



THIAGO PINGUELLI MAGALHÃES

**Análise cinemática das ações ofensivas no goalball em
situação de jogo: deslocamento do jogador e arremesso.**

LIMEIRA

2015

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS APLICADAS**

THIAGO PINGUELLI MAGALHÃES

**Análise cinemática das ações ofensivas no goalball em
situação de jogo: deslocamento do jogador e arremesso.**

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo, na Área de Biodinâmica do Movimento Humano e Esporte.

Orientador: Prof. Dr. Milton Shoiti Misuta

ESTE EXEMPLAR CORRESPONDE À VERSÃO FINAL DA DISSERTAÇÃO DEFENDIDA PELO ALUNO THIAGO PINGUELLI MAGALHÃES, E ORIENTADA PELO PROF. DR. MILTON SHOITI MISUTA.



LIMEIRA

2015

Ficha catalográfica
Universidade Estadual de Campinas
Biblioteca da Faculdade de Ciências Aplicadas
Sueli Ferreira Júlio de Oliveira - CRB 8/2380

M27a Magalhães, Thiago Pinguelli, 1988-
Análise cinemática das ações ofensivas no goalball em situação de jogo: deslocamento do jogador e arremesso / Thiago Pinguelli Magalhães. – Campinas, SP: [s.n.], 2015.

Orientador: Milton Shoiti Misuta.
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Ciências Aplicadas.

1. Goalball. 2. Biomecânica. 3. Esporte paralímpico. 4. Cinemática - análise.
I. Misuta, Milton Shoiti. II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Ciências Aplicadas. III. Título.

Informações para Biblioteca Digital

Título em outro idioma: Kinematic analysis of offensive actions in goalball on game situation: player's displacement and throwing

Palavras-chave em inglês: Goalball

Biomechanics

Paralympic sport

Kinematical - analysis

Área de concentração: Biodinâmica do Movimento Humano e Esporte

Titulação: Mestre em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

Banca examinadora:

Paulo Roberto Pereira Santiago

Larissa Rafaela Galatti Luciano

Alegretti Mercadante Felipe

Arruda Moura

Data de defesa: 17-03-2015

Programa de Pós-Graduação: Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo

Limeira, 17 de Março de 2015


BANCA EXAMINADORA

Prof(a). Dr(a). Milton Shoiti Misuta (Orientador(a))




Assinatura

Prof(a). Dr(a). Paulo Roberto Pereira Santiago



Assinatura

Prof(a). Dr(a). Larissa Rafaela Galatti



Assinatura

Prof(a). Dr(a). Luciano Alegretti Mercadante

Assinatura

Prof(a). Dr(a). Felipe Arruda Moura

Assinatura

MAGALHÃES, Thiago Pinguelli. **Análise cinemática das ações ofensivas no goalball em situação de jogo:** deslocamento do jogador e arremesso. 2015. Dissertação (Mestrado em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo), Faculdade de Ciências Aplicadas. Universidade Estadual de Campinas, Limeira, 2015.

RESUMO

O goalball é um esporte coletivo praticado por pessoas com deficiência visual e baseado na troca de arremessos entre as equipes, vencendo a equipe que marcar o maior número de gols. Embora o goalball tenha sido criado após a II Guerra, assim como outros esportes paralímpicos, são relativamente escassos estudos da análise do jogo ou das ações dos jogadores nas partidas. Nesse sentido, a videogrametria apresenta-se como uma possibilidade para a análise quantitativa do jogo de maneira mais objetiva, por permitir descrever a movimentação dos jogadores e da bola em função do tempo. Assim, o objetivo do trabalho foi a análise cinemática dos arremessos em jogos oficiais usando a videogrametria, que permitiu analisar o deslocamento dos jogadores durante os arremessos; levantar características sobre os arremessos considerando a técnica utilizada, a posição onde ocorreu, o tipo de bola, sua velocidade e trajetória. Foram analisados jogos masculinos de nível estadual brasileiro, e a amostra contou com dezesseis jogadores, sendo seis alas direito, quatro centrais e seis alas esquerdo (média \pm dp, idade $27 \pm 6,8$ anos; estatura $1,73 \pm 0,09$ m; massa corporal $77,7 \pm 17,4$ kg; tempo de prática 53 ± 36 meses). Os jogos foram filmados por duas câmeras de vídeo digitais, as imagens foram analisadas no software Dvideo, permitindo a obtenção da posição dos jogadores e registro das ações em função do tempo. O primeiro estudo trata da análise das ações dos jogadores. Os resultados mostraram que os alas desenvolveram maiores distâncias percorridas e velocidades máximas ao arremessar, suas ações apresentam maior duração e menores intervalos de recuperação que os centrais, evidenciando a necessidade de treinamento específico entre as posições. Apesar da maior distância percorrida e velocidade do jogador na técnica entre pernas, isto não representou nem uma maior velocidade da bola, nem um maior número de gols. O segundo, trata da análise dos setores de origem e destino, as trajetórias e a velocidade da bola nos arremessos. Foi observado uma preferência pelos setores esquerdos da quadra para a origem dos arremessos, enquanto os destinos distribuíram-se de forma mais equilibrada pela quadra com vantagem para os setores laterais, sendo as trajetórias diagonais as mais utilizadas. A bola arremessada com giro foi mais veloz e foi esta a técnica utilizada na maior parte dos arremessos que resultaram em gols. As bolas quicadas representaram a maior parte dos arremessos e embora tenham apresentado menores velocidades que as bolas lisas, foram as bolas que mais marcaram gols, indicando a velocidade da bola não é o único fator de interferência na conversão do arremesso em gol.

