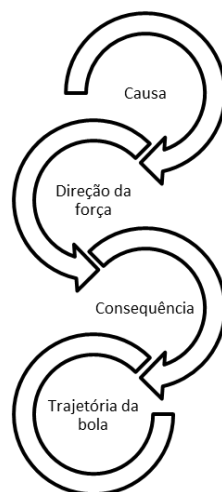


Figura 15 - Causa e consequência associada ao remate

2.3.6. RELACIONAR A DIREÇÃO DA FORÇA APLICADA NO IMPACTO COM A TRAJETÓRIA DA BOLA

No caso de existir um marcador com tinta colocado na bola podemos obter a direção da força de impacto através da marca deixada na bola. Em qualquer caso (com ou sem marcador) a direção da força pode ser estimada através da análise das imagens da trajetória inicial da bola.

Na Figura 16 está representado um esquema do remate e da trajetória da bola, incluindo a trajetória virtual.

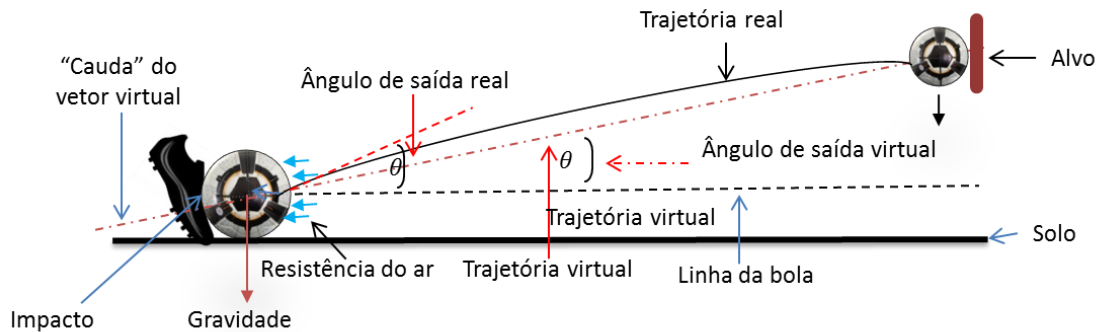


Figura 16 – Esquema do remate e trajetória da bola

O caso mais simples para estudo da trajetória seguida pela bola em fase aérea surge quando se despreza a resistência do ar. Neste caso a trajetória seguida pela bola é uma parábola, a curva característica do movimento de projeteis.

Neste caso as equações que regem o movimento da bola são:

$$\begin{cases} x = x_0 + v_0 \cos(\theta) t \\ y = y_0 + v_0 \sin(\theta) t - \frac{1}{2} g t^2 \end{cases}$$

Onde (x_0, y_0) são as coordenadas da bola no momento do remate, (x, y) são as coordenadas do alvo, v_0 é a velocidade da bola imediatamente após o remate (velocidade inicial da bola), θ é o ângulo de saída da bola (ângulo que a velocidade inicial faz com a horizontal), g é a aceleração da gravidade ($g = 9.8 \text{ m/s}^2$) e t é o tempo de voo da bola, desde o local de remate até ao alvo.

Se conhecermos a posição inicial da bola (x_0, y_0) , a posição do alvo (x, y) e a velocidade inicial da bola, v_0 , é possível calcular o ângulo de saída da bola e o tempo de voo utilizando as equações acima.

Para a maioria das situações existem não um mas dois valores para o ângulo de saída, correspondendo a cada um o seu tempo de voo:

- Uma trajetória “direta”, representada a azul na Figura 17;
- Uma trajetória “em balão”, representada a magenta na Figura 17

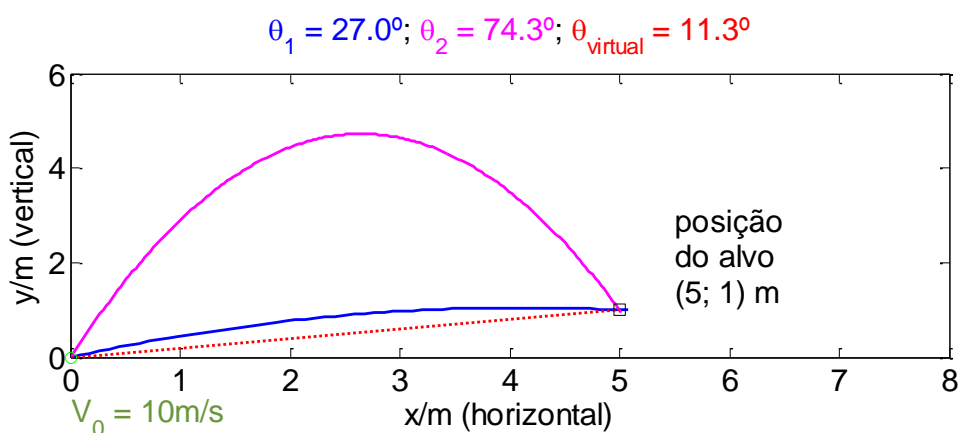


Figura 17 – Trajetórias possíveis para o movimento de projétil, estando também representado a trajetória virtual (linha pontuada vermelha).

Na

Quadro 1 estão representados alguns valores para os ângulos de saída e tempos de voo no caso simplificado do movimento de projétil, bem como o ângulo no caso idealizado da trajetória virtual.

Quadro 1 – Ângulo e tempo de voo da bola (projétil) em função da posição de remate e velocidade inicial, bem como o ângulo de saída virtual. Em todos os casos a bola partiu da origem (0, 0) e o alvo estava à altura de 1m do solo. Os valores nas colunas 3 e 4 correspondem à trajetória “direta” na Figura 17 (a azul), os valores nas colunas 5 e 6 correspondem à trajetória “em balão” na Figura 17 (a magenta).

Posição X do alvo (m)	Velocidade inicial (m/s)	Ângulo de saída (°)	Tempo de voo (s)	Ângulo de saída (°)	Tempo de voo (s)	Ângulo virtual (°)
5.5	10	27.8	0.62	72.5	1.83	10.3
5.5	20	14.2	0.28	86.1	4.02	10.3
5.5	30	12.0	0.19	88.3	6.08	10.3
5.5	40	11.3	0.14	89.0	8.13	10.3
11	10	–	–	–	–	5.2
11	20	13.1	0.56	82.1	3.99	5.2
11	30	8.7	0.37	86.5	6.07	5.2
11	40	7.1	0.28	88.1	8.13	5.2
22	10	–	–	–	–	2.6
22	20	19.2	1.16	73.4	3.86	2.6
22	30	9.6	0.74	83.0	6.04	2.6
22	40	6.5	0.55	86.1	8.11	2.6
33	10	–	–	–	–	1.7
33	20	29.4	1.89	62.3	3.55	1.7
33	30	12.3	1.13	79.4	5.98	1.7
33	40	7.6	0.83	84.1	8.09	1.7

Conforme se verifica no

Quadro 1, se a velocidade inicial for demasiado baixa, a bola não consegue atingir o alvo, caindo para o solo antes de atingir o alvo (alvo às distâncias de 11, 22 e 33 m e velocidade inicial de 10m/s).

Verifica-se também que quanto maior é a velocidade inicial da bola, mais o ângulo de saída para a trajetória “direta” se aproxima do ângulo de saída da trajetória virtual. Esta aproximação é tanto mais eficaz quanto menor for a distância ao alvo. Conclui-se ainda que o ângulo de saída para a trajetória virtual é sempre menor do que o ângulo real de saída.

Por outro lado, atendendo ao facto de que habitualmente para os remates de bola parada existe uma “barreira” colocada a 9,15m da posição da bola e na direção da baliza (alvo), a trajetória virtual poderá ter apenas validade relativa já que “atravessa a barreira”, enquanto que a trajetória real tem que contornar a barreira.

2.4. A ANATOMIA DA BOLA

A bola deve ser esférica, feita em couro ou outro material adequado; A sua circunferência não terá mais de 70 cm e não menos de 68 cm; O peso deve estar entre as 410 g e as 450 g; A pressão da bola entre 0.6 -1.1 atmosferas (600 – 1100 g/cm²) ao nível do mar. (Fifa - Laws of the game, 2012/2013)

2.4.1. OS PLANOS PRINCIPAIS

Os planos principais da bola têm como ponto comum o centro da bola e a interseção dos planos principais com a superfície da bola são circunferências que dividem a bola em metades iguais.

São três os planos principais da bola, definidos com base nos planos anatómicos: o plano frontal, o plano transverso e o plano sagital.

2.4.1.1. O PLANO FRONTAL

O plano frontal da bola divide a bola em metade posterior e metade anterior, considerando o sentido defesa-ataque e é atravessado pelo eixo ântero-posterior (Figura 18).

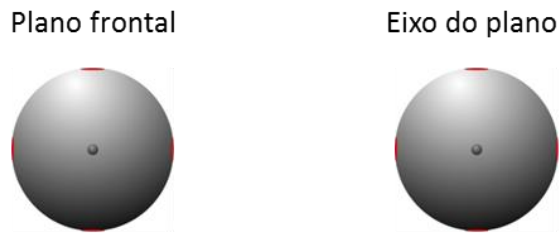


Figura 18 - O plano frontal da bola

O plano frontal é sempre paralelo à linha do fundo (linha de baliza) do retângulo de jogo. Assim, apenas nos remates da zona frontal um vetor com origem no centro da bola e perpendicular ao plano frontal pode ser prolongado até à baliza.

a) Secções da bola

Quando o plano frontal divide a bola em duas metades iguais cada uma dessas duas metades poderão ser subdividas em metade inferior direita, metade inferior esquerda e em metade superior direita e metade superior esquerda (Figura 19).

Esta divisão permitirá a identificação dos impactos e das regiões de impactos mais ou menos favoráveis para rematar em função da posição de remate e a intensão de aplicar maior ou menor efeito de rotação na bola.

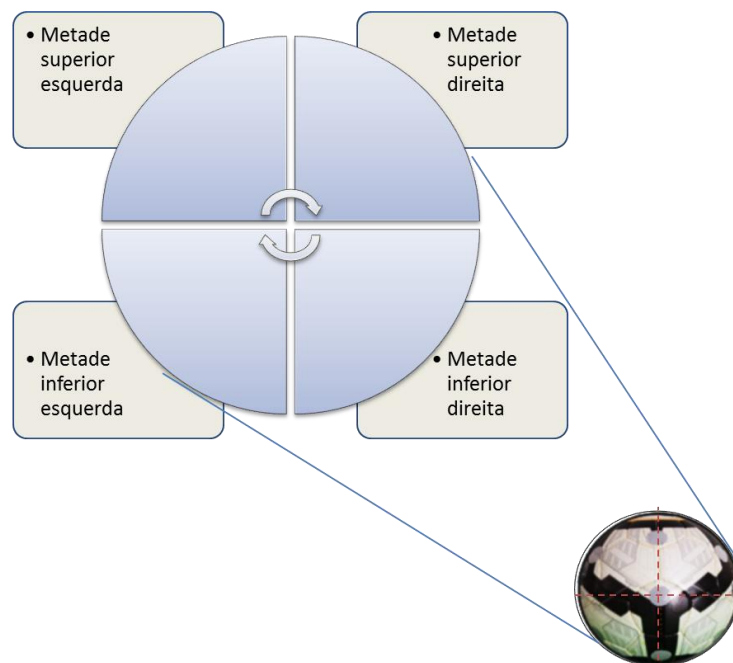


Figura 19 - As secções da bola na metade posterior

2.4.1.2. O PLANO TRANSVERSO

O plano transversal da bola faz a divisão em metade superior e metade inferior (Figura 20). O eixo perpendicular ao plano é o eixo superior-inferior ou eixo vertical. O plano transversal é sempre horizontal.



Figura 20 - O plano transversal da bola.

2.4.1.3. O PLANO SAGITAL

O plano sagital divide a bola em metade direita e metade esquerda. O eixo perpendicular ao plano sagital é o eixo látero-lateral. Por comparação com a definição de plano frontal, o plano sagital é perpendicular à linha do fundo (linha de baliza) do retângulo de jogo.



Figura 21 – O plano sagital.

2.4.2. OS EIXOS

A projeção das linhas dos eixos no espaço (Figura 22), mais à frente designadas como linhas da bola, permitem uma análise que realça aspetos importantes do foro técnico-tático, como por exemplo, a identificação do número de jogadores que se encontram nos quadrantes (Figura 24), nos lances de bola parada.

O eixo dos XX' determina as direções no sentido ântero-posterior, em termos de defesa-ataque; o eixo dos YY' a direção látero-lateral, em termos de direita-esquerda; e o eixo dos ZZ' , inferior superior, determina as direções de baixo para cima.

Todas as direções referidas são consideradas no retângulo de jogo e no sentido defesa ataque.

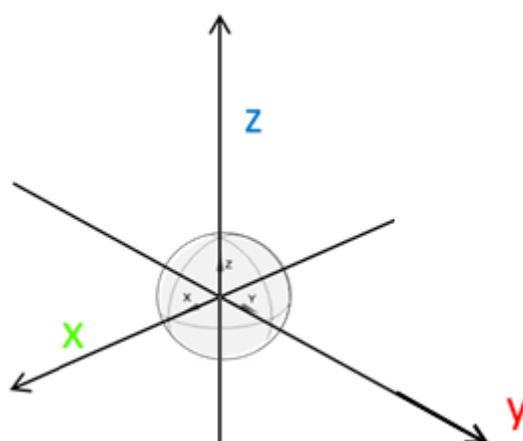


Figura 22 - Os eixos da bola

2.4.3. AS LINHAS DA BOLA

As Linhas da bola são as linhas imaginárias dos seus eixos projetadas no espaço de jogo em termos de largura, profundida e altura.

A linha do eixo dos YY' dá-nos a noção de largura, a do eixo dos XX' , a de profundida e a do eixo dos ZZ' de altura.

Estas linhas são perpendiculares entre si e limitadas pelas linhas convencionais que delimitam o espaço de jogo (linhas laterais e as linhas do fundo/linhas de baliza).

A interceção das linhas da bola dão origem aos quadrantes.

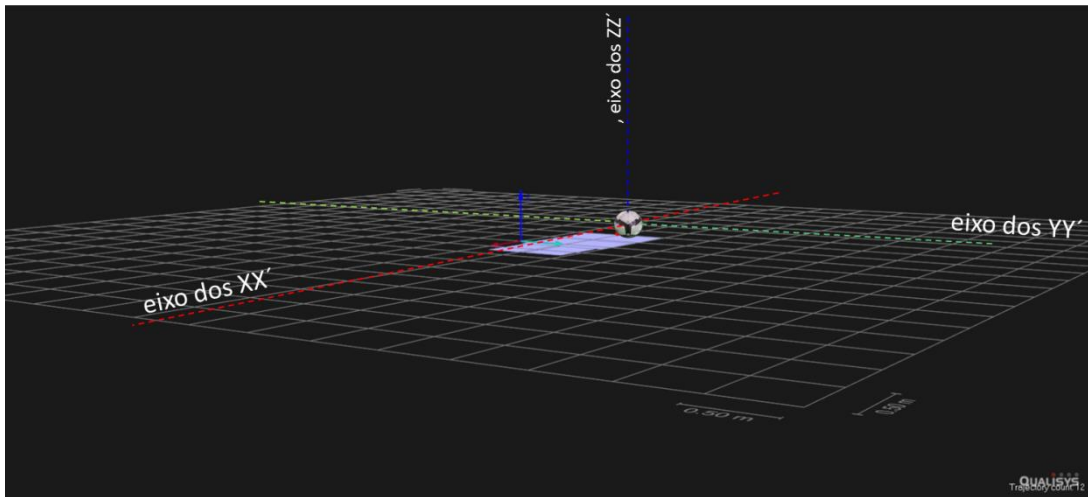


Figura 23 – As linhas da bola em pé

Linha do eixo látero-lateral – É a linha do eixo dos YY' cuja projeção, ao nível do solo, atravessa toda a extensão do campo unindo-se às linhas laterais convencionais do retângulo de jogo. Esta linha é paralela à linha do fundo e perpendicular às linhas laterais.

Linha do eixo ântero-posterior – É a linha do eixo dos XX' , que atravessa toda a extensão do campo unindo-se às linhas convencionais do fundo (linhas de baliza). Esta linha é paralela às linhas laterais e perpendicular às linhas do fundo.

Linha do eixo inferior superior – É a linha do eixo dos ZZ' , cuja interseção com o solo mede a altura da bola e é perpendicular às linhas dos eixos dos XX' e dos YY' .

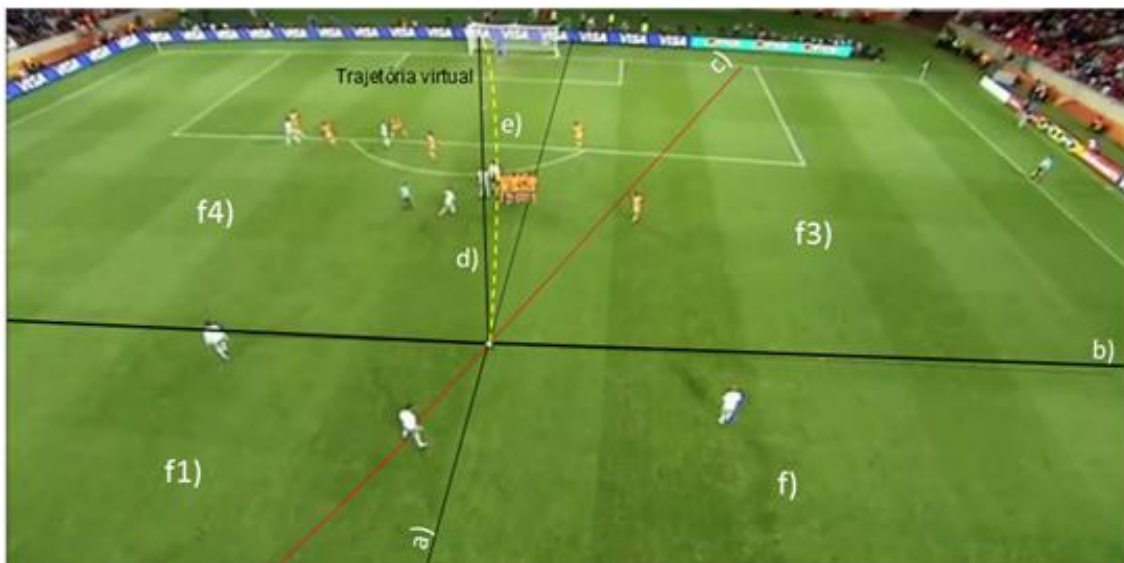


Figura 24 - Projeção das linhas no espaço de jogo. a) – Linha da bola, eixo dos XX' ; b) – Linha da bola, eixo dos YY' ; c) – interseção do plano anatómico sagital com o plano do solo; d) – Trajetória virtual; e) – Trajetória real; f) – Quadrante posterior direito; f1) – Quadrante posterior esquerdo; f3) – Quadrante anterior direito; f4) – Quadrante anterior esquerdo.

2.4.3.1. OS QUADRANTES

A interseção das duas linhas da bola, em qualquer zona do campo, exceto sobre as linhas convencionais que o delimitam (linhas laterais e linhas do fundo), dão origem aos quatro quadrantes.

Considerando o sentido defesa ataque podemos identificar os quatro quadrantes: o quadrante posterior direito, o quadrante posterior esquerdo, o quadrante anterior direito e o quadrante anterior esquerdo (Figura 25).

O quadrante posterior direito corresponde a uma área no retângulo de jogo delimitada, à esquerda pela projeção da linha do eixo dos XX' na metade posterior, à direita pelas linhas convencionais laterais do campo e à frente pela projeção da linha do eixo dos YY' .

O quadrante posterior esquerdo corresponde a uma área dentro do retângulo de jogo delimitada, à sua esquerda pelas linhas convencionais laterais,

à direita pela linha da bola, resultante da projeção no eixo dos XX' na sua metade posterior e à frente pela projeção da linha do eixo dos YY' .

O quadrante anterior direito corresponde a uma área dentro do retângulo de jogo delimitada, à sua direita pelas linhas laterais do retângulo de jogo, à sua esquerda, pela projeção da linha do eixo XX' na sua metade anterior, e à frente pelas linhas de convencionais de fundo (linhas de baliza).

O quadrante anterior esquerdo corresponde a uma área dentro do retângulo de jogo, delimitada, à sua esquerda pelas linhas convencionais laterais, à sua direita pela projeção da linha do eixo dos XX' na sua metade anterior e à frente pela linha convencional de fundo (linha de baliza).

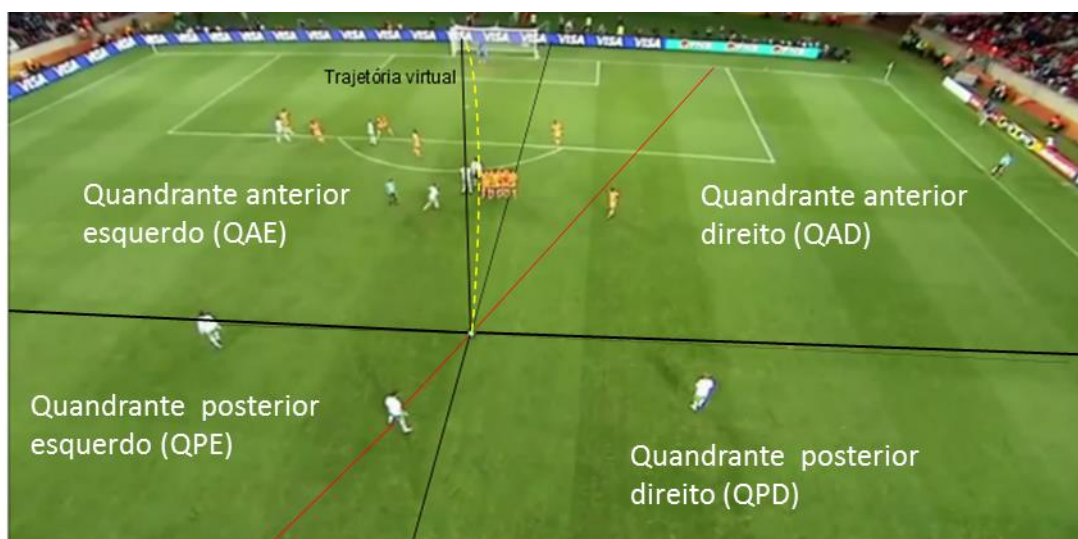


Figura 25 – Os quadrantes: QPD – Quadrante posterior direito; QPE – Quadrante posterior esquerdo; QAD – Quadrante anterior direito; QAE – Quadrante anterior esquerdo.

2.4.3.2. A TRAJETÓRIA VIRTUAL

A trajetória virtual é a linha imaginária que atravessa a bola no seu centro geométrico (centro de massa) e se une ao centro do alvo (Figura 26).

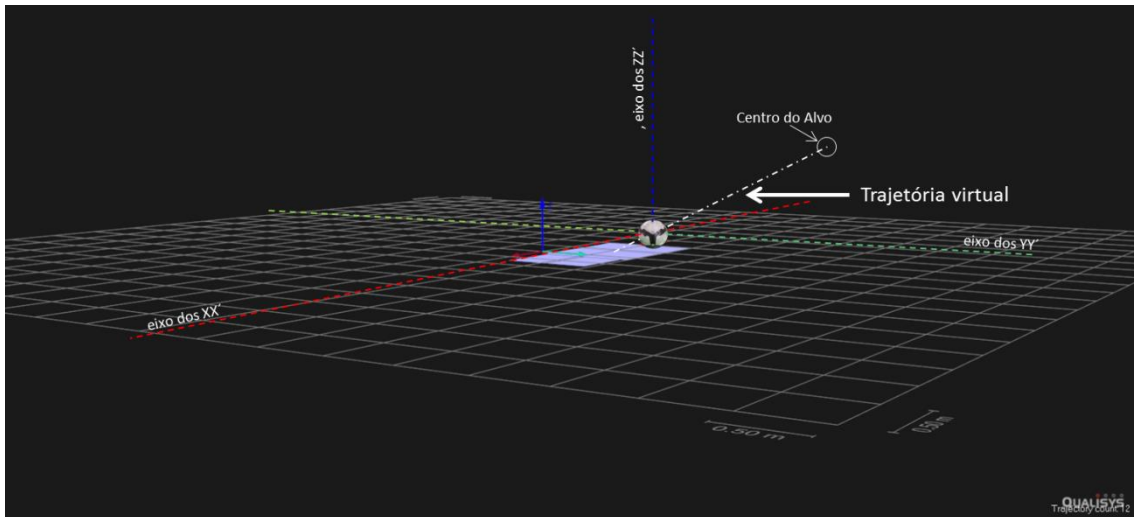


Figura 26 - Trajetória virtual

2.4.3.3. A REFLEXÃO DO ALVO NA BOLA

O ponto de impacto virtual é o ponto de interseção da trajetória virtual com a parte posterior da bola. Sendo referido adiante como a reflexão do centro do alvo na parte posterior da bola, assinalado na figura 27 pela letra c).

Como vimos anteriormente, este ponto serve apenas de primeira aproximação ao local efetivo de impacto, dado que o ângulo real de saída é sempre maior que o ângulo de saída virtual, pelo que o ponto de impacto real está sempre abaixo (mais próximo do solo) que o ponto de impacto virtual.

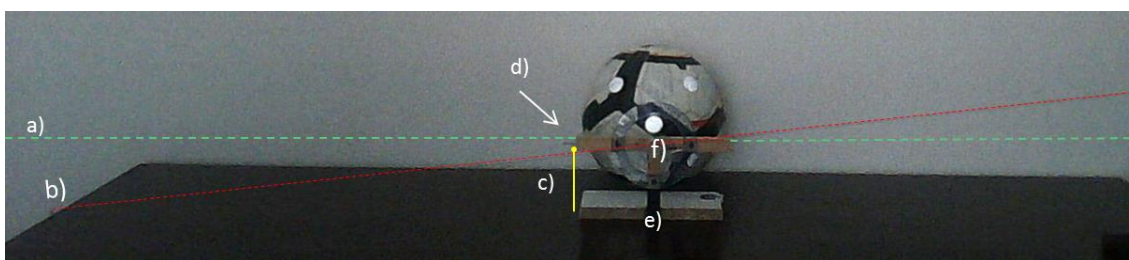


Figura 27 - Ponto de reflexão do alvo na parte posterior da bola. a) – Linha da bola, eixo dos XX' ; b) Trajetória virtual; c) – Altura do ponto de impacto virtual; e) – Estrutura em T; f) – Centro geométrico (centro de massa, dentro da bola).

2.4.4. A BOLA EM PÉ

A bola em pé refere-se ao seu posicionamento, sempre na mesma posição, onde os seus planos e eixos são paralelos ao sistema de referência nos

respetivos eixos xx' , yy' e zz' (Figura 28). Para que tal aconteça em situação de teste real deverão ser colocadas marcas auxiliares na bola.

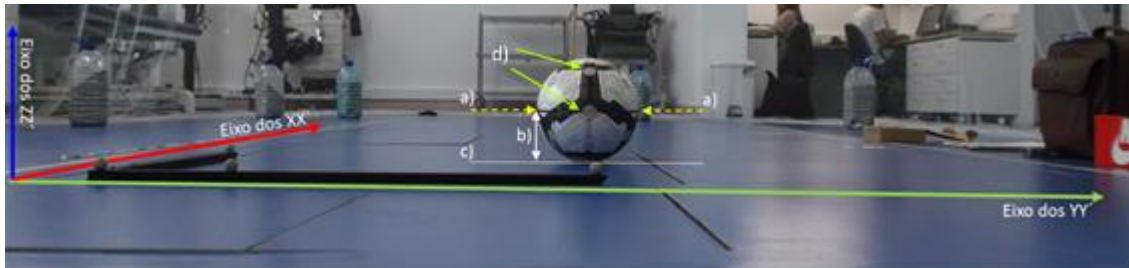


Figura 28 - A bola em pé – a) Linha do plano transverso; b) raio da bola; c) solo; d) marcas auxiliares.

2.5. ANATOMIA DO PÉ

Para melhor compreender/conhecer a(s) porção/porções do pé que atinge(m) a bola vamos observar o pé (Figura 29).



Figura 29 - O pé em diferentes posições de impacto com a bola

O pé de cada atleta pode variar em forma e tamanho, os graus de liberdade da articulação do tornozelo variam também, o que torna cada remate um caso particular de atleta para atleta.

Porventura poderá ser a posição do pé um dos elementos mais difíceis de avaliar, contudo o mais influente na questão da precisão que a bola pode alcançar em termos de trajetória após o impacto.

2.5.1. O PÉ

O pé é constituído por 26 ossos, sendo dividido em três grupos: o tarso, o metatarso e os dedos (Pina, 1995). O tarso tem sete ossos: o tálus, o calcâneo, navicular, o cuboide e os três cuneiformes. O metatarso cinco: primeiro metatarso, segundo metatarso, terceiro metatarso, quarto metatarso e quinto metatarso. As falanges que ao todo são 14, três em cada um dos dedos exceto o halux que só tem duas.

Outros autores consideram o pé dividido em três partes contudo com diferentes formas de classificar os grupos de ossos, para estes o pé é dividido em retropé, mediopé e antepé. O retropé formado pelos ossos tálus e calcâneo, a articulação entre estes dois ossos é denominada de articulação subtalar, conhecida também como a articulação de Choupart. O mediopé é formado pelo navicular, cubóide e cuneiformes medial, intermédio e lateral sendo a principal articulação entre os ossos navicular (do mediopé) com o tálus e calcâneo (retropé), denominada de articulação taluscalcâneonavicular (local que tem grande mobilidade para os movimentos de inversão e eversão do pé). O antepé é constituído pelos ossos dos metatarsos e falanges. A articulação entre o mediopé e antepé, articulação tarsometatarsal é conhecida por articulação de Lisfranc (Nobeschi, 2010) .

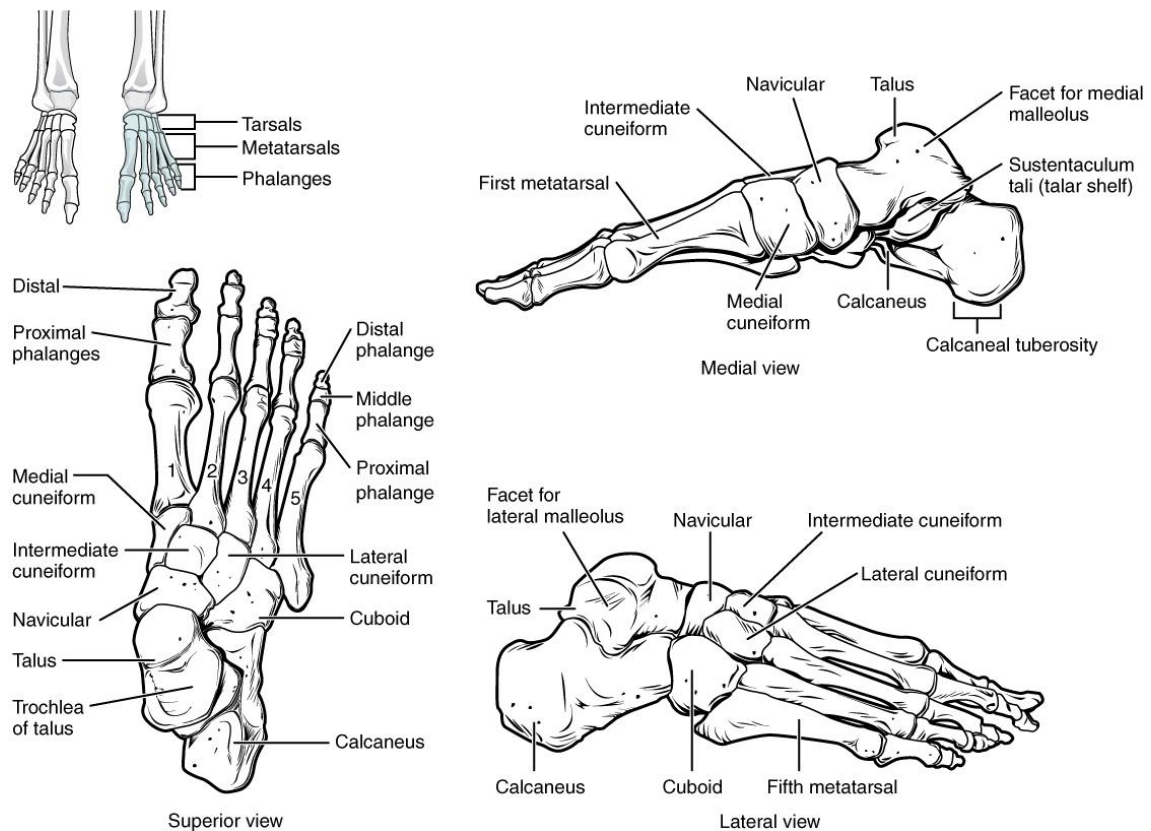


Figura 30 – As divisões do pé. Adaptado de Rice University, (2014).

São estes ossos todos que juntamente com os músculos, tendões e ligamentos, a gordura e a pele formam o(s) elemento(s) de impacto(s).

A mobilidade do pé, permitida pelas suas articulações, em relação com as outras articulações da perna e quadril determinam os tipos de remate.

2.5.1.1. MOVIMENTOS PERMITIDOS PELA ARTICULAÇÃO DO TORNOZELO

a) Os planos

Os plano transversal ou horizontal divide o pé em metade superior e metade inferior. Neste plano são definidos os movimentos de adução e abdução.

O plano frontal ou coronal divide o pé em anterior e posterior. Neste plano são definidos os movimentos de inversão e eversão. Estes movimentos ocorrem de forma paralela a este plano.

O plano sagital divide o pé em metade direita e esquerda. São definidos os movimentos de flexão dorsal e plantar (Figura 31).

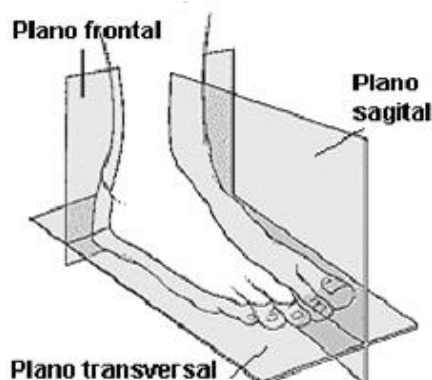


Figura 31 - Os planos do pé. Adaptado de (UFSC, 2004)

2.5.1.2. A DORSIFLEXÃO

Dorsiflexão é o movimento de aproximação do dorso do pé à parte anterior da perna (Figura 32). A amplitude desse movimento é em torno de 20°. Os músculos que atuam neste movimento são o tibial anterior, o extensor longo dos dedos e o fibular terceiro.

Plantiflexão ou flexão plantar, consiste em abaixar o pé procurando alinhá-lo com o eixo da perna, elevando o calcanhar do chão.

A amplitude média desse movimento é de 50°. Esse movimento é realizado principalmente pelos músculos solear e gastrocnêmios.

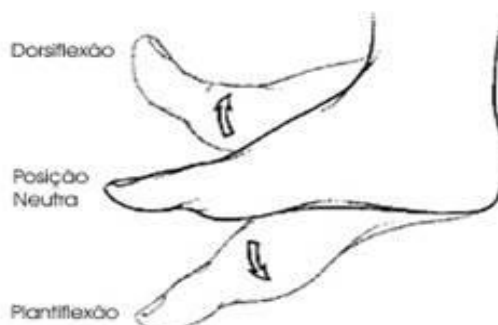


Figura 32 - A dorsiflexão e a flexão plantar. Adaptado de (UFSC, 2004)

2.5.1.3. INVERSÃO/EVERSÃO

Inversão ocorre quando a borda medial do pé se dirige em direção à parte medial da perna (Figura 33). A amplitude máxima deste movimento é de 20°. Realizado principalmente pelo músculo tibial posterior, e auxiliado pelos músculos gastrocnêmios, solear e flexor longo dos dedos.

Eversão ocorre quando a borda lateral do pé se dirige em direção à parte lateral da perna. A amplitude máxima é de 5°. Realizado principalmente pelos músculos fibular curto e longo, auxiliado pelos músculos extensor longo dos dedos e fibular terceiro.



Figura 33 - A eversão e a inversão plantar. Adaptado de (UFSC, 2004)

2.5.1.4. ADUÇÃO/ABDUÇÃO

Abdução é o movimento que ocorre no plano transversal, com os dedos apontando para fora (Figura 34).

A adução consiste no movimento oposto, de apontar os dedos para dentro.

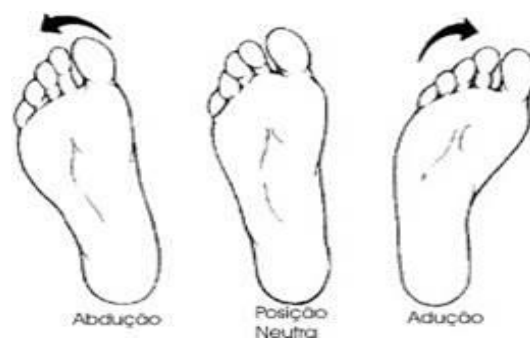


Figura 34 - Adução e a abdução. Adaptado de (UFSC, 2004)

2.6. A Problematização

O que acontece quando se remata uma bola à baliza? Podem ocorrer várias situações, entre as quais, o guarda-redes defender, a bola bater no poste ou sair pela linha final, a bola embater num defesa. Enfim, é possível enumerar uma série de situações que de facto podem acontecer após a ação de remate. Quando se pergunta o que acontece “quando rematamos à baliza”, pretendemos ir fundo e procurar conhecer mais acerca das diferenças, dos fatores e das implicações que tudo isso acarreta em relação ao atleta que remata.

Por exemplo, ao considerar a distância, pode dizer-se que qualquer remate efetuado a partir de um dos diferentes pontos coordenados no espaço de jogo é por si só um tipo de remate diferente. Posto isto, a questão que passou a merecer atenção para esta fase do trabalho foi a seguinte: “O que acontece quando se remata da mesma coordenada de remate para a baliza?”.

Esta questão é diferente da anterior porque exclui os pontos de remate no espaço para se passar a considerar apenas um. O que de mais significativo se pôde observar nessa situação foi que, rematar da mesma coordenada pressupõe atingir um número significativo de alvos dentro de um mesmo alvo geral que é a baliza. E assim a pergunta colocada foi: “o que acontece quando rematamos da mesma coordenada de remate para o mesmo alvo da baliza?”

Considerando que a pergunta isolava e direcionava o nosso tema de pesquisa lançamo-nos no aprofundamento das questões relacionadas com o mecanismo de precisão inerente ao remate de bola parada da mesma posição de remate, para o mesmo alvo da baliza.

2.6.1. AS PRINCIPAIS ORIENTAÇÕES DA PESQUISA

Depois de todas as considerações anteriores relacionadas com as variáveis de contexto, as principais orientações da pesquisa centram-se nas respostas a uma outra questão: “O que caracteriza o padrão de movimento de um remate certo?”

Sendo o impacto a causa principal da trajetória (Sterzing, 2010) deverão existir determinados tipos de impactos para determinados tipos de trajetórias independentemente das diferenças anatómicas entre os jogadores, ou seja,

anatomias diferentes para impactos iguais. Tal sugere que pés anatomicamente diferentes podem atingir o mesmo alvo obedecendo a um padrão de remate no qual a direção da força é a mesma e conseqüentemente a trajetória do pé resulta parcialmente semelhante.

Deste modo, justifica-se uma descrição e caracterização do processo mecânico a partir do momento em que o atleta toca o solo pela primeira vez na última passada que antecede o remate e relacionar esse período e os elementos do esqueleto que constituem o processo mecânico/motor deste processo com a posição da bola e o seu respetivo ponto de contacto.

2.6.2. O PROBLEMA

O problema do remate de precisão prende-se fundamentalmente com as dificuldades em caracterizar o momento do impacto do pé com a bola e na contextualização do problema que, automaticamente, associa a(s) coordenada(s) de remate, o alvo da baliza e a bola.