Palavras-chaves: goalball, biomecânica, arremesso e análise cinemática.

MAGALHÃES, Thiago Pinguelli. **Kinematic analysis of offensive actions in goalball on game situation:** player's displacement and throwing. 2015. Thesis (Master in Science of the Nutrition and Sports and Metabolism), University of Applied Sciences. State University of Campinas, Limeira, 2015.

ABSTRACT

Goalball is a team sport practiced by people with visual impairment and based on the exchange of throws between the teams, winning the team that scores the most goals. Although the goalball was created after World War II, as well as other Paralympic sports, are relatively scarce game analysis of studies or actions of players in the matches. In this sense videogrammetry presents itself as a possibility for quantitative analysis of the game in a more objective manner described for enabling the movement of the players and the ball with respect to time. The objective of this study was kinematic analysis of throws in official matches using videogrammetry specifically analyze the movement of players during the throws; lift characteristics on the throws considering the technique used and the location where it occurred, the type of ball, its speed and trajectory. Brazilian state-level male games were analyzed, and the sample consisted of sixteen players, being six right wing, four pivots and six left wings (mean \pm SD, age 27 ± 6.8 years, height 1.73 ± 0.09 m, body mass 77.7 ± 17.4 kg; practice time 53 ± 36 months). The games were filmed by two digital video cameras, the images were analyzed in Dvideo software, allowing to obtain the position of the players and registration of shares with respect to time. The first study deals with the analysis of the player's actions. The results showed that the wings have developed larger covered distances and maximum speeds to throw, his actions have longer duration and lower rest intervals that central, highlighting the need for specific training between positions. Despite the increased distance traveled and speed of the player in between legs technique, this hasn't represented or greater ball's speed or a greater number of goals. The second study deals with the analysis of the origin and destination sectors, ball's trajectories and ball's speed in throw. Was observed a preference for left sectors of the court for the origins, while the destination were distributed more evenly across the court, with advantage of the lateral sectors, being the diagonal trajectories the most used. A spin ball was faster and this was the technique used in most of the throws that resulted in goals. The jumpy balls accounted for most of throws and although they presented lower speeds than smooth balls, were the balls that more marked goals, indicating the speed of the ball isn't only interference factor in the conversion of throw on goal.

Keywords: goalball, biomechanics, throw and kinematical analysis.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
DEDICATÓRIA	xiii
AGRADECIMENTOS	xv
LISTA DE FIGURAS	xvii
LISTA DE TABELAS E QUADROSxix
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	xxi
1. Introdução	01
2. Objetivos	04
2.1 – Objetivo Geral	04
2.2 – Objetivos específicos	04
Capítulo I - Goalball: uma breve caracterização da modalidade	05
3.1 – Breve histórico	06
3.2 – O jogo	07
3.3 – Jogadores	08
3.4 – O arremesso	10
3.5 – Principais regras	14
Capítulo II – Videogrametria aplicada ao goalball: descrição da metodologia utilizada no trabalho	17
4.1 – Amostra	18
4.2 – Informativo sobre os jogos	18
4.3 – Aquisição das imagens	19
4.4 – Calibração das câmeras e sistema de coordenadas	20
4.5 – Rastreamento	20

4.6 – Registro das ações	22
4.7 – Descrição das variáveis investigadas	22
4.8 – Tratamento estatístico	26
Capítulo III – Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de nos arremessos em jogos oficiais baseado em videogrametria	27
5.1 – Introdução	29
5.2 – Métodos	29
5.3 – Resultados	33
5.4 – Discussão	38
5.5 – Agradecimentos	42
5.6 – Referências	42
Capítulo IV – Análise cinemática 3D da bola no arremesso do goalball: influência da posição do jogador, técnica de arremesso e tipo de bola	44
6.1 – Introdução	46
6.2 – Métodos	48
6.3 – Resultados	51
6.4 – Discussão	58
6.5 – Conclusão	61
6.6 – Referências	62
7. Considerações finais	64
8. Referências	65
9. Anexos	70

*Dedico este trabalho aos
queridos amigos, que
tanto me ajudaram...*

AGRADECIMENTOS

Durante estes dois anos só tenho a agradecer a todos que passaram pelo meu caminho e que com certeza deixaram um pouco de si. Os momentos de alegria serviram para acreditar que eu conseguiria, já os de sofrimento, serviram para um crescimento pessoal único. Transformar sentimentos em palavras é complicado, mas serei sempre grato a vocês, pessoas imprescindíveis para a realização e conclusão deste trabalho.

Primeiramente, agradeço ao Prof. Dr. Milton Shoiti Misuta, pela oportunidade e paciência.