Quando referimos as questões da precisão procura-se perceber as condições necessárias (causas) para reduzir ao máximo o erro de remate (distância do centro do alvo ao centro da bola quando ambos têm a mesma coordenada XX' , ou seja o centro do alvo está contido no plano sagital da bola) e para tal quisemos observar o que acontece quando o jogador remata de uma coordenada de remate constante para um alvo específico da baliza.

A questão que ostenta o nosso trabalho é, portanto, a de saber o que ocorre, de um ponto devista biomecânico, quando se remata da mesma coordenada de remate para o mesmo alvo da baliza, pelo conhecimento do processo através do qual o mecanismo de precisão se desencadeia.

3. OBJETIVOS E HIPÓTESES

3.1. OBJETIVOS

3.1.1. OBJETIVOS GERAIS

- i. Procurar aprofundar e definir o conceito associado ao remate a fim de estabelecer uma base de entendimento para a pesquisa em questão.
- ii. Sugerir o entendimento de uma metodologia para o estudo do remate através da projeção das linhas dos planos anatómicos com os elementos do espaço de jogo, bola, baliza e suas relações.
- iii. Procurar fazer uma caracterização da bola de modo a tornar possível uma análise mais consistente das situações de remate no momento do impacto.

3.1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- i. Contribuir para o desenvolvimento de uma metodologia para o estudo do remate.
- ii. Avaliar os valores de posição das estruturas do pé no momento do impacto.
- iii. Definir o conceito de “trajetória virtual”.
- iv. Procurar identificar elementos para caracterização do remate em função da forma como o pé atinge a bola.
- v. Mostrar a importância do desenvolvimento de tecnologias para o enriquecimento e valorização do jogador.

3.1.3. HIPÓTESES

- i. A posição do pé, no momento do impacto, nos remates certos varia em relação aos planos e eixos da bola.
- ii. A posição do pé no momento do impacto é diferente em todos os atletas
- iii. A marca de tinta, colocada sobre os cuneiformes atinge a bola sempre abaixo do plano transversal da bola e no seu lado esquerdo, nos remates certos, para remates com o pé direito.
- iv. Os valores de posição dos marcadores na perna e pé de contato, no momento de impacto, são iguais nos remates certos, a partir do mesmo local e para o mesmo alvo.

4. MATERIAL E MÉTODOS

Integram a amostra seis jogadores de elite do futebol jovem nacional. Os dados foram obtidos no Laboratório de Biomecânica da Universidade do Porto (LABIOMEPE) com o equipamento de análise de movimento Qualisys Track Manager (QTM), com utilização de 12 câmaras de infravermelho a uma frequência de aquisição de 300 Hz. Cada um dos atletas teve de efetuar uma série de 20 remates de bola parada. Os remates de bola parada foram efetuados da mesma posição de remate para o mesmo alvo, cujo diâmetro era de 0,30 m e que se encontrava a 4,70 metros de distância na horizontal, a 0,90 m vertical e a 0,50 m na lateral (à esquerda para remates com o pé direito e vice versa) do ponto de remate.

Todos os executantes eram destros, tendo rematado a bola do mesmo lado e realizado o mesmo tipo de remate. Foram utilizadas bolas da marca Nike “total 90 ascente”, infladas com 0,8 kg/cm² de pressão. Para cada remate a bola era colocada sempre na mesma posição (conceito definido anteriormente como “bola em pé”) e na mesma coordenada. No pé do atleta foi aplicada uma película para receber tinta sobre e ao nível dos cuneiformes a fim de registar a marca do impacto do pé na bola. Após cada remate, a bola foi sempre fotografada para a identificação do ponto de impacto.

Ao todo foram recolhidos 100 remates. Desses 100, foram editados 80 remates e consideradas as respetivas fotografias.

Os 80 remates foram analisados estatisticamente. Num primeiro nível de análise qualitativa foram considerados todos os marcadores de posição aplicados ao nível dos membros inferiores. Posteriormente, e somente para os remates certos, foi realizada uma análise quantitativa que incidiu apenas nos marcadores do pé de impacto até ao joelho.

Após a seleção dos remates certos procedemos à análise de resultados, analisando as coordenadas de posição relativas a cada elemento identificado pelos marcadores, no momento de impacto e possíveis conexões com a coordenada de posição da bola que se encontrava parada na mesma posição de remate.

4.1.1. MEDIDAS DA BOLA

Foram utilizadas na pesquisa quatro bolas da Nike “total 90 ascente”, cujas medidas se apresentam na tabela seguinte (Quadro 1).

Quadro 1 – Medidas das bolas utilizadas

Parâmetros	Medidas das bolas utilizadas				
	*	Bola 1	Bolas 2 e 4	Bola 3	*
Perímetro (cm)	68.00	68.50	69.00	69.50	70.00
Raio (cm)	10.82	10.90	10.98	11.06	11.14
Diâmetro (cm)	21.65	21.81	21.97	22.13	22.29
Área de superfície (cm ²)	1470.40	1492.30	1514.20	1536.40	1558.70
Volume (cm ³)	5303.30	5421.80	5542.00	5664.50	5787.80

* - Medidas de bolas permitidas oficialmente, mas que não foram utilizadas no presente estudo

4.1.1.1. O INTERIOR DA BOLA

O interior da bola é formado por moléculas de ar a determinada pressão dentro da câmara de ar. A pressão da bola afeta a deformação no impacto, o que por sua vez tem influência na velocidade da bola e no seu comportamento aéreo, em termos de trajetória, logo é aconselhável medir a pressão exata da bola ou das bolas utilizadas nos jogos e estudos.

A FIFA recomenda que a pressão nas bolas deve permanecer constante durante todo o jogo.

As bolas do estudo foram cheias com uma pressão de 0,8kg/cm².

a) O centro de massa da bola

O centro de massa da bola é um ponto imaginário situado no seu centro geométrico, e que constitui a origem dos eixos x, y e z (Figura 35).



Figura 35 - O centro de massa

Este centro pode também ser designado por centro geométrico ou centro de gravidade.

4.1.1.2. APLICAÇÃO DOS MARCADORES NO ATLETA

Foram aplicados 27 marcadores passivos nos principais pontos anatómicos dos respetivos grupos segmentares: cabeça, braços, tórax, pélvis, coxa, perna e pé (Figura 36 e Figura 37).

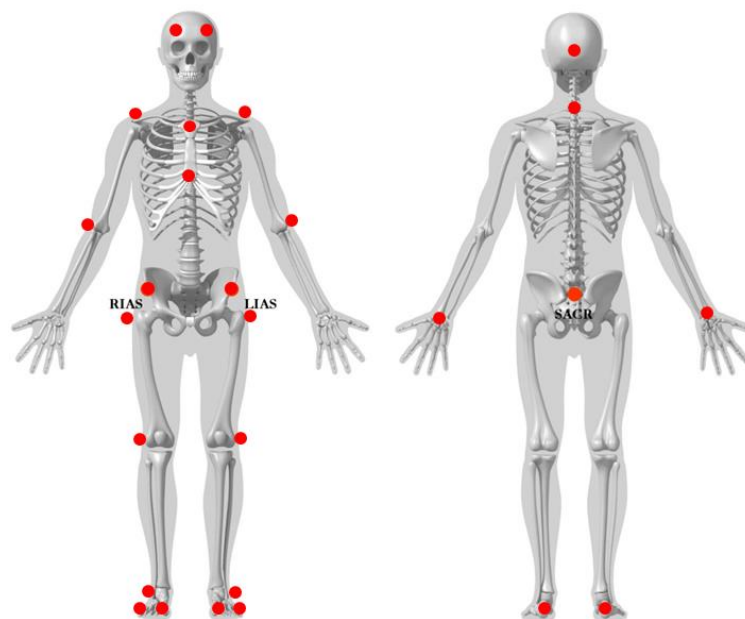


Figura 36 – Esquema de aplicação dos marcadores

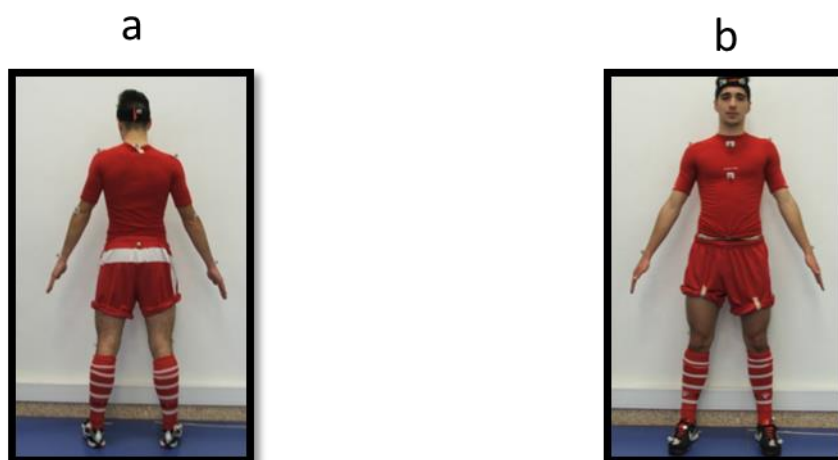


Figura 37 – Aplicação dos marcadores. Vista posterior (a) e anterior (b)

4.1.2. PREPARAÇÃO DO LABORATÓRIO

Para a realização dos trabalhos foi utilizada uma rede para proteção dos equipamentos e amortecimento da bola.

Para aquisição das imagens foram utilizadas 9 câmeras OQUS 400 no modo marker e 2 OQUS 310+ no modo marker e uma OQUS 310+ no modo de gravação vídeo; 27 marcadores passivos de 22mm; 1 tripe; um kit de calibração composto por uma varinha com dois marcadores e um esquadro com 4 marcadores passivos; fita adesiva de dupla face; tesoura.

4.1.2.1. O QUALISYS

O Qualisys é um equipamento moderno desenvolvido para captar informação relativamente aos movimentos de humanos e objetos e processar informação em tempo real. Este equipamento é constituído por um tipo especial de câmaras, um software e um conjunto de acessórios que ajudam na preparação do equipamento, sendo os principais, o kit de calibração e os marcadores passivos (Figura 38).

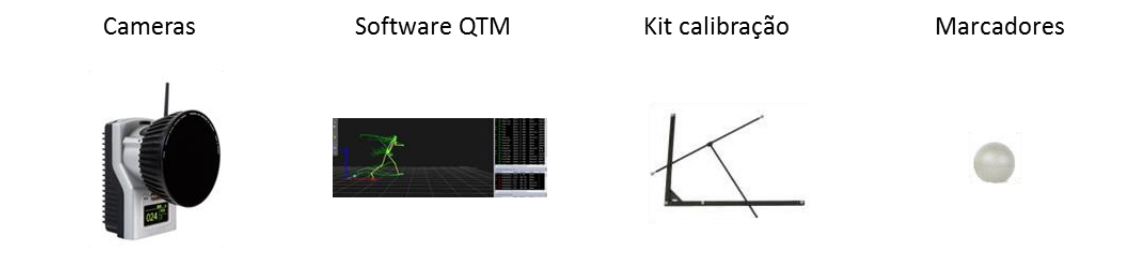


Figura 38 – Alguns componentes do Qualisys Track Manager (QTM)

a) O Hardware

As câmaras utilizadas foram a série OQUS 400 e a OQUS 310+. A comunicação entre câmaras é feita através de Ethernet (hub-less e daisy-chained).

b) Configuração das câmaras

Após terem sido ligadas as câmaras foram direcionadas para o espaço a fim de cobrir o volume (Figura 39) onde o remate ocorreu abrangendo o

momento de preparação do remate, o deslocamento para a bola e a sua trajetória.

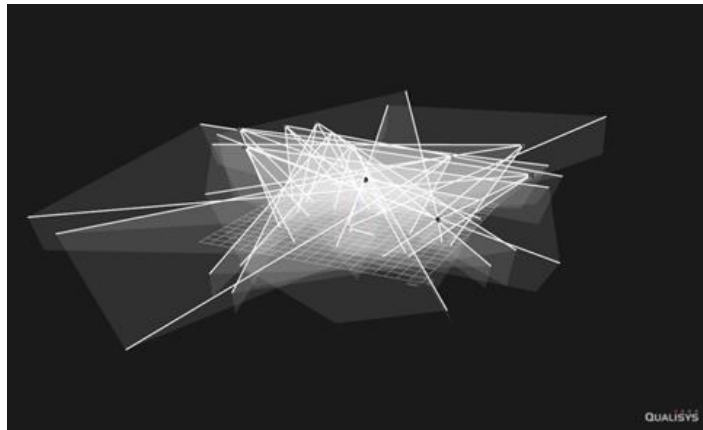


Figura 39 - Volume delimitado pelas câmaras de infravermelhos

c) O kit de calibração

O kit de calibração é constituído por uma ferramenta em forma de “L” e uma varinha em forma de “T”. Para a calibração do espaço foi determinado um período de tempo de 120s. Após posicionar a barra em formato de “L” no solo foram realizados uma série de movimentos sistematizados com a varinha no volume estimado para a realização dos remates a fim de definir o volume de calibração (Figura 40).



Figura 40 - Volume calibrado

4.1.3. VARIÁVEIS DE CONTEXTO

4.1.3.1. O POSICIONAMENTO DA BOLA EM PÉ

Para realização dos remates, com a bola sempre na mesma posição, criamos um artefacto (Figura 41) para assegurar o posicionamento paralelo, do seu plano transverso, em relação ao solo. Antes de cada remate a bola era colocada na respetiva posição (ponto assinalado com material adesivo colado ao chão que servia também para a estabilização da bola) e com ajuda do artefacto verificava-se se a linha do plano transverso (visível na bola) coincidia com os “identificadores de altura”. Após este procedimento a bola estava preparada para ser rematada.



Figura 41 – Posicionar a bola em pé – identificadores de altura

4.1.3.2. O PONTO DE IMPACTO DA TRAJETÓRIA VIRTUAL

Para encontrar o ponto de impacto da trajetória virtual, fixamos um transferidor numa pequena estrutura de madeira em “T” (Figura 27 e)), cujo centro foi colocado à altura do raio da bola (Figura 27 f)), esticamos um fio (Figura 27 b)) a passar pelo centro geométrico da bola até ao centro do alvo e determinamos o ponto de impacto, que permite definir o ângulo de ataque na bola para a trajetória virtual (Figura 27 d)).

4.1.3.3. O ALVO, A COORDENADA DE REMATE E A TRAJETÓRIA VIRTUAL DA BOLA

O alvo foi colocado a 0,90 m de altura, a 4,70 m de distância e a 0,5 na lateral relativamente à bola. O ponto de impacto da trajetória virtual estava

localizado na parte posterior na metade inferior esquerda, a 9,2 cm do solo. O ângulo de ataque desse ponto é 9,5 graus em relação ao centro do alvo.

A trajetória virtual é a linha reta imaginária que atravessa a bola no seu centro geométrico e prolonga-se até ao centro do alvo (Figura 42). Esta linha poderá ajudar na observação e análise dos remates reais, embora não seja uma trajetória real já que a bola tem uma trajetória de projétil (parabólica).

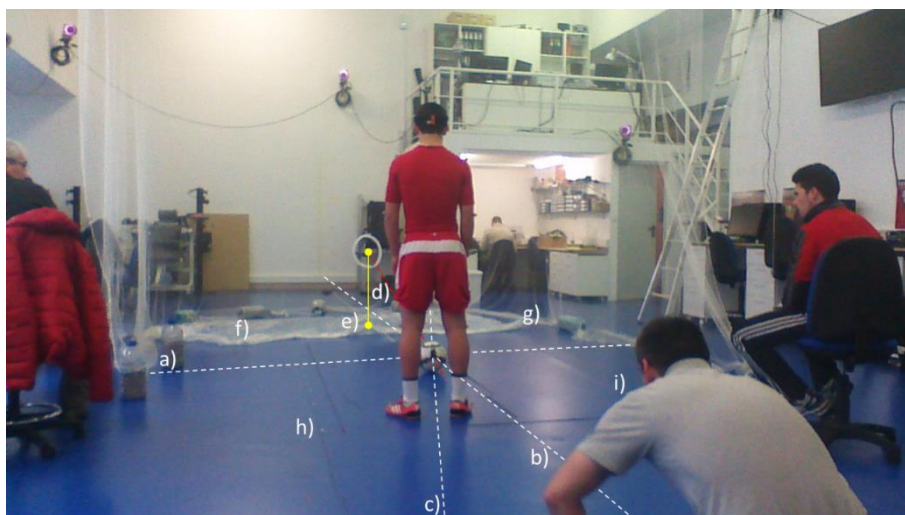


Figura 42 - Trajetória virtual. a) – Linha da bola, eixo dos YY' ; b) – linha da bola, eixo dos XX' ; c) – Projeção da linha do plano anatómico sagital; d) – Trajetória virtual; e) – Altura do centro do alvo; f) – Quadrante anterior Esquerdo; g) – Quadrante anterior direito; h) – Quadrante posterior esquerdo; i) – Quadrante posterior direito.

4.1.3.4. O IMPACTO

O impacto é o momento de aplicação da força, sendo um dos aspetos fundamentais do mecanismo de precisão, daí a necessidade de conhecer o local do impacto e da área do pé que o provocou. Conhecendo e identificando estes dois elementos podemos deduzir que condições estiveram reunidas para a bola seguir determinada direção (Figura 43).



Figura 43 - Momentos que antecedem o impacto

a) A marca do impacto

Para conhecer a marca do impacto do pé na bola aplicamos no pé do atleta um marcador - uma película autocolante - e sobre a sua superfície tinta (Figura 45). Quando o atleta atinge a bola, parte da tinta é transferida para a bola, marcando assim a área de impacto (Figura 44). No entanto deve referir-se que atingir determinado ponto/área na bola, por si só, não prediz a sua trajetória.

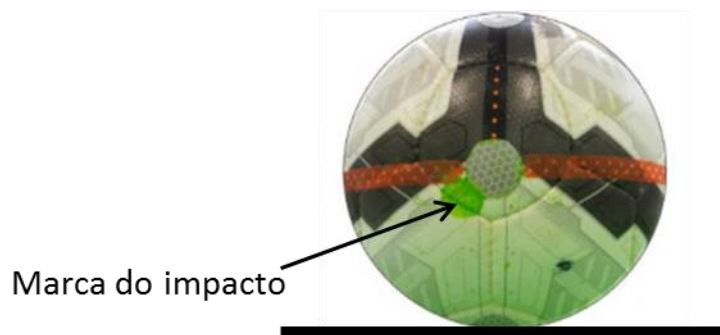


Figura 44 - Marca do impacto

4.1.3.5. APLICAÇÃO DO MARCADOR

A película autocolante foi aplicada sobre os cuneiformes (Figura 45)

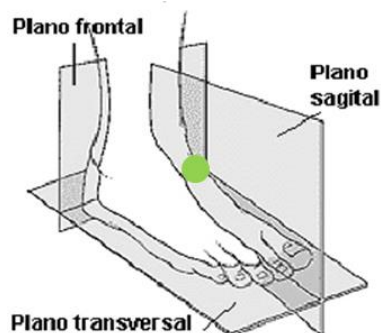


Figura 45 - Aplicação da marca, adaptado de (UFSC, 2004)

4.1.3.6. FOTOGRAFAR A MARCA DO IMPACTO

Após cada remate a bola foi recolhida e colocada sobre uma base, para não rolar e ser fotografada “em pé”, correspondendo ao posicionamento inicial da bola antes do impacto (Figura 46).



Figura 46 - Registo da marca de impacto da porção do pé na bola.

4.1.4. OBSERVAÇÃO

4.1.4.1. A PORÇÃO DO PÉ QUE ATINGE A BOLA

O pé no momento do impacto pode estar em diferentes posições e a marca na bola irá dar-nos informações acerca do local atingido pelos cuneiformes (Figura 47).



Figura 47 - Porção do pé que atinge a bola

Neste contexto podemos considerar que a quantidade de energia transferida para a bola durante o impacto irá depender da posição geral do corpo, da velocidade do pé no impacto, e do “canal” de transferência dessa energia, que é assegurado pela porção do pé que atinge a bola (Sterzing, 2010).

4.1.4.2. A ÁREA DA BOLA ATINGIDA PELO PÉ

Conhecendo a área da bola atingida pelo pé podemos estudar a relação causa/efeito, ou seja, a relação impulso/trajetória e estudar os mecanismos de precisão associados ao remate.

No remate real de bola parada, na generalidade dos casos, o pé do atleta não consegue chegar à bola de forma “plana”, dado o seu tamanho e a sua forma, pelo que atingir o ponto ótimo para uma trajetória teórica de projétil e aplicar um impacto com direção ao centro é sempre muito difícil. Contudo a tentativa de alcançar esse resultado leva os atletas a encontrar formas aproximadas ao paradigma teórico, o atleta procurará atingir a bola com o pé quase “plano” e simultaneidade de contacto, produzindo ligeira rotação da bola mas com predomínio da translação e onde o processo de deformação da bola é simétrico (Figura 48 e Figura 49). A exceção são os remates “com efeito”, onde o efeito Magnus é essencial para a bola descrever uma trajetória curva, sendo mandatário que a bola tenha rotação elevada em torno de um eixo vertical.



Figura 48 - Impacto verticalizado



Figura 49 - Impacto horizontal

4.1.5. PROTOCOLO DE REALIZAÇÃO DOS REMATES

Numa primeira fase o atleta observa e considera a sua posição em relação ao alvo, afastando-se depois para trás mantendo o alinhamento da porção do pé com o ponto de impacto na bola.

Este método baseia-se no pressuposto de que a porção do pé, em determinado momento do seu curso, irá encontrar a linha da trajetória real (ou virtual) que conduz ao ponto de impacto. Na Figura 50 figura está representada a trajetória virtual, que como vimos anteriormente constitui uma aproximação razoável à trajetória real apenas nos primeiros instantes de voo e para remates de curta distância e grande velocidade, que caracterizam os remates estudados neste trabalho.

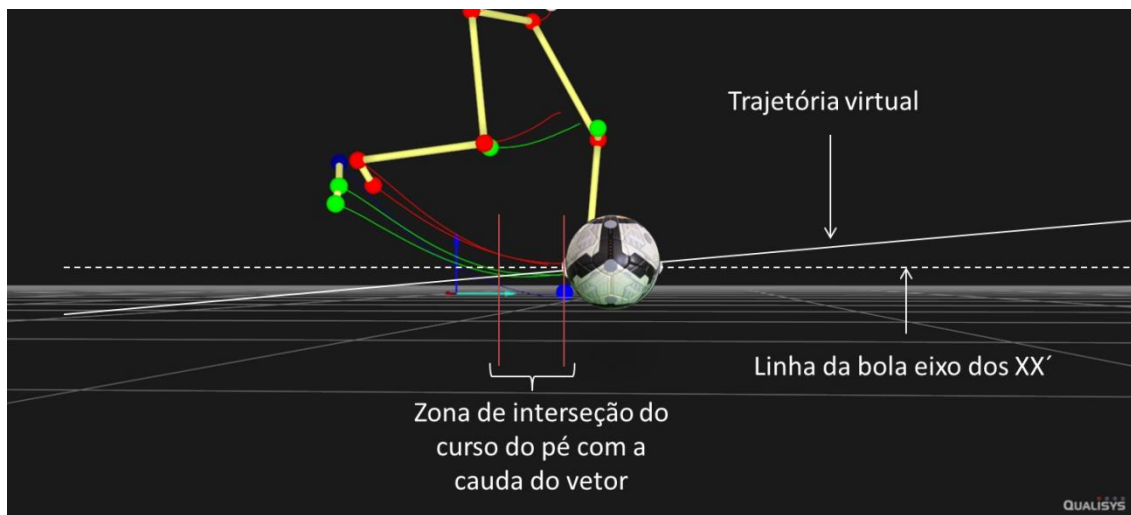


Figura 50 - Momento da interseção com a "cauda" do vetor virtual.

4.1.5.1. ETAPAS PARA A REALIZAÇÃO DO REMATE

Antes de tomar a posição para remate o atleta prepara-se posicionando os pés ligeiramente afastados e de forma paralela sobre a bola, nessa posição faz uma leitura da trajetória virtual, considerando a coordenada de remate e o alvo a atingir. Para proceder a essa avaliação o atleta imagina a linha do plano anatómico sagital a passar sobre a bola e em direção ao alvo (Figura 51).



Figura 51 – Etapas da realização do remate. A – Atleta sobre a bola, 1ª avaliação. B - Identificação com o pé da linha que atravessa o alvo. C - Início do deslocamento à retaguarda. D - Em posição para o remate.

Nessa posição ele observa o alvo, a partir da coordenada de remate, imaginando a trajetória virtual e o ponto de aplicação da força (Figura 51A).

De seguida, o atleta assinala (Figura 51B) com o pé dominante o sentido do afastamento, dado pela linha da trajetória virtual, levando em linha de conta o ponto de impacto.

Após efetuar este procedimento, recua para a posição inicial (Figura 51C) dois passos.

Na posição inicial o atleta mantém o pé de impacto alinhado com o ponto de aplicação da força.

Após estes procedimentos o atleta encontra-se em condições de avançar para a realização do remate (Figura 51D).

4.1.6. SÉRIES DE REMATES

Os atletas efetuaram uma série de 20 remates obedecendo ao método apresentado.

a) Remate com dois apoios

Remates não condicionados, onde se perspetiva a aplicação/otimização de um modelo para o remate certo (descrito acima), com 2 apoios.

Fase preparatória – Posição anatómica de base; avaliação da linha do plano sagital sobre a bola em direção ao alvo, recuo de dois apoios e manter a porção do pé em alinhamento com o ponto de impacto da trajetória virtual.

Sequência da fase que antecipa o impacto – Posição de base, avanço para o primeiro apoio, avanço para o segundo apoio, ao lado da bola e impacto (Figura 52).

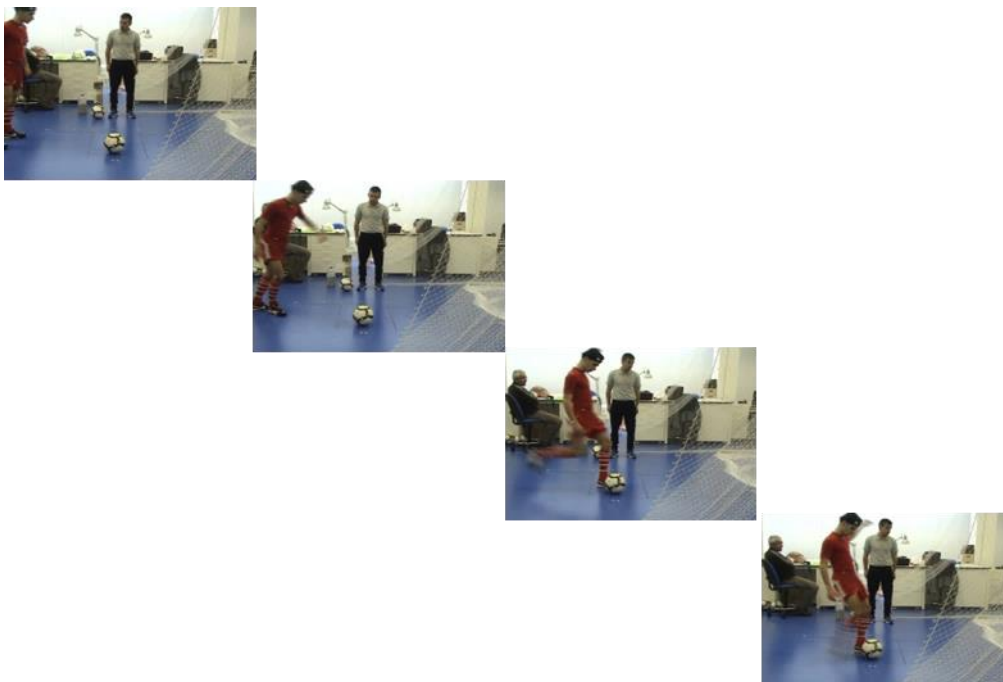


Figura 52 - Sequência de apoios até ao impacto

4.1.7. SELEÇÃO DOS REMATES

Foram considerados válidos todos os remates certos. Por sua vez, foram considerados certos todos os remates que atingiram o alvo, chutados da mesma coordenada de remate,.

4.1.8. EDIÇÃO DE DADOS

Considerando as variáveis cinemáticas do remate procedemos à observação dos dados em três momentos fundamentais:

- Quando o atleta contacta o solo com o pé de apoio pela primeira vez na última passada que antecede o impacto
- O desenrolar desse período até ao ponto em que a planta do pé assenta no solo
- A simultaneidade de movimentos ao nível do quadril, da perna de impacto e pé

Como referido anteriormente, os atletas tiveram que enviar a bola a um alvo a 4,70 metros de distância e à altura de 0,90 metros, o ângulo de saída da

trajetória virtual é de 9,5 graus e o ponto de impacto da trajetória virtual situa-se a 9,2 centímetros do solo na parte posterior da bola.

a) O primeiro contato do pé da perna de suporte no solo

Este primeiro contato ocorre ao nível do calcanhar. Quando o calcanhar toca o solo pela primeira vez a perna está esticada e a perna de impacto inicia a fase ascendente fletindo sobre a coxa e associando também a rotação lateral da pélvis e extensão do quadril.

b) O desenvolvimento do primeiro contato até ao assentar do pé da perna de suporte no solo.

Durante este período a perna de suporte quase esticada na totalidade começa a fletir, inclinar e assegurando o avanço dos restantes segmentos, enquanto que a perna de impacto continua fletida sobre a coxa e prestes a atingir o limite da sua ascensão relativa.

c) O pé de apoio assente no solo

Quando o pé de apoio se encontra totalmente assente no solo, este estabiliza, observam-se pequenos movimentos de ajuste da perna que nesta fase se encontra semifletida, o joelho avança ficando alinhado na direção da metade posterior da bola, enquanto que a perna de impacto atinge o momento mais alto da sua elevação à retaguarda.

d) A estabilização da perna de apoio e o início da fase descendente

Após a estabilização do pé da perna de apoio tem início a fase descendente da perna de impacto. Na fase descendente observa-se a coxa da perna de impacto avançar sendo bem perceptível este movimento pelo deslocamento do joelho, que vai ficar mais ou menos estabilizado sobre o plano frontal tangente da parte posterior da bola e em simultâneo ocorre o processo de extensão da perna e o início da rotação externa do pé em direção a um determinado ponto/área de impacto da bola.

4.1.8.2. AQUISIÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

Configurado o modelo AIM (Automatic Identification of Markers) do QTM para todos os remates em análise, estabelecemos para cada remate os diferentes momentos de observação correspondentes à última passada que antecede o impacto com início no primeiro contacto efetuado pelo calcanhar até ao momento do impacto. Após o estabelecimento destes momentos calcularam-se os valores de posição relativos a todos os marcadores aplicados nos membros inferiores dos atletas

Após estes procedimentos exportamos para os ficheiros Excel os valores de posição relativos a cada um dos remates e respetivos atletas. Para análise da informação selecionamos os valores afetos aos 3 momentos considerados na análise e exportamos os mesmos para as respetivas folhas de cálculo.

A análise estatística dos resultados consistiu na análise gráfica e na comparação dos valores médios para as coordenadas de posição, para cada um dos eixos XX' , YY' e ZZ' (relativos aos remates efetuados por cada atleta em estudo), através da análise de variância a um fator (Maroco, 2003), com um nível de significância de 0,05. A comparação múltipla das médias foi feita quando se obteve um F significativo, utilizando o teste post hoc HSD de Tukey.

Após calcular a média de posição da bola, procuramos inferir o seu significado comparando com os resultados médios das coordenadas de posição relativas ao momento três, por sua vez, para a hipótese 3 foi feita análise gráfica dos dados.

Para a construção gráfica, utilizou-se o programa Excel 2010 e para a análise estatística dos resultados utilizou-se o SPSS Ver. 20.

5. RESULTADOS

5.1. MEDIDAS DOS ATLETAS

O Quadro abaixo mostra algumas medidas antropométricas relevantes dos atletas.

Quadro 2- Medidas antropométricas dos atletas

Atletas	Altura dos atletas (cm)	*Altura da perna até ao joelho (cm)	*Altura da perna até à anca (cm)
1	174	47,40	86,25
2	178	47,65	90,60
3	173	44,05	84,35
4	176	44,80	86,60

*medidas obtidas pela leitura da distância entre o marcador do calcâneo, o epicôndilo e grande trocânter.

5.2. VALOR DA COORDENADA DE POSIÇÃO PARA A BOLA

A bola manteve-se sempre na mesma coordenada de remate. Usando os resultados de 10 sequências de remates obtiveram-se os valores médios para o ponto mais posterior do eixo ântero-posterior,: $x=-738,7 \pm 4,0$ mm; $y=676,7 \pm 4,1$ mm; $Z=88,8 \pm 5,2$ mm.

5.3. ANÁLISE DOS RESULTADOS DOS REMATES CERTEIROS

A percentagem de remates certos alcançados pelos 4 atletas encontra-se na Figura 53, sabendo que cada um cumpriu uma série de 20 remates com dois apoios.

O atleta número 1 atingiu o alvo 11 vezes alcançando assim 55% de precisão, o atleta 2, atingiu o alvo 12 vezes, alcançando 60% de precisão, o atleta 3, atingiu o alvo 14 vezes, alcançando 70% de precisão e o atleta 4, atingiu o alvo 11 vezes o que corresponde a 55% de precisão.

A observação dos resultados foi feita no local. Os remates eram considerados certos sempre que a bola entrava no alvo ou não entrando diretamente batia no aro do alvo pela parte de dentro.

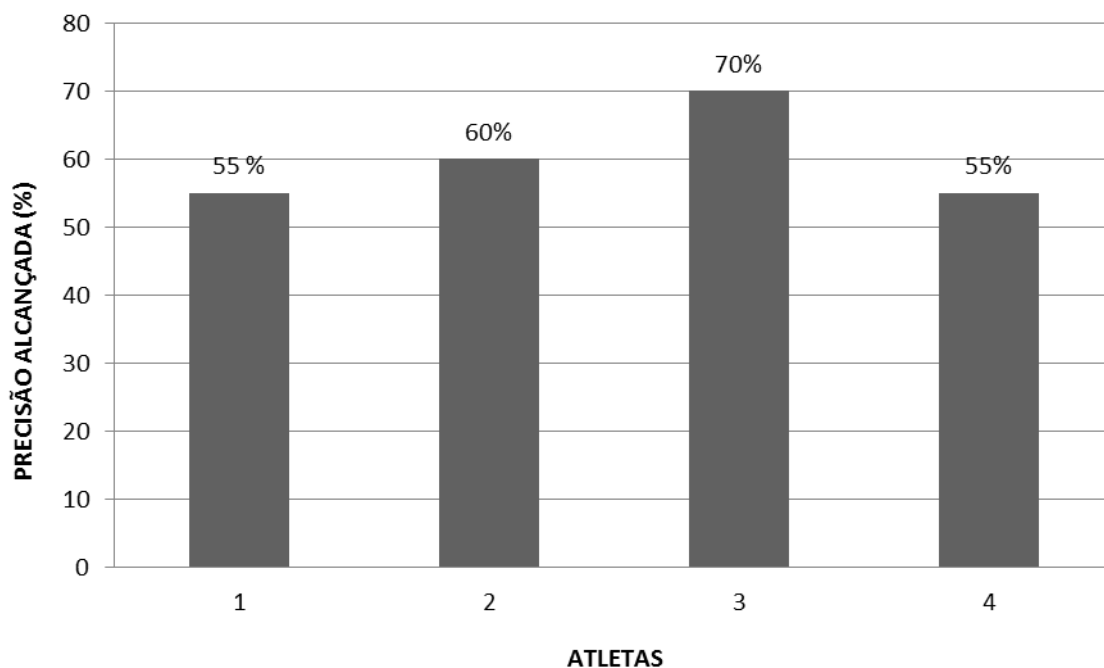


Figura 53 - Precisão alcançada

No restante deste capítulo os resultados apresentados dizem respeito apenas aos remates certos.

5.4. VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS XX' - MOMENTO DE IMPACTO

O valor de posição para o eixo dos XX' representa o deslocamento horizontal dos atletas no sentido da bola.

5.4.1. ANÁLISE DE RESULTADOS

2º Metatarso - Os valores obtidos apresentam diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,05$) entre os atletas em estudo (Quadro A1. 1 e Quadro A1. 2). O atleta 1 apresentou valores (-752 ± 11 mm) significativamente superiores ao atleta 4 (-711 ± 48 mm), não diferindo ambos dos restantes.

O 2º metatarso no atleta 1, em termos de posição, encontra-se muito à frente da mesma estrutura no atleta 4, sendo que o valor de posição do atleta 1 em relação ao 3 e 2 não apresenta diferenças estatisticamente significativas, assim como do atleta 4 para o 3 e para o 2 (Figura 54).

O valor médio da posição da bola (-739 ± 4 mm), no momento do impacto, é inferior em relação aos atletas 1 (-753 ± 13 mm) e 3 (-740 ± 13 mm) e superior ao valor médio dos atletas 2 (-730 ± 20 mm) e 4 (-712 ± 46 mm).

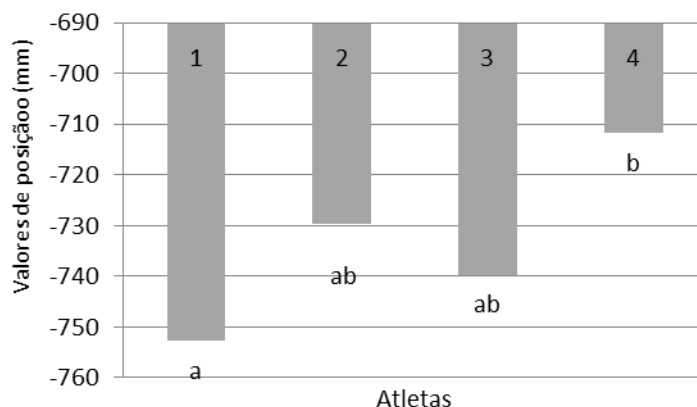


Figura 54 - Valores médios de posição no eixo dos xx', para o segundo metatarso, no momento do impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

5º Metatarso - Os valores obtidos revelaram diferenças estatisticamente significativas ($p < 0,01$) entre os atletas em estudo (Quadro A1. 4 e Quadro A1. 5). Não foi possível detetar diferenças estatisticamente significativas entre os atletas 1 e 2 (Figura 55) mantendo-se a mesma tendência de homogeneidade para os atletas 2, 3 e 4.

A posição desta estrutura no espaço, em termos de deslocamento horizontal, sobre o eixo dos XX' , no momento do impacto está mais avançada no atleta 1 (-695 ± 17 mm), seguido do atleta 2, (-669 ± 19 mm), depois do 3 (-666 ± 12 mm), e por último o atleta 4 (-645 ± 45 mm), (Figura 55, Quadro A1. 4).

O valor médio da coordenada de posição do 5º metatarso foi diferente em todos os atletas.

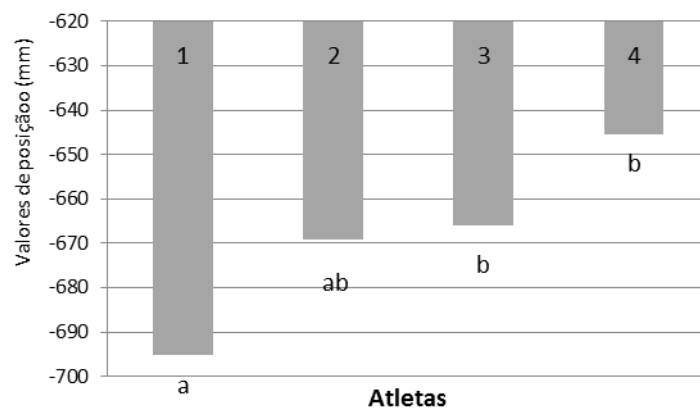


Figura 55 - Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o quinto metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Calcâneo - Comparados os valores médios do calcâneo, não se registaram diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 7).

Não obstante a homogeneidade do grupo para este parâmetro o atleta 2 apresenta valores (-645 ± 29 mm) superiores aos restantes atletas sendo o resultado do atleta três o mais baixo (-621 ± 18 mm) (Quadro A1. 7 e Figura 56).

O valor médio de todos os atletas (Quadro A1. 7) foi inferior ao valor médio da bola (-740 ± 4 mm).

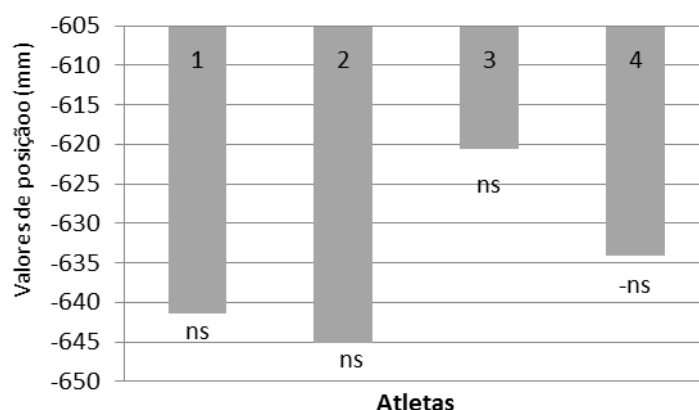


Figura 56 – Valores médios de posição no eixo dos xx', para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Maléolo lateral - Pela observação dos resultados referentes ao valor médio de posição na estrutura óssea do tornozelo (maléolo lateral), não houve diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 9 e Quadro A1. 10).

O valor mais elevado foi do atleta 3 (-633,8957 ±48,41951 mm), seguido do 2 (-633,4200 ±16,52209 mm), depois o 1 (-630,6727 ±12,44240 mm) e o 4 (-610,8682 ±46,50684 mm) (Quadro A1. 9 e Figura 57).

Em relação ao valor médio da bola (-739± 4 mm) os valores para todos os atletas (Quadro A1. 7) foram inferiores.

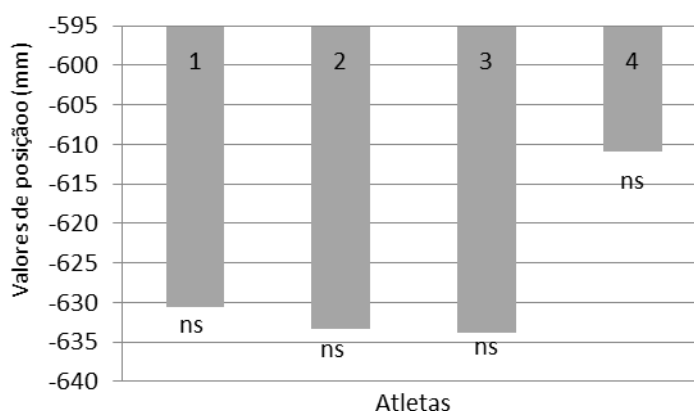


Figura 57 –Valores médios de posição no eixo dos xx', para o tornozelo (maléolo lateral), no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).

Epicôndilo lateral - Os resultados observados para o valor médio de posição nesta estrutura óssea (joelho) apresentam diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 12). Os valores foram superiores no atleta 3 (-760 ± 22 mm) (Quadro A1. 11) que se diferencia dos restantes atletas, sendo estes homogêneos entre si com os valores de -684 ± 45 mm, -696 ± 29 mm e -645 ± 76 mm para os atletas 1, 2 e 4 respetivamente (Figura 58).

Em relação ao valor médio da bola (-739 ± 4 mm), com exceção do valor médio do atleta 3 (-760 ± 22 mm) os restantes valores são mais baixos: atleta 1, (-696 ± 29 mm); atleta 2 (-684 ± 45 mm) e atleta 4 (-645 ± 76 mm) (Quadro A1.11).

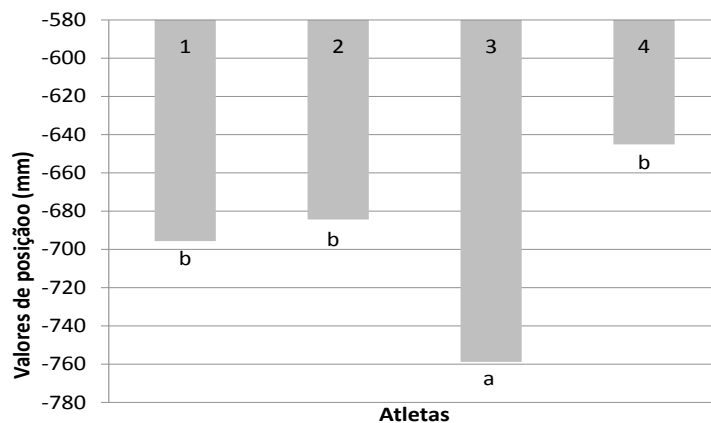


Figura 58 - Valores médios de posição no eixo dos xx' , para o joelho (epicôndilo lateral), no momento do impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

5.5. VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS YY' - MOMENTO DE IMPACTO

O valor de posição para o eixo dos YY' representa o deslocamento lateral em relação à bola, neste caso todos os atletas remataram com o pé direito, este deslocamento ocorreu sempre da esquerda para a direita.

5.5.1. ANÁLISE DE RESULTADOS

2º Metatarso – A análise de variância para os valores médios mostra que não existem diferenças estatisticamente significativas entre os atletas 1

(746±14 mm) e 2 (764 ±22 mm), entre o 2 e o 3 (770±8 mm), não obstante o atleta 3 diferir do 1 e do 4 e o 4 (794±23 mm) diferir dos restantes (Quadro A1.23 e Figura 59).

Os valores médios em relação ao valor médio de posição da bola (677±4 mm) são todos superiores.

O segundo metatarso no momento do impacto encontrava-se à direita no plano sagital da bola.

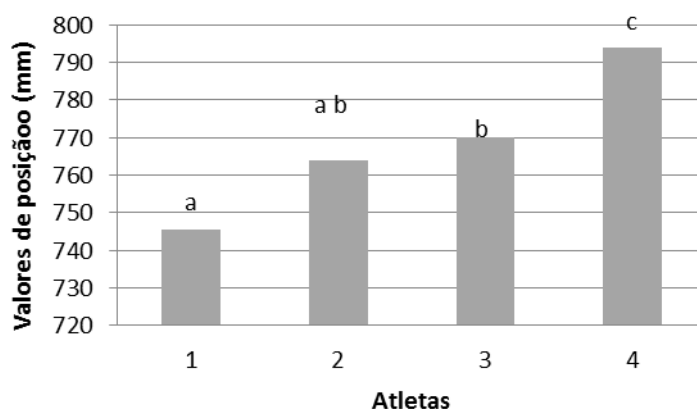


Figura 59 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o segundo metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

5º Metatarso - Observam-se diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1.27). O valor alcançado pelo atleta 1 foi o menos elevado (729 ±12 mm, Quadro A1.26 e Figura 60) e difere dos restantes. Os restantes atletas não apresentam diferenças estatisticamente significativas entre si .

Atendendo à coordenada de posição da bola (677±4.1 mm), o 5º metatarso no momento do impacto encontra-se à direita do centro da bola, na sua metade posterior.

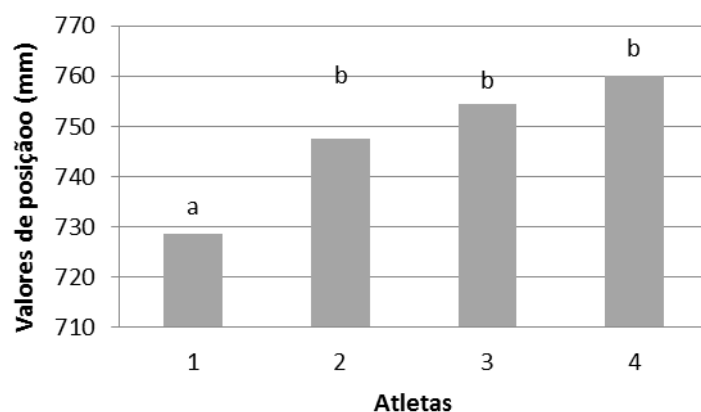


Figura 60 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o quinto metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Calcâneo - Os resultados observados apresentam diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1.30). Os atletas apresentam resultados diferentes entre si, com significado estatístico, exceto os atletas 2 e 3 (Figura 61). O valor mais elevado pertence ao atleta 3 (553 ± 6 mm, Figura 61).

A coordenada de posição da bola (677 ± 4 mm) é superior a todas as médias dos atletas (Quadro A1.29). Esta estrutura óssea no momento do impacto está posicionada à esquerda da bola, na metade posterior.

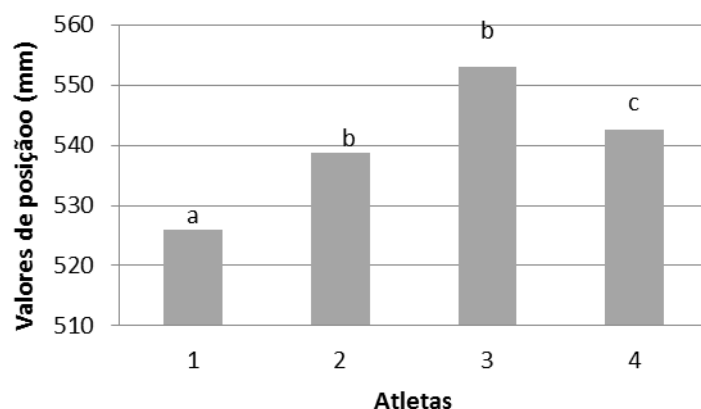


Figura 61 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Maléolo lateral - O tornozelo, estrutura identificada pelo marcador aplicado no maléolo lateral, apresenta diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1.33). O atleta 1 é diferente dos restantes, o atleta 2 apresenta diferenças com o atleta 3 assim como o 4 com o 2.

Os valores mais elevados foram alcançados pelo atleta 3 (629 ± 11 mm) e o mais baixo pelo atleta 1 (586 ± 8 mm, Quadro A1.32 e Figura 62).

Pelo valor de posição da bola (677 ± 4 mm) esta estrutura, no momento do impacto encontra-se na parte posterior da bola à esquerda do plano sagital da bola.

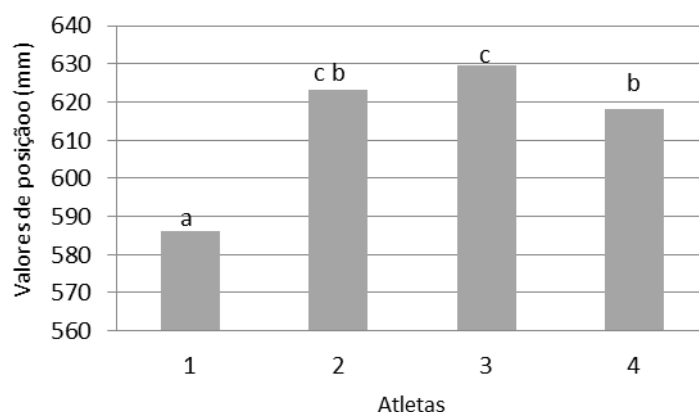


Figura 62 - Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o Maléolo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Epicôndilo lateral – O joelho, estrutura identificada pelo marcador no epicôndilo lateral, apresenta resultados com diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1.36), embora na comparação múltipla dos valores médios de posição esta diferença se acentue mais entre o grupo de atletas 1, 3 e 4 em relação ao 2 (Quadro A1.37).

O valor mais elevado foi encontrado no atleta 2 (707 ± 21 mm, Quadro A1.35 e Figura 63) e o menor no atleta 3 (646 ± 18 mm, Quadro A1.35).

Esta estrutura em relação ao valor da coordenada de posição da bola (677 ± 4 mm), encontra-se ligeiramente à esquerda do plano sagital, (Quadro A1.35).

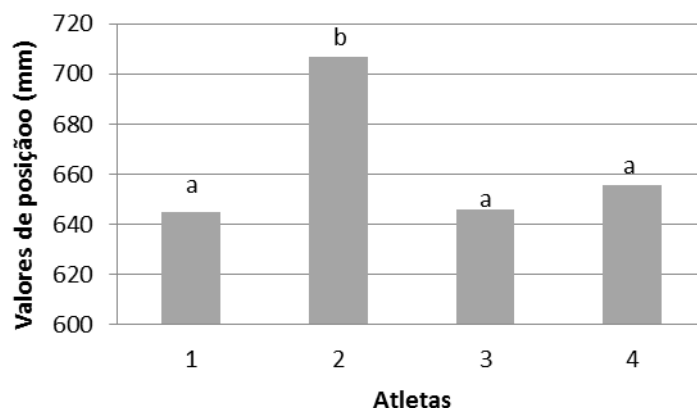


Figura 63 Valores médios de posição no eixo dos yy' , para o epicôndilo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

5.6. VALORES DE POSIÇÃO PARA O EIXO DOS ZZ' - MOMENTO DE IMPACTO

O valor de posição para o eixo dos ZZ' representa o deslocamento vertical em relação à bola.

5.6.1. ANÁLISE DE RESULTADOS

2º Metatarso - A análise dos resultados para esta estrutura do pé apresenta diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 48). Da comparação múltipla dos valores médios de posição, observou-se que os atletas 2 e 3; 3 e 1; 1 e 4 não apresentaram diferenças estatisticamente significativas entre si (Quadro A1. 49 e Figura 64). O maior valor médio pertenceu ao atleta 4 (59 ± 19 mm, Quadro A1. 47).

O valor médio de posição da bola (89 ± 5 mm) neste eixo foi superior a todos os valores médios dos atletas (Quadro A1. 47).

O 2º metatarso esteve abaixo da linha do plano transversal da bola.

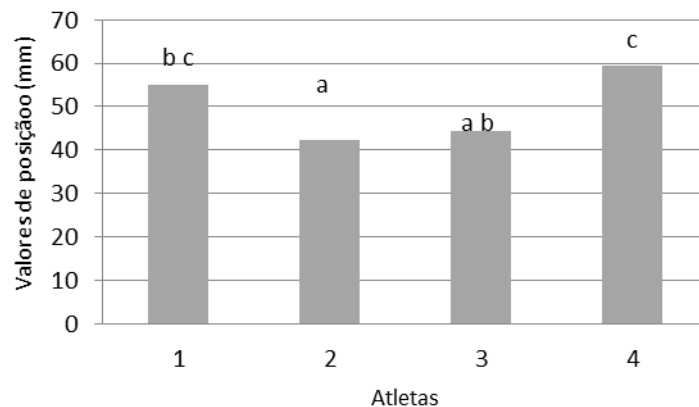


Figura 64 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o 2º metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

5º Metatarso - Existem diferenças estatisticamente significativas para este elemento (Quadro A1. 51).

A comparação múltipla dos valores médios de posição revela que o atleta 2 apresentou diferenças significativas em termos estatísticos em relação aos demais. O par formado pelos atletas 4 e 1 diferiu do 3 e 2.

O resultado mais elevado para o 5º metatarso foi registado pelo atleta 3 (67 mm Quadro A1. 50, Figura 66).

Em relação ao valor médio de posição da bola, os resultados mostram que o valor de posição da bola (89 ± 5 mm) também é superior ao dos restantes atletas (Quadro A1. 50), o 5º metatarso encontra-se portanto abaixo do eixo do plano transversal da bola.

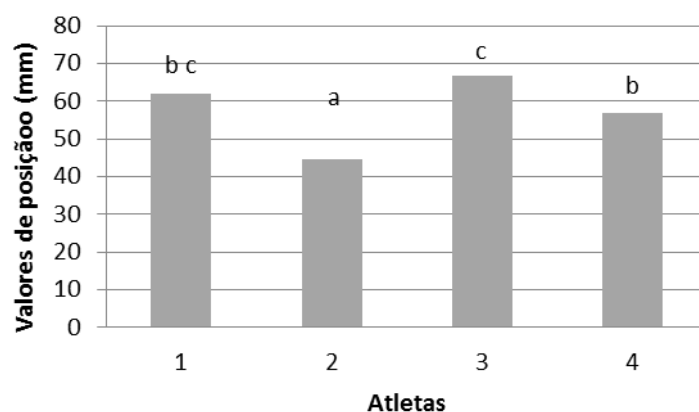


Figura 65 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o 5º metatarso, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Calcâneo - A posição do calcâneo revela diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 54). Os atletas 1, 4 e 2 não revelam diferenças entre si embora o 1 e o 4 sejam estatisticamente diferentes do 3 (Figura 66).

O valor das médias 69 ± 29 mm (Quadro A1. 53) leva a considerar que o calcâneo se encontra abaixo do plano transversal da bola no momento do impacto. O valor médio de posição da bola (89 ± 5 mm) é superior em todos os casos (Quadro A1. 53) exceto no atleta 3 (94 mm).

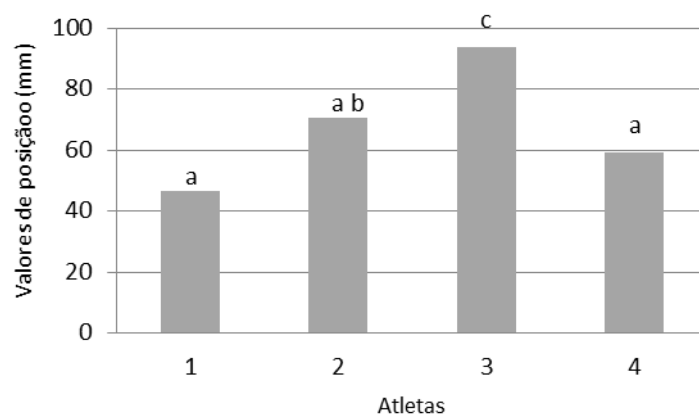


Figura 66 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o calcâneo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Maléolo lateral - Os resultados para o tornozelo, estrutura identificada pelo marcador no maléolo lateral, apresentam diferenças estatisticamente significativas (Quadro A1. 57).

Os valores apresentados mostram que o atleta 1 não é estatisticamente diferente do atleta 4 mas ambos são diferentes dos restantes, assim como os atletas 2 e 3 são diferentes entre si (Figura 67).

Os valores médios dos atletas (Quadro A1. 56) com exceção do atleta 4 (87 mm) são superiores ao valor médio de posição da bola (89 ± 5 mm).

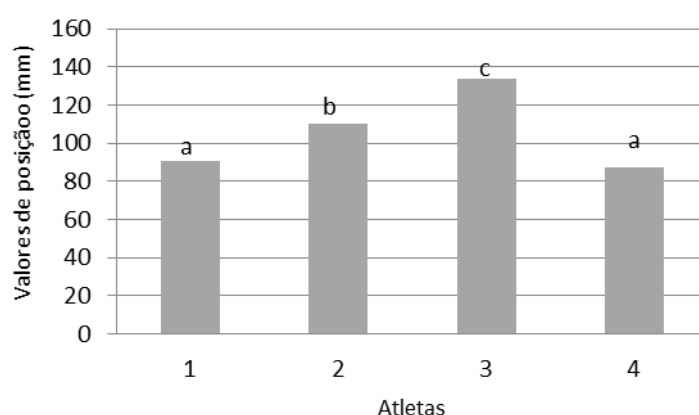


Figura 67 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o maléolo lateral, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD)

Epicôndilo lateral – A posição do joelho, na sua porção lateral, identificada pelo marcador no epicôndilo respetivo, apresenta diferenças estatisticamente significativas entre os atletas (Quadro A1.60).

Os valores de posição alcançados pelo par de atletas 1 e 2 são estatisticamente diferentes do par de atletas 3 e 4. Os valores alcançados pelos atletas 1 e 2 (Figura 68) são superiores ao par 3 e 4.

O valor médio de posição da bola (89 ± 5 mm) é inferior à posição do joelho para todos os atletas (Quadro A1.59) como seria de esperar.

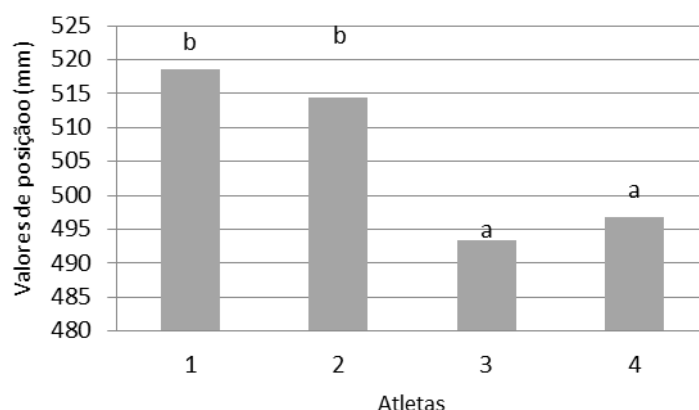


Figura 68 - Valores médios de posição no eixo dos zz' , para o epicôndilo, no impacto, na perna de impacto. Valores com a mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 0,05 (Tukey HSD).

5.7. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA POSIÇÃO RELATIVA DOS MARCADORES DO PÉ AO PONTO CENTRAL DA BOLA NO PLANO SAGITAL DA BOLA EM PÉ NA SUA METADE POSTERIOR - MOMENTO DE IMPACTO

O ponto mais posterior da bola, referido de forma livre como “ponto central posterior da bola” encontra-se na sua metade posterior no eixo ântero-posterior na proximidade do ponto de impacto real e do ponto da projeção da trajetória virtual para remates de curta distância e grande velocidade, que é o caso dos remates estudados neste trabalho. Quisemos observar os valores no momento do impacto de duas estruturas em particular, que denotam a segmentação do pé no plano sagital, são elas o 2º metatarso e o calcâneo. As figuras abaixo mostram as diferenças das respetivas estruturas ósseas em relação ao ponto central posterior da bola em pé na sua metade posterior.

5.7.1. ANÁLISE DA POSIÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM XX'

No momento do impacto o 2º metatarso, em relação à proximidade com o ponto central da bola em pé na sua metade posterior, em todos os atletas, encontrava-se em posições distintas: o atleta 1 a 14,1 mm do ponto central posterior da bola, o atleta 2 a -9,0 mm, o atleta 3 a 1 mm e o atleta 4 a -27,0 mm (Figura 69).

Os atletas com valores positivos têm a 2º metatarso mais próximos da bola e os atletas com valores negativos têm o 2º metatarso mais afastado da bola.

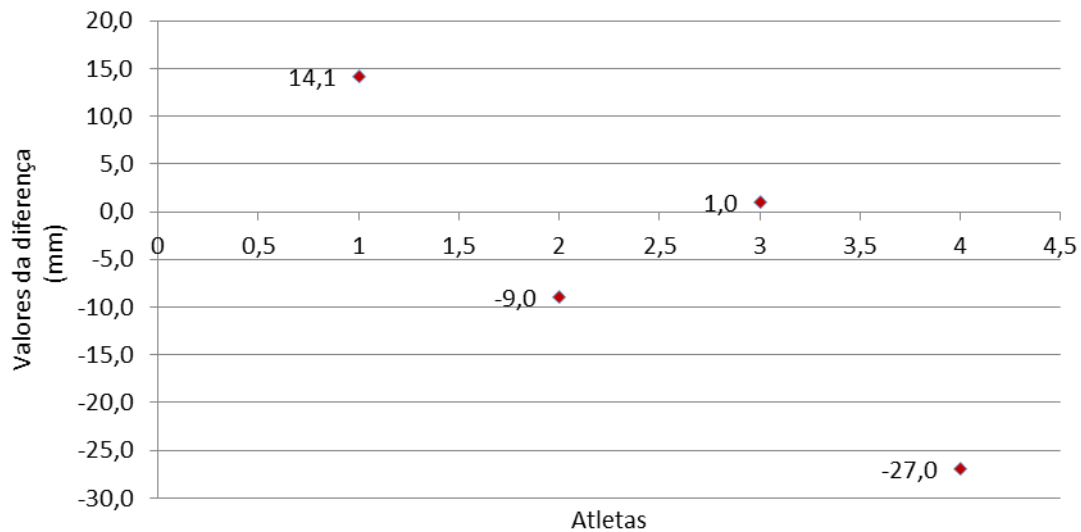


Figura 69- Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos XX'

No momento do impacto o calcâneo, em relação à proximidade com o ponto central da bola em pé na sua metade posterior, em todos os atletas, encontrava-se em posições muito próximas: o atleta 1 a -97,3 mm do ponto central posterior da bola, o atleta dois a -93,5 mm, o atleta 3 a -118,1 mm e o atleta 4 a -104,6 mm (Figura 70).

Os valores negativos do calcâneo indicam que em XX' esta estrutura, em todos os atletas, se manteve atrás do ponto mais posterior da bola.

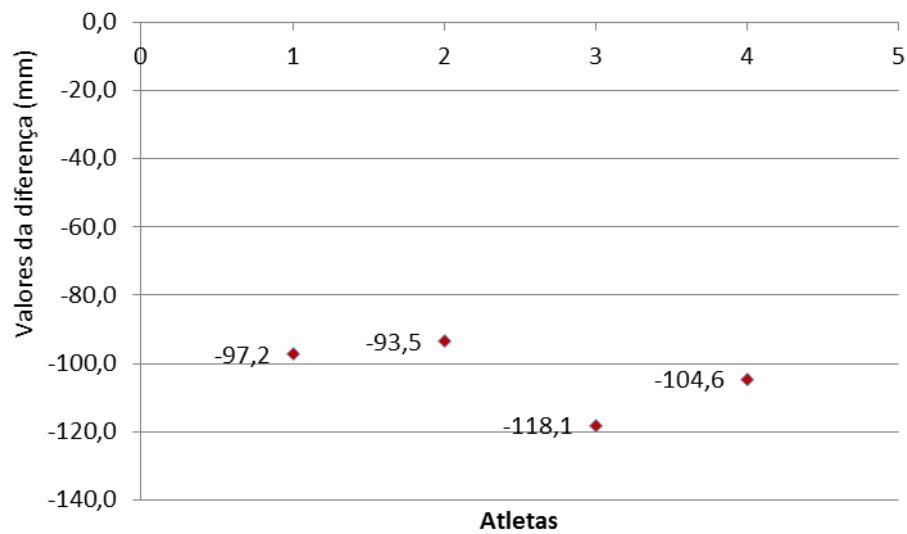


Figura 70 -Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos XX'

5.7.2. ANÁLISE DA APROXIMAÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM YY'

No momento do impacto a estrutura óssea do 2º metatarso encontravam-se à direita do ponto central posterior da bola. Todos os valores foram diferentes em todos os atletas. O 2º metatarso do atleta 1 encontrava-se a 71,6 mm do ponto central da bola na sua parte posterior, o do atleta 2 a 89,9 mm, o do atleta 3 a 96,2 mm e o do atleta 4 a 119,9 mm (Figura 71).

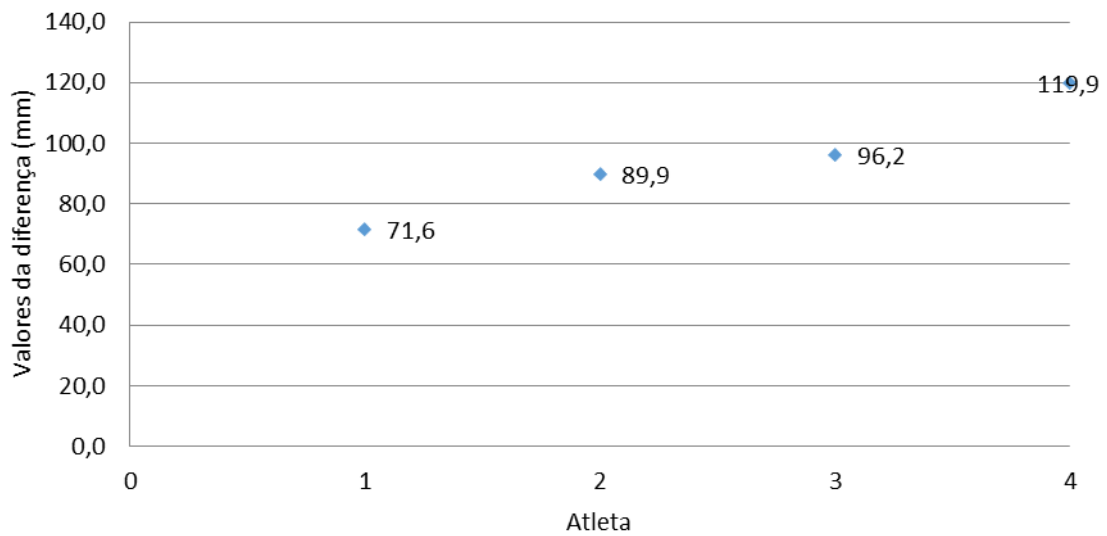


Figura 71 - Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos YY'

Relativamente à estrutura óssea do calcâneo, todos os valores foram negativos. A distância do marcador que assinala a posição do calcâneo em relação ao ponto central posterior da bola em pé do jogador 1 foi de -147,9 mm, do atleta 2, -135,2 mm, do atleta 3, foi de -121,0 mm, do atleta 4, foi de -131,5 mm (Figura 72).

No momento do impacto esta estrutura encontrava-se à esquerda do ponto central posterior da bola em pé.

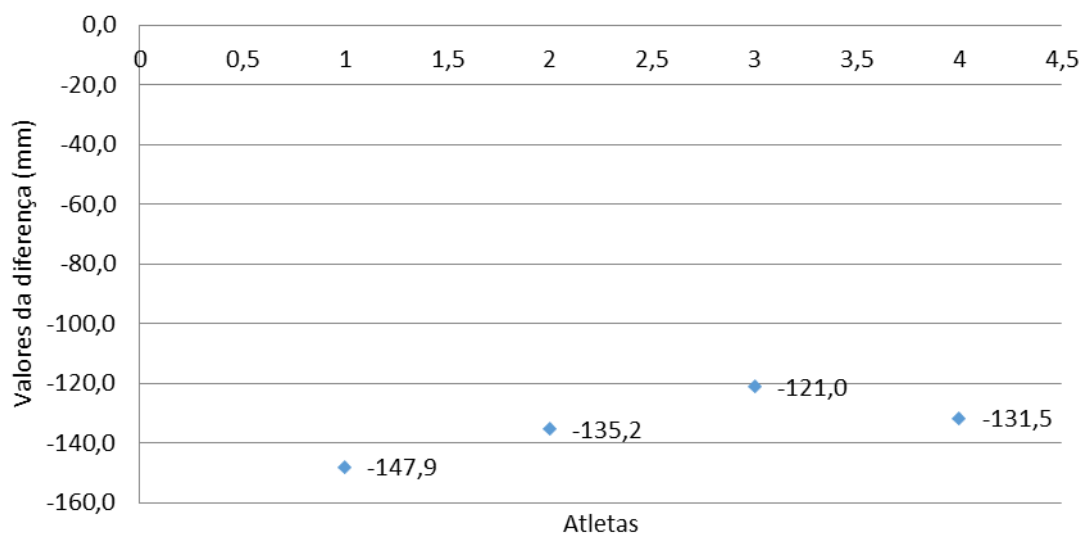


Figura 72 - Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos YY'

5.7.3. ANÁLISE DA APROXIMAÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM ZZ'

O 2º metatarso no momento do impacto no eixo dos ZZ' obteve valores sempre inferiores ao do ponto central da bola em pé na sua parte posterior. O valor do jogador 1 foi de 33,7 mm, do jogador 2, 46,4 do jogador 3, 44,4 mm e do jogador 4, 29,5 mm.

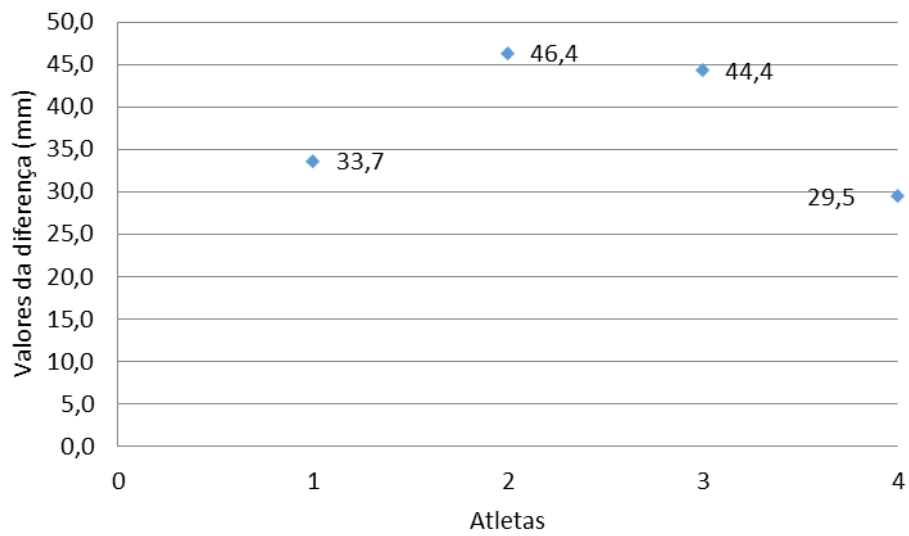


Figura 73 - Diferenças dos valores de posição do 2º metatarso em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos ZZ'

Para o calcâneo verificou-se a mesma tendência, todos valores foram inferiores em relação ao ponto central posterior da bola, com exceção do atleta 3 que obteve uma posição de -4,7 mm (Figura 74).

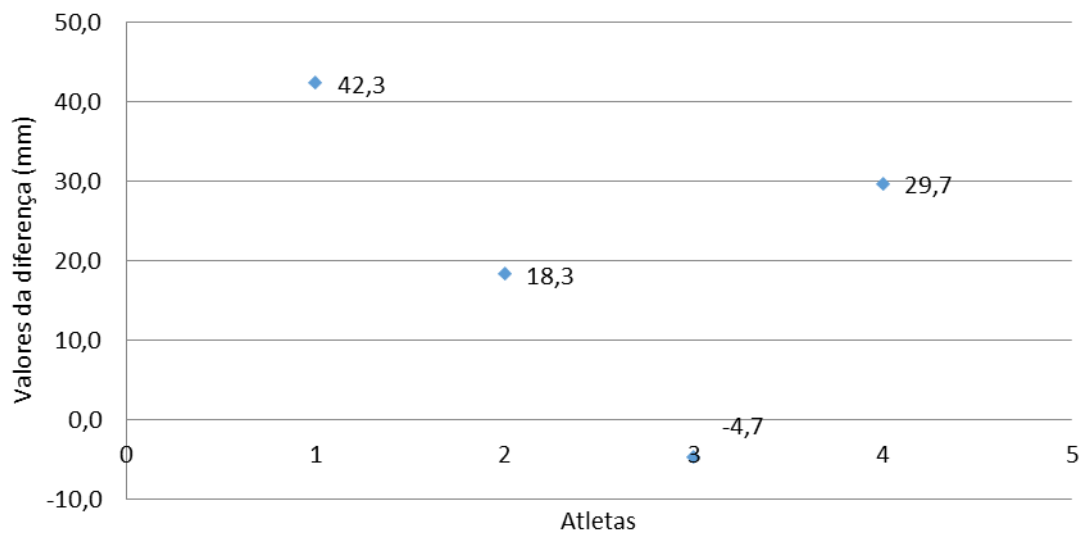


Figura 74 - Diferenças dos valores de posição do calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé na sua parte posterior, eixo dos ZZ'

5.7.4. VALORES MÉDIOS DAS DIFERENÇAS DOS VALORES DE POSIÇÃO DO 2º METATARSO E CALCÂNEO EM RELAÇÃO AO PONTO CENTRAL DA BOLA EM PÉ NA PARTE POSTERIOR NOS EIXOS DOS XX', YY' E ZZ''

O quadro abaixo apresenta os valores médios das diferenças dos valores de posição do 2º metatarso e calcâneo em relação ao ponto central da bola em pé localizado na sua metade posterior, na projeção do eixo ântero-posterior.

Quadro 3 – Médias e desvio padrão das diferenças dos valores de posição do 2º metatarso (RMT2) e calcâneo (RC) em relação ao ponto médio posterior da bola nos três eixos

	Valores em XX'		Valores em YY'		Valores em ZZ'	
	RMT2	RC	RMT2	RC	RMT2	RC
Média (mm)	-5,2	-103,4	38,5	21,4	38,5	21,4
Desv. Padrão (mm)	17,3	10,9	8,2	20,0	8,2	20,0

5.8. POSIÇÃO DO PÉ (2º METATARSO – CALCÂNEO) NO MOMENTO DO IMPACTO

As figuras abaixo mostram-nos as imagens gráficas da posição do pé (2º metatarso-calcâneo) no momento do impacto.

Não existem remates iguais, a observação das imagens revelam diferentes posições no momento do impacto.

5.8.1. PLANO TRANSVERSO

A forma como o pé atinge a bola, no momento do impacto, em todos os atletas, são posições oblíquas, com o avanço, em termos de posição, das estruturas anteriores do pé em relação ao calcâneo.

A variação da posição oblíqua do pé observa-se pelo valor do intervalo em XX' e YY'. Quanto maior o valor do intervalo em XX' menor o valor do intervalo em YY'.

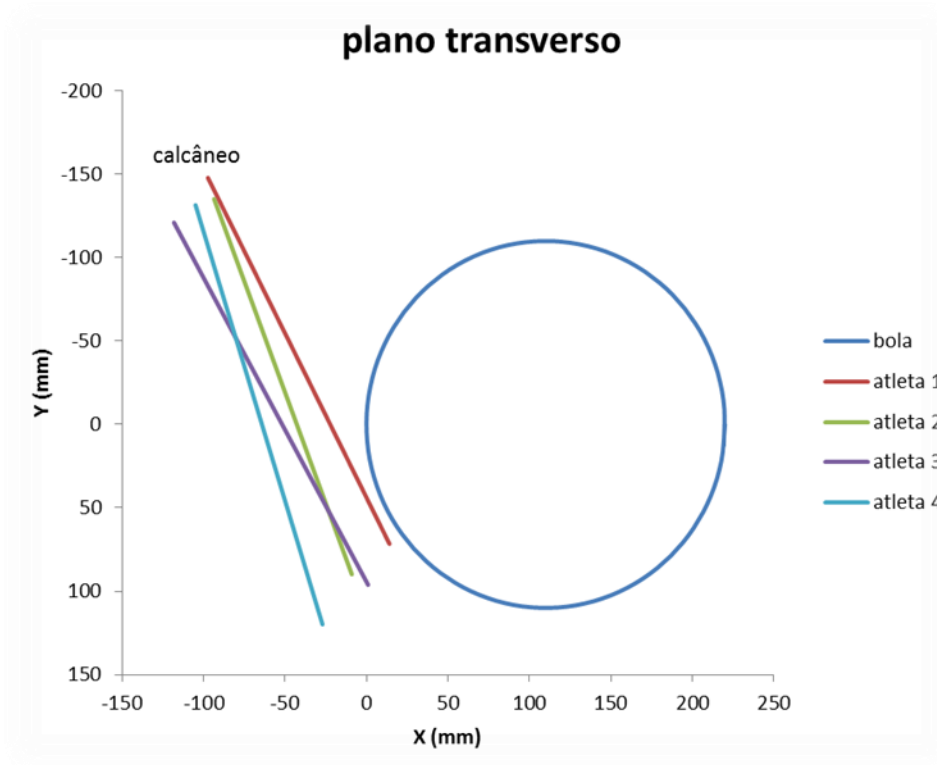


Figura 75 - Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano transversal

5.8.2. PLANO SAGITAL

No plano sagital pode-se observar a altura das estruturas do pé ao nível do eixo dos ZZ' e a componente do deslocamento horizontal, sobre o eixo dos XX'.

Da análise do gráfico (Figura 76) pode-se dizer que o pé dos atletas no momento do impacto atingiu a bola em quatro posições distintas, que podem ser classificadas em três categorias: oblíqua com elevação superior do calcâneo (atletas 2 e 3), horizontal (atleta 4) e oblíqua com elevação superior do 2º metatarso em relação ao calcâneo (atleta 1).

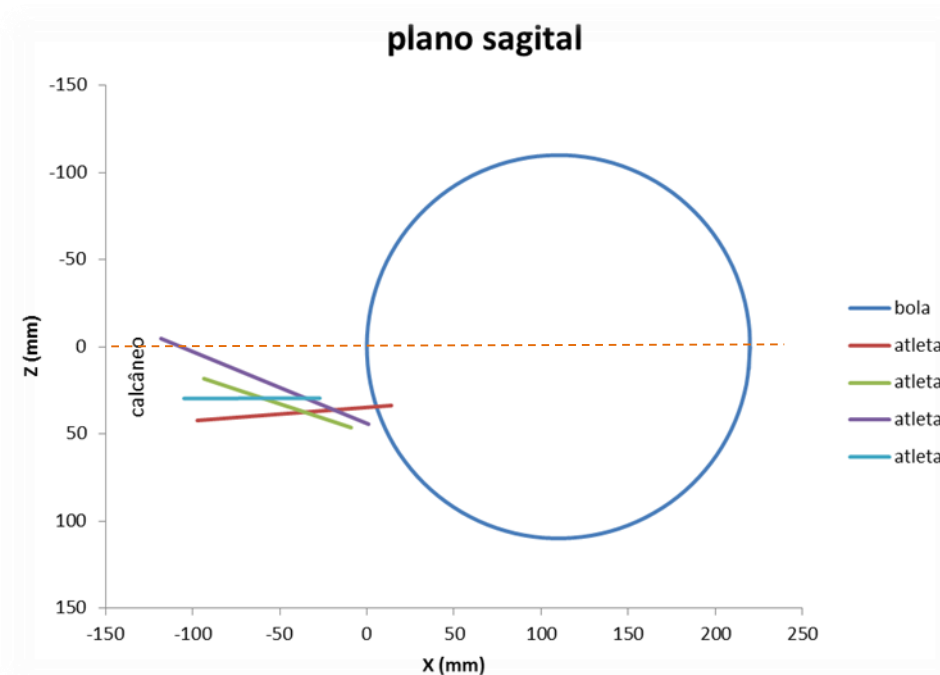


Figura 76- Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano sagital

5.8.3. PLANO FRONTAL

No plano frontal podemos observar a elevação do calcâneo em relação ao 2º metatarso e caracterizar a posição do pé no momento do impacto.

Pela observação gráfica a posição do pé do atleta 1 é oblíqua com elevação superior do 2º metatarso em relação ao calcâneo; a posição do pé, dos atletas 2 e 3, é oblíqua também, mas com elevação superior do calcâneo em relação ao 2º metatarso; a orientação do pé do atleta 4 é muito próxima da horizontal.

Neste plano observa-se, que o pé (compartimento medial) está quase todo envolvido no momento do impacto.

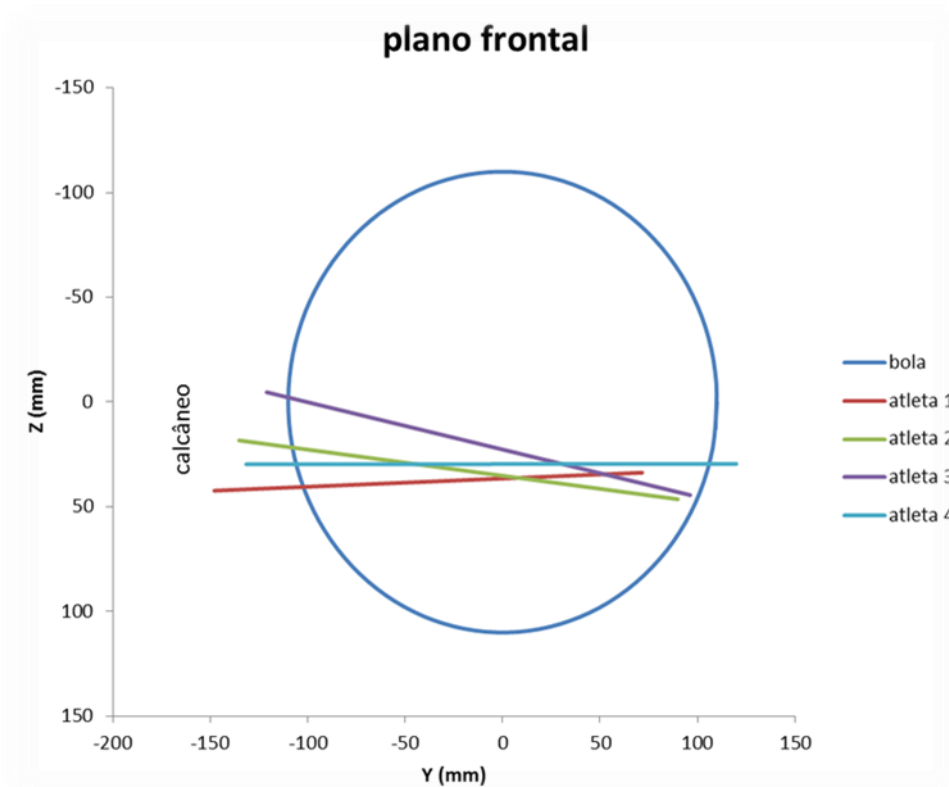


Figura 77 - Posição do pé (2º metatarso – calcâneo) no impacto, no plano frontal

5.9. ANÁLISE DOS RESULTADOS DA MARCA DE IMPACTO DO PÉ NA BOLA – MOMENTO DO IMPACTO

Foram observados 47 remates certos, os resultados da posição da marca de impacto foram distribuídos pelas seguintes categorias: 1) Metade inferior esquerda, próximo do centro; 2) Ao centro, (ponto do eixo ântero-posterior); 3) Sobre a linha do plano transversal da bola, próximo do centro; 4) Metade inferior esquerda afastada do centro; 5) Sobre a linha do plano transversal próximo do centro à direita; 6) Não identificados.

Quadro 4 – Resultados da localização da marca dos impactos do pé na bola

Local do impacto	Percentagem de casos
1) Metade inferior esquerda, próximo do centro	12,76
2) Ao centro, (ponto do eixo ântero-posterior)	21,27
3) Sobre a linha do plano transversal da bola, próximo do centro	17,02
4) Metade inferior esquerda afastada do centro	6,38
5) Sobre a linha do plano transversal próximo do centro à direita	29,78
6) Não identificados	12,76

Pela análise do quadro (Quadro) o ponto de momento 3, aplicado no cuneiforme, atinge em 29,8% a linha do plano transversal à direita próximo do centro da bola, 21,3% ocorreram ao centro, (este centro refere-se ao ponto do eixo ântero-posterior) situado na parte posterior da bola, 17,0% dos impactos daquela estrutura óssea acontecem sobre a linha do plano transversal da bola próximo do centro, 12,8% na metade inferior esquerda e 6,4% na metade inferior esquerda também, mas afastados do centro. Na categoria 6, os 12,76% refere-se a remates onde não foi possível identificar a marca da porção pé (cuneiformes) na bola.

6. DISCUSSÃO

Pela análise dos resultados, pode-se considerar que os valores de posição dos marcadores na perna de contacto, no momento de impacto, não são iguais nos remates certos. Na generalidade, os resultados revelam diferenças estatisticamente significativas, ao nível dos valores de posição, nos três eixos para os diferentes atletas. As diferenças observadas poderão indicar a existência de diferentes ângulos de ataque do pé em relação à bola, que permitem atingir com sucesso o mesmo alvo da baliza.

Os valores de posição das estruturas ósseas, identificados pelos marcadores aplicados no pé, em particular do 2º metatarso e calcâneo, não mantêm distâncias iguais relativamente ao ponto central da bola, localizado na metade posterior, no seu plano sagital, no momento do impacto. A este propósito, foi observado, que na componente horizontal, eixo dos XX' , os valores de posição, relacionados com o 2º metatarso, em relação ao ponto central identificado no plano sagital da bola, na sua metade posterior, se encontram em diferentes posições no momento do impacto. Na prática isto pode querer dizer, que o 2º metatarso quando está mais avançado, na componente horizontal, poderá contactar a bola primeiro e influenciar a sua trajetória. Quando não está tão avançado, pode até nem tocar a bola, (pelo menos no início do impacto), não tendo assim tanta influência ao nível da precisão. O valor médio encontrado levou-nos a pensar que neste tipo de remates o 2º metatarso poderá não interferir na direção da bola, podendo ser as estruturas anatómicas imediatamente acima, base do metatarso e cuneiformes, as mais envolvidas. Para o calcâneo verifica-se que os valores, neste eixo, são todos inferiores ao ponto central da bola. A aproximação dos valores, desta estrutura óssea ao ponto central da bola em pé, poderá sugerir, entre outras questões, o paralelismo do pé no momento do impacto. Quando o pé atinge a bola paralelamente ao plano frontal da bola, tendo em conta a sua rotação lateral, os valores destas duas estruturas anatómicas (calcâneo e metatarso) tendem a ser mais próximos neste eixo.

Ao nível da componente lateral, eixo dos YY' , que identifica os valores de posição dos marcadores aplicados no pé, em termos de largura, os resultados mostram que a estrutura do calcâneo esteve sempre à esquerda do ponto central

do plano sagital da bola em pé, enquanto que o 2º metatarso se manteve à direita. Ao conhecermos a posição do pé no momento do impacto, a leitura dos valores neste eixo, poder-nos-á informar se o impacto, entre estas duas estruturas anatómicas foi de maior amplitude ou mais “concentrado”. A maior amplitude refere-se ao pé quando está na horizontal e lateralizado, os valores em termos de largura, entre o calcâneo e o 2º metatarso, tendem a ser máximos. Ser mais concentrado pressupõe, que o pé se encontra noutras posições e nesses casos os valores entre estas estruturas são menores, podendo atingir quase valores nulos, se os planos anatómicos do pé estiverem paralelos aos planos da bola. Sendo a diferença de valores de posição, entre o calcâneo e o 2º metatarso mais ampla, é provável que o impacto do pé na bola em termos de área seja maior, ao invés, se o impacto do pé na bola é concentrado, a área abrangida poderá ser menor. A maior ou menor área do pé envolvida no impacto poderá também corresponder a uma menor ou maior intensidade dependendo da velocidade do pé no momento do impacto, da massa do pé, da pressão da bola e ponto da bola atingido.

Ao nível da altura, observada no eixo dos ZZ', os valores do 2º metatarso foram sempre abaixo da linha do plano transversal da bola, assim como os do calcâneo. Poder-se-á depreender a tendência do pé para a posição horizontal no momento do impacto, (exceto num atleta cujos valores ultrapassaram a linha do plano transversal da bola). Estas ocorrências poderão estar associadas ao facto dos atletas estarem a rematar a uma distância curta e ter-lhes sido pedido para rematar com intensidade baixa, privilegiando assim uma posição de ataque para os remates mais em “em jeito” que em força.

Paralelamente às observações gráficas, da diferença dos valores de posição do pé ao ponto central mais posterior da bola (mencionadas acima) foram observadas também as imagens da posição do pé no momento do impacto em relação aos três planos da bola: transversal, frontal e sagital. No plano transversal analisamos a variação da inclinação do pé no momento do impacto, pela leitura dos valores em YY' e XX'. Neste plano, o pé dos atletas atinge a bola sempre em posição oblíqua, sendo o antepé a porção mais avançada em todos eles. Quando o valor do intervalo aumenta em XX' diminui em YY'. No plano

sagital podemos observar a variação da inclinação do pé, pela leitura dos valores do calcâneo em relação ao 2º metatarso em XX' e em ZZ' . Desta observação verificou-se, que o pé dos atletas atinge a bola em três posições diferentes: oblíqua com elevação superior do calcâneo em relação ao 2º metatarso, horizontal e oblíqua com elevação do 2º metatarso em relação ao calcâneo. No plano frontal é possível observar o “enquadramento” do pé em relação aos limites da bola, sendo que quanto maior o valor do intervalo em YY' mais horizontal o pé está e quanto maior o intervalo em ZZ' mais oblíquo se encontra a posição do pé. Neste plano observou-se, que as extremidades do pé, balizadas pelo calcâneo e o 2º metatarso, “encaixam”, quase na totalidade, dentro do diâmetro da bola, identificando-se também três diferentes formas de atacar a bola, oblíqua com elevação do calcâneo, horizontal (ou muito próximo da horizontal) e oblíqua com elevação do metatarso em relação ao calcâneo.

A marca de tinta, colocada sobre os cuneiformes não atinge a bola sempre abaixo do seu plano transversal e no seu lado esquerdo, nos remates certos. Nem sempre a área dos cuneiformes (porção identificada pela tinta) atinge a bola abaixo do plano transversal, isso poderá indicar que a bola pode chegar ao alvo de formas diferentes em termos da sua trajetória e seus efeitos, conseqüentemente diferentes ângulos de ataque poderão também estar associados a este momento do remate. Relativamente aos resultados obtidos estes tendem a evidenciar níveis de diferenciação associados ao mecanismo de precisão no remate certo, pois, pelo que se observou, os resultados mostram que a porção do pé identificada com a tinta atingiu a bola, em pelo menos 5 secções distintas, para alcançar o mesmo resultado.

7. CONCLUSÕES E SUGESTÕES PARA FUTUROS ESTUDOS

Os resultados alcançados mostram, (1) a existência de diferenças estatisticamente significativas nos valores de posição das estruturas anatómicas do pé e perna de remate no momento do impacto para os remates certos; (2) que associado ao mecanismo de precisão, subsiste margem para variações na posição do pé no momento do impacto, relativamente aos planos e eixos da bola; (3) que essas variações poderão pressupor diferentes ângulos de ataque; (4) conseqüentemente, infere-se a possibilidade de coexistirem diferentes trajetórias para atingir com sucesso um mesmo alvo, da mesma coordenada de remate.

Todavia, das análises realizadas podemos depreender o valor de posição do pé em relação aos eixos e planos da bola. Através deste entendimento pode-se associar a realidade do estudo do mecanismo de precisão a uma metodologia para colher dados relevantes no âmbito dos trabalhos de investigação futuros. Foi nossa preocupação inicial aprofundar e estudar os referenciais que podem favorecer o entendimento dos elementos associados ao mecanismo de precisão do remate. Em síntese, pode-se considerar que as coordenadas de posição, a classificação da posição do pé no momento do impacto, em relação à coordenada de posição da bola e respetivo alvo, poderão constituir os elementos primários para obtenção de informação significativa inerente à precisão do remate.

Tal como demonstramos também no decorrer deste trabalho, o conceito de remate necessita de estar ligado aos modelos que explicam os fenómenos físicos, pelo que analisar o remate na perspectiva da aplicação de uma força e considerando a força como uma grandeza vetorial, parece-nos muito vantajoso no que concerne à interpretação de dados. Considera-se também que a exploração dos conceitos introduzidos: “trajetória virtual”, “cauda do vetor”, “linhas da bola”, “projeção das linhas dos planos anatómicos”, “referenciais de realização do remate”, “projeção do ponto de impacto”, “remate ao centro”, “remate fora do centro”, poderão auxiliar na interpretação da precisão do remate,

particularmente para os remates de curta distância e grande velocidade em que a diferença entre o ângulo de saída real e o ângulo de saída virtual é menor e em que o efeito Magnus (devido à rotação da bola) tem menos tempo para atuar levando também a um menor desvio da bola em relação à trajetória virtual. No entanto a utilização destes conceitos ainda precisa de ser cientificamente validada, já que no nosso estudo verificamos que a porção do pé identificada com a tinta atingiu a bola, em pelo menos 5 secções distintas, para alcançar o mesmo resultado.

Queremos também salientar que pelo avanço tecnológico observado nestes últimos anos as questões da cinemática e cinética do remate sofreram ou sofrerão grandes alterações, pelo que se sugerem trabalhos neste domínio em outro nível de aprofundamento, que permitam novas atualizações ao nível da sua caracterização. Em particular em relação aos padrões de movimento específicos do remate no que diz respeito à posição dos segmentos corporais, com particular enfoque para a caracterização do segmento pé e a forma como este ataca a bola, cuja informação à data é ainda pequena.

Todas estas informações são reveladoras da complexidade que subjaz ao mecanismo de precisão associado ao remate.

Para concluirmos, não podemos deixar de referir a importância de se desenvolverem equipamentos associados ao treino do remate, dada a metodologia associada à pesquisa que, em conjunto (metodologia e equipamentos) poderão ser um contributo para a valorização do processo didático-metodológico de aperfeiçoamento das técnicas de remate, bem como instrumentos úteis para as atividades correntes e futuras de investigação, não esquecendo que a utilização prática destes equipamentos pressupõe a facilidade e rapidez de utilização.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, C., & Rubino, G. (2004). A aerodinâmica da bola de futebol. *Revista Brasileira de Ensino da Física*, XXVI, 297-306.
- Amadio, A., & Serrão, J. (2007). Contextualização da biomecânica para a investigação. *Revista Brasileira Educação Física e Esporte, São Paulo*, XXI, pp. 61-85.
- Asai, T., Carré, M., Akatsuka, T., & Haake, S. (2002). The curve kick of a football I: impact with the foot. *Sports Engineering*, V, 183-192.
- Barfield, W. (1995). Effects of selected kinematic and kinetic variables on instep kicking with dominant and nondominant limbs. *Journal of Human Movement Studies*, 29, 251-272.
- Basumatary, S. (1998). *Biomechanical analysis of instep kick in soccer*. Victoria University, Department of Human Movement, Recreation and Performance. Melbourne: Victoria University.
- Bubanj, S., & al. (2010). Kinematics of accurate inside of foot kick. *Kinesiologia Slovenica*, XVI(1-2), 75–83.
- Carre, M. A. (2002). The curve kick of a football II: flight through the air. *Sports Engineering*, V, 193-200.
- Castelo, J. (1994). *Futebol, Modelo técnico-tático do jogo*. Lisboa: FMH.
- Castelo, J. (1996). *Futebol - A organização do jogo*. Lisboa: FMH.
- Damas, M., & Ketele, J.-M. (1985). *Observar para avaliar*. Coimbra: Livraria Almedina.
- Ferraz, R., Tillaar, R., & Marques, M. (2013). The effect of fatigue on kicking velocity in soccer players. *Journal of Human Kinetics*, XXXV(1), 97-107.
- Finnoff, J. T. (2002). A valid and reliable method for measuring the kicking accuracy of soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, V(4), 348-353. doi:http://dx.doi.org/10.1016/S1440-2440(02)80023-8
- Ismail, A., Mansor, M., Ali, M., Jafaar, & Makhtar, N. (2010). Biomechanical analysis of ankle force: A case study for instep kicking. *American Journal of Applied Sciences*, 7(3), 323-330.
- Júnior, W. (2003). *Padrão cinematográfico do chute em futebol*. Rio Claro: Instituto de Biociências do Campus de Rio Claro.

- Katis, A., Giannadakis, E., Kannas, T., Amiridis, I., Kellis, E., & Lees, A. (2013). Mechanisms that influence accuracy of the soccer kick. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, XXIII(1), 125-131.
- Kellis, E., & Katis, A. (2007). Biomechanical characteristics and determinants of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine*, VI, 154-165.
- Lees, A., & Nolan, L. (1997). The biomechanics of soccer: A review. *Journal of Sports Sciences*, XVI(3), 211-234.
- Leite, J. (2002). *A força muscular e a velocidade da bola*. Porto: Faculdade Ciência Desporto e Educação Física.
- Majelan, A., Farhad, R.-N., Norasteh, A., & Arsalan, D. (2011). The effects of approach angle and target position on instep kicking accuracy and ball speed with skilled soccer players. *Sport SPA*, VIII(2), 35-39.
- Maroco, J. (2007). *Análise estatística - Com utilização do spss*. Lisboa: Edições Sílabo, Lda.
- Nunome, H., Asais, T., Ikegami, Y., & Sakurai, S. (2002). Three-dimensional kinetic analysis of side-foot and instep soccer kicks. *Medicine & science in Sports & Exercises*, 34(12), 2028-2036. doi:DOI: 10.1249/01.MSS.0000039076.43492.EF
- Nunome, H., Shinkai, H., & Ikegam, Y. (2012). Ball impact kinematics and dynamics in soccer kicking. *30th Annual Conference of Biomechanics in Sports* (pp. 35-42). Melbourne: ISBS - Conference Proceedings Archive.
- Paulo Oliveira, R. C. (2011). *Biomecânica do chute no futebol*. Góias: Universidade Estadual de Góias.
- Pestana, M. e. (2003). *Análise de dados para ciências sociais - A complementaridade do spss*. Lisboa: Edições Síbaló, Lda.
- Pina, J. (1995). *Anatomia da locomoção*. Lisboa: Lidel.
- Rice, U. (2014). *Bones of the lower limb*. Fonte: Anatomy & Physiology: http://cnx.org/contents/14fb4ad7-39a1-4eee-ab6e-3ef2482e3e22@7.1:53/Anatomy_&_Physiology#fig-ch08_04_04
- Sakamoto, K., & Asai, T. (2013). Comparison of kicking motion characteristics at ball impact between female and male soccer players. *International Journal of Sports Science & Coaching*, VIII(1), 63-76.

- Scurr, J., & Hall, B. (2009). The effects of approach angle on penalty kicking accuracy and kick kinematics with recreational soccer players. *Journal of Sports Science and Medicine*, VIII(2), 230-234.
- Shinkai, H., Nunome, H., Ikegami, Y., & Isokawa, M. (2007). Ball-foot interaction in impact phase of instep soccer kick. *Journal of Sports Science and Medicine, Suppl. X*, 26-29.
- Shinkai, H., Nunome, H., Isokawa, M., & Ikegami, Y. (2008). Ball impact dynamics of instep soccer kicking. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 41(4), 889-97. doi:10.1249/MSS.0b013e31818e8044
- Sterzing, T. (2010). Kicking in soccer. In: M. Soccer (Ed.), *XXVIII International Symposium of Biomechanics in Sports*, (pp. 42-45). Marquette.
- Tavana, R., & Rodano, R. (1993). Three-dimensional analysis of the instep kick in professional soccer players. (T. Reilly, J. Clarys, & A. Stibbe, Eds.) *Science and Football II*, 357-361.
- UFSC, H. U. (2004). *Cinesiologia*. Fonte: Anatomia e Cinesiologia di pé: <http://www2.fm.usp.br/fofito/fisio/pessoal/isabel/biomecanicaonline/index.php>

9. ANEXOS

Anexo I

Parâmetros estatísticos relativos aos valores de posição nos eixos XX' , YY' e ZZ'

Valores médios de posição no eixo dos XX', referentes ao impacto
Perna direita - Segmento de Impacto

Quadro A1. 1– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	-752,8264	11,98916	3,61487	-765,04	-724,73
2	12	-729,7167	19,71203	5,69037	-765,37	-695,73
3	14	-739,7036	12,75992	3,41023	-758,79	-711,19
4	11	-711,7182	45,83016	13,81831	-751,15	-585,60
Total	48	-733,8008	28,75648	4,15064	-765,37	-585,60

Quadro A1. 2– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	10033,715	3	3344,572	5,104	,004**
Within Groups	28832,239	44	655,278		
Total	38865,953	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 3- Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	-752,8264	
3	14	-739,7036	-739,7036
2	12	-729,7167	-729,7167
4	11		-711,7182
Sig.		,139	,051

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 4 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o quinto metatarso direito no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	-695,2527	17,33556	5,22687	-717,59	-660,63
2	12	-669,0133	19,12821	5,52184	-702,24	-635,12
3	14	-665,9543	11,96117	3,19676	-682,15	-638,48
4	11	-645,4191	44,78752	13,50395	-691,17	-521,74
Total	48	-668,7273	30,16738	4,35429	-717,59	-521,74

Quadro A1. 5– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13824,216	3	4608,072	7,004	,001***
Within Groups	28949,114	44	657,934		
Total	42773,331	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 6 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	-695,2527	
2	12	-669,0133	-669,0133
3	14		-665,9543
4	11		-645,4191
Sig.		,075	,128

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 7 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o calcâneo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
--------	---	------	----------------	------------	---------	---------

1	11	-641,4955	14,91154	4,49600	-663,16	-609,70
2	12	-645,1692	28,71813	8,29021	-684,08	-594,90
3	14	-620,5879	18,14225	4,84872	-643,60	-587,70
4	11	-634,0691	52,36449	15,78849	-678,00	-492,42
Total	48	-634,6140	31,82738	4,59389	-684,08	-492,42

Quadro A1. 8– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4615,361	3	1538,454	1,574	,209 ^{ns}
Within Groups	42994,813	44	977,155		
Total	47610,174	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 9 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX' , para o maléolo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
	11	-630,6727	12,44240	3,75152	-643,92	-599,34
	12	-633,4200	16,52209	4,76952	-656,43	-609,24
	14	-633,8957	48,41951	12,94066	-796,60	-595,55
	11	-610,8682	46,50684	14,02234	-650,67	-479,29
total	48	-627,7610	35,96721	5,19142	-796,60	-479,29

Quadro A1. 10– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao maléolo direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4143,478	3	1381,159	1,073	,370 ^{ns}
Within Groups	56657,606	44	1287,673		
Total	60801,083	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 11– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	-695,6427	28,61834	8,62875	-756,57	-662,91
2	12	-684,3417	44,80088	12,93290	-753,96	-630,04
3	14	-758,8707	20,77793	5,55313	-798,74	-701,95
4	11	-645,1200	76,01878	22,92052	-820,41	-567,92
Total	48	-699,6808	61,62103	8,89423	-820,41	-567,92

Quadro A1. 12 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	84796,768	3	28265,589	13,277	,000 ^{***}
Within Groups	93669,329	44	2128,848		
Total	178466,096	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 13 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	14	-758,8707	
1	11		-695,6427
2	12		-684,3417
4	11		-645,1200
Sig.		1,000	,050

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 14– Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o grande trocânter direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	-549,3636	33,16152	9,99858	-609,05	-502,44
2	12	-464,8808	30,68331	8,85751	-510,09	-425,82
3	14	-542,8436	19,48138	5,20662	-583,91	-497,49
4	11	-426,8600	95,27664	28,72699	-624,83	-333,80
Total	48	-498,2675	71,91394	10,37988	-624,83	-333,80

Quadro A1. 15 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao grande trocâter direito, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	126002,708	3	42000,903	15,787	,000***
Within Groups	117063,189	44	2660,527		
Total	243065,897	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 16 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao grande trocâter direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	-549,3636	
3	14	-542,8436	
2	12		-464,8808
4	11		-426,8600
Sig.		,990	,289

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 17 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para a espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
	11	-598,0700	33,80135	10,19149	-655,34	-549,49
	12	-477,2342	27,57052	7,95892	-516,92	-441,52
R	14	-593,5200	19,80556	5,29326	-635,79	-549,99
ASIS_Y	11	-479,1855	102,37815	30,86817	-690,51	-376,79
total	48	-539,2896	79,20170	11,43178	-690,51	-376,79

Quadro A1. 18 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	165127,711	3	55042,570	18,673	,000***
Within Groups	129699,028	44	2947,705		
Total	294826,739	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 19 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	-598,0700	
3	14	-593,5200	
4	11		-479,1855
2	12		-477,2342
Sig.		,997	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 20 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos XX', para o sacro, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
--------	---	------	----------------	------------	---------	---------

1	11	-482,8536	30,54677	9,21020	-528,12	-445,00
2	12	-423,6833	23,73415	6,85146	-450,78	-374,08
3	14	-470,7721	18,47630	4,93800	-507,44	-441,23
4	11	-393,9891	83,96805	25,31732	-560,62	-285,84
Total	48	-444,1725	56,41328	8,14256	-560,62	-285,84

Quadro A1. 21 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos XX', relativa ao sacro, no impacto.

Origin of variance	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5910	3	197	ε	,000***
	3,899		01,300	,582	
Within Groups	9047	4	205		
	1,659	4	6,174		
Total	1495	4			
	75,558	7			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 22 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos XX' referentes ao sacro, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	11	-482,8536		
3	14	-470,7721	-470,7721	
2	12		-423,6833	-423,6833
4	11			-393,9891
Sig.		,915	,069	,391

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,235. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Valores médios de posição no eixo dos YY'', referentes ao impacto

Perna direita - Segmento de Impacto

Quadro A1. 23 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
--------	---	------	----------------	------------	---------	---------

1	11	745,5764	14,04452	4,23458	722,97	764,97
2	12	763,8883	22,15399	6,39531	722,73	790,15
3	14	770,1793	7,76886	2,07631	757,07	781,41
4	11	793,9073	23,10693	6,96700	766,42	836,86
Total	48	768,4060	23,82146	3,43833	722,73	836,86

Quadro A1. 24 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY', relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	11	745,5764		
2	12	763,8883	763,8883	
3	14		770,1793	
4	11			793,9073
Sig.		,066	,817	1,000

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 25 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2	20	40,7490	
3	11	46,9645	46,9645
1	19		55,1605
4	27		55,4789
Sig.		,392	,140

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 26 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o quinto metatarso direito no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	728,7473	12,00812	3,62058	712,85	748,34
2	12	747,6400	13,50495	3,89854	724,39	765,07
3	14	754,3229	5,55736	1,48527	745,08	766,57
4	11	760,1464	14,76139	4,45073	741,83	784,09
Total	48	748,1256	16,17022	2,33397	712,85	784,09

Quadro A1. 27 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	6260,715	3	2086,905	15,231	,000***
Within Groups	6028,651	44	137,015		
Total	12289,366	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 28 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	728,7473	
2	12		747,6400
3	14		754,3229
4	11		760,1464
Sig.		1,000	,058

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 29 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o calcâneo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	526,0509	8,58259	2,58775	513,11	539,84
2	12	538,8158	7,28059	2,10172	527,93	550,77
3	14	553,0286	6,35971	1,69970	544,33	565,03
4	11	542,5000	14,26946	4,30240	521,29	566,34
Total	48	540,8802	13,40594	1,93498	513,11	566,34

Quadro A1. 30 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4565,148	3	1521,716	17,249	,000***
Within Groups	3881,657	44	88,219		
Total	8446,805	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 31 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao calcâneo direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	11	526,0509		
2	12		538,8158	
4	11		542,5000	
3	14			553,0286
Sig.		1,000	,775	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 32 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o maléolo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	586,0791	8,28753	2,49878	571,56	597,01
2	12	623,2758	6,50098	1,87667	614,35	634,20
3	14	629,4421	10,94977	2,92645	598,14	644,38
4	11	618,0127	12,71884	3,83488	592,85	632,33
Total	48	615,3440	19,22143	2,77437	571,56	644,38

Quadro A1. 33 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao maléolo direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	13036,702	3	4345,567	44,178	,000***
Within Groups	4328,078	44	98,365		
Total	17364,779	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 34 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao maléolo direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
1	11	586,0791		
4	11		618,0127	
2	12		623,2758	623,2758
3	14			629,4421
Sig.		1,000	,572	,437

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 35 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY' , para o epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	645,1464	20,27483	6,11309	613,19	684,63
2	12	706,7583	20,69607	5,97444	670,86	736,90
3	14	646,0029	17,55495	4,69176	624,64	689,01
4	11	655,5518	39,43972	11,89152	590,74	721,55
Total	48	663,1838	35,58643	5,13646	590,74	736,90

Quadro A1. 36 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	31137,025	3	10379,008	16,090	,000***
Within Groups	28383,493	44	645,079		
Total	59520,519	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 37 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	645,1464	
3	14	646,0029	
4	11	655,5518	
2	12		706,7583
Sig.		,751	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 38 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o grande trocânter direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	563,8900	27,34201	8,24393	510,84	603,98
2	12	597,5792	29,33848	8,46929	569,94	663,08
3	14	536,7043	18,16099	4,85373	499,15	565,86
4	11	505,1982	34,92487	10,53025	441,23	566,94
Total	48	550,9329	43,08061	6,21815	441,23	663,08

Quadro A1. 39 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao grande trocânter direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	53799,899	3	17933,300	23,604	,000***
Within Groups	33429,215	44	759,755		
Total	87229,114	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 40 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao grande trocâter direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	11	505,1982		
3	14		536,7043	
1	11		563,8900	
2	12			597,5792
Sig.		1,000	,091	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 41 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para a espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	515,8264	26,00573	7,84102	467,37	552,41
2	12	554,1350	30,61275	8,83714	518,97	617,70
3	14	500,0971	18,59722	4,97032	470,81	533,89
4	11	477,3800	39,32847	11,85798	412,52	543,78
Total	48	512,0052	39,59040	5,71438	412,52	617,70

Quadro A1. 42 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	36632,830	3	12210,943	14,507	,000***
Within Groups	37034,949	44	841,703		
Total	73667,778	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 43 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes à espinha lífaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	11	477,3800		
3	14	500,0971	500,0971	
1	11		515,8264	
2	12			554,1350
Sig.		,239	,554	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 44 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos YY', para o sacro, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	1	3	28,6	8	2	3
	1	37,5327	0874	,62586	83,39	77,55
2	1	3	35,7	1	3	4
	2	53,0817	5957	0,32290	19,43	33,33
3	1	3	18,7	5	2	3
	4	11,2107	3565	,00731	81,30	44,68
4	1	2	34,2	1	2	3
	1	70,9364	8642	0,33774	03,29	24,10
Total	4	3	41,9	6	2	4
	8	18,4810	0523	,04850	03,29	33,33

Quadro A1. 45 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos YY' , relativa ao sacro, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	4396	3	146	6,718	,000***
	4,541		54,847		
Within Groups	3856	4	876,		
	9,718		585		
Total	8253	7			
	4,259				

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 46 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos YY' referentes ao sacro, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	11	270,9364		
3	14		311,2107	
1	11		337,5327	337,5327
2	12			353,0817
Sig.		1,000	,148	,580

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 17,348. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed'

Valores médios de posição no eixo dos ZZ', referentes ao impacto, para os remates certos

Perna direita - Segmento de Impacto

Quadro A1. 47 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	55,1200	6,17763	1,86262	42,97	62,88
2	12	42,4317	8,29157	2,39357	32,25	58,31
3	14	44,4407	4,91874	1,31459	38,77	53,76
4	11	59,2764	19,14539	5,77255	17,90	81,15
Total	48	49,7856	12,60750	1,81974	17,90	81,15

Quadro A1. 48 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ', relativa ao segundo metatarso direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	2352,748	3	784,249	6,742	,001***
Within Groups	5117,864	44	116,315		
Total	7470,611	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 49 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao segundo metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	12	42,4317		
3	14	44,4407	44,4407	
1	11		55,1200	55,1200
4	11			59,2764
Sig.		,968	,089	,784

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,487. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed

Quadro A1. 50 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o quinto metatarso direito, no impacto

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	62,1436	4,09691	1,23527	56,42	69,33
2	12	44,5708	5,70637	1,64729	33,94	53,85
3	14	66,7543	4,85527	1,29763	55,85	73,44
4	11	56,7227	6,47363	1,95187	44,82	67,01
Total	48	57,8529	9,99402	1,44251	33,94	73,44

Quadro A1. 51 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao quinto metatarso direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	3442,810	3	1147,603	4,345	,000***
Within Groups	1251,573	44	28,445		
Total	4694,383	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 52 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao quinto metatarso direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
2	12	44,5708		
4	11		56,7227	
1	11		62,1436	62,1436
3	14			66,7543
Sig.		1,000	,078	,167

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,487. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 53 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o calcâneo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	46,5073	5,40451	1,62952	39,46	54,24
2	12	70,5025	37,22480	10,74587	30,30	129,41
3	14	93,5300	13,14898	3,51421	72,48	109,78
4	11	59,1027	24,84519	7,49111	39,36	126,95
Total	48	69,1075	28,82390	4,16037	30,30	129,41

Quadro A1. 54 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao calcâneo direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15093,295	3	5031,098	9,241	,000***
Within Groups	23955,111	44	544,434		
Total	39048,406	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 55 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao calcâneo direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
1	11	46,5073	
4	11	59,1027	
2	12	70,5025	70,5025
3	14		93,5300
Sig.		,073	,091

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,487. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 56 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o maléolo direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	90,6555	5,65913	1,70629	80,60	97,65
2	12	110,4083	26,83294	7,74600	77,92	154,41
3	14	133,7707	9,26012	2,47487	116,10	144,61
4	11	87,3491	22,17450	6,68586	66,03	144,62
Total	48	107,4113	25,93903	3,74398	66,03	154,41

Quadro A1. 57– Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao maléolo direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17351,005	3	5783,668	7,831	,000***
Within Groups	14272,162	44	324,367		
Total	31623,167	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 58 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao maléolo direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	11	87,3491		
1	11	90,6555		
2	12		110,4083	
3	14			133,7707
Sig.		,970	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,740. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 59 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	518,6073	6,55897	1,97761	505,81	528,57
2	12	514,3625	21,53129	6,21555	483,38	550,90
3	14	493,2736	5,12434	1,36954	488,17	506,40
4	11	496,7918	12,30077	3,70882	478,86	520,42
Total	48	505,1577	16,71913	2,41320	478,86	550,90

Quadro A1. 60 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	5753,664	3	1917,888	11,428	,000***
Within Groups	7384,214	44	167,823		
Total	13137,878	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 61- Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao epicôndilo lateral direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
3	14	493,2736	
4	11	496,7918	
2	12		514,3625
1	11		518,6073
Sig.		,911	,855

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,740. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 62 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o grande trocânter direito, no impacto.

Atlet a	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	1	862,3	11,51	3,472	848	889
	1	009	631	30	,89	,90
2	1	830,7	15,31	4,422	811	863
	2	958	948	35	,42	,91
3	1	782,4	9,391	2,510	766	803
	4	364	54	00	,16	,75
4	1	798,4	37,43	11,28	751	850
	1	291	805	800	,45	,68
Total	4	816,4	37,02	5,344	751	889
	8	935	633	29	,45	,90

Quadro A1. 63 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao grande trocânter direito, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	45364,116	3	15121,372	34,888	,000***
Within Groups	19070,497	44	433,420		
Total	64434,613	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 64 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao grande trocâter direito, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	14	782,4364		
4	11	798,4291		
2	12		830,7958	
1	11			862,3009
Sig.		,255	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,740. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 65 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para a espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	956,3700	10,04850	3,02974	944,05	980,06
2	12	937,9500	15,40173	4,44610	921,55	968,94
3	14	892,2493	7,50645	2,00618	881,53	908,45
4	11	885,2555	27,50958	8,29445	851,65	930,18
Total	48	916,7660	33,86292	4,88769	851,65	980,06

Quadro A1. 66 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ', relativa à espinha ilíaca anterior inferior direita, no impacto.

Origino of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	41975,416	3	13991,805	51,650	,000***
Within Groups	11919,350	44	270,894		
Total	53894,767	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 67 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes à espinha lífaca anterior inferior direita, no impacto.

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
4	11	885,2555		
3	14	892,2493		
2	12		937,9500	
1	11			956,3700
Sig.		,730	1,000	1,000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,740. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.

Quadro A1. 68 – Resultados estatísticos referentes ao valor médio de posição no eixo dos ZZ', para o sacro, no impacto.

Atleta	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum
1	11	891,4573	13,68681	4,12673	870,74	921,80
2	12	870,9283	9,93855	2,86901	856,68	888,17
3	14	842,5864	10,13381	2,70837	822,20	857,47
4	11	850,2136	35,81998	10,80013	802,29	903,96
Total	48	862,6194	27,05914	3,90565	802,29	921,80

Quadro A1. 69 – Análise de variâncias para o valor médio de posição no eixo dos ZZ' , relativa ao sacro, no impacto.

Source of variation	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	17287,724	3	5762,575	14,806	,000***
Within Groups	17125,543	44	389,217		
Total	34413,267	47			

ns – não significativo ao nível de 0,05; * - significativo ao nível de 0,05; ** - significativo ao nível de 0,01; *** - significativo ao nível de 0,001

Quadro A1. 70 - Teste de Tukey HSD para a comparação múltipla dos valores médios de posição no eixo dos ZZ' referentes ao sacro, no impacto

Atleta	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
3	14	842,5864		
4	11	850,2136	850,2136	
2	12		870,9283	870,9283
1	11			891,4573
Sig.		,782	,065	,068

Means for groups in homogeneous subsets are displayed. a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 19,740. b. The group sizes are unequal. The harmonic mean of the group sizes is used. Type I error levels are not guaranteed.