Aos amigos Prof. Dr. Márcio Pereira Morato e Prof. Dr. Otávio Luis Piva da Cunha Furtado, por todos ensinamentos, que superam os acadêmicos. Os considero grandes mestres, pessoas em que eu me espelho, exemplos de amigos e de profissionais que são. Espero levar a amizade de vocês onde quer que eu vá.

A todos amigos de laboratório, pela ajuda, por sempre serem solícito nos momentos de dificuldade, em especial, os amigos Heber Teixeira Pinto e Lucas Antonio Monezi, sem os quais esse trabalho não existiria.

Aos companheiros de Ressaca, pelos sábios conselhos, pelas palavras de apoio e pelos momentos de descontração... levo a “parceria” de vocês no coração.

Aos voluntários, que acreditaram no trabalho e aceitaram participar do estudo. A pós-graduação da Faculdade de Ciências Aplicadas da Universidade Estadual de Campinas. Ao programa de Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo, e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior pelo apoio financeiro.

E por último, mas não menos importante, aos meus familiares, dentre eles o meu agradecimento especial à Gabriela Cedaro, por ter sofrido junto comigo nos momentos de adversidade, por todo apoio, carinho, cumplicidade, amor e paciência. Não foram dias fáceis, por isso os méritos dessa conquista, também são em parte sua.

À todos vocês, meu fraterno obrigado!

LISTA DE FIGURAS

Capítulo I – Goalball: uma breve caracterização da modalidade.

Figura 3.1. Quadra de goalball	08
Figura 3.2. Arremesso frontal	10
Figura 3.3. Arremesso com giro	11
Figura 3.4. Arremesso entre pernas	11
Figura 3.5. Divisão setorial da quadra	12
Figura 3.6. Trajetórias dos arremessos	13

Capítulo II – Videogrametria aplicada ao goalball: descrição da metodologia utilizada no trabalho.

Figura 4.1. Enquadramento das câmeras e orientação do sistema de coordenadas	19
Figura 4.2. Rastreamento do jogador durante os arremessos	21
Figura 4.3. Rastreamento da bola durante os arremessos	21
Figura 4.4. Interface de <i>scout</i> do software Dvideo	22
Figura 4.5. Representação esquemática do ângulo de arremesso	26

Capítulo III – Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball em jogos oficiais usando videogrametria.

Figura 5.1. Enquadramento das câmeras e orientação do sistema de coordenadas	30
Figura 5.2. Box plot da distância percorrida e velocidade máxima do jogador por posição	35
Figura 5.3. Box plot da distância percorrida e velocidade máxima do jogador por técnica de arremessos	36

Figura 5.4. Normalização da curva média da velocidade dos jogadores por posição e técnica de arremesso 37

Figura 5.5. Box plot da duração do movimento do jogador e repouso ofensivo do jogador 38

Capítulo IV – Análise da velocidade da bola e suas trajetórias em jogos de goalball.

Figura 6.1. Enquadramento das câmeras e orientação do sistema de coordenadas 48

Figura 6.2. Distribuição dos setores de origem e destino dos arremessos 51

Figura 6.3. Frequência das trajetórias dos arremessos 52

Figura 6.4. Distribuição dos ângulos dos arremessos por posição dos jogadores 53

Figura 6.5. Box plot da velocidade de saída e velocidade de chegada por posição dos jogadores 54

Figura 6.6. Box plot da velocidade de saída e velocidade de chegada por técnica de arremesso 55

Figura 6.7. Box plot da velocidade de saída e velocidade de chegada por tipo de bola 56

Figura 6.8. Normalização da curva média da velocidade da bola em função da posição dos jogadores, técnica de arremesso e tipo de bola 57

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Capítulo I – Goalball: uma breve caracterização da modalidade.

Tabela 3.1. Histórico dos resultados da modalidade goalball em Jogos Paralímpicos	06
---	----

Capítulo III – Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball em jogos oficiais usando videogrametria.

Tabela 5.1. Indicadores dos ataques em jogo efetivo e penalidades	33
---	----

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

2D	Bidimensional
3D	Tridimensional
AD	Jogador ala direito
AVCHD	Advanced Video Codec High Definition
AA	Ângulo de arremesso da bola
ADEVIPAR	Associação de Deficientes Visuais do Paraná
AE	Jogador ala esquerdo
B1/B2/B3	Classes da deficiência visual
CAAE	Certificado de apresentação para apreciação ética
CADEVI	Clube de Apoio ao Deficiente Visual
CE	Jogador central (ou pivô)
CEP	Comitê de ética em pesquisa
CMJ	Curva média da velocidade do jogador
CMB	Curva média da velocidade da bola
DC	Trajatória diagonal curta
DD	Duração do deslocamento do jogador
DE	Trajatória diagonal extrema
DL	Trajatória diagonal longa
DM	Trajatória diagonal média
DLT	<i>Direct linear transformation</i>
DJ _{og}	Distância percorrida pelo jogador
EP	Técnica de arremesso entre pernas
FR	Técnica de arremesso frontal
GI	Técnica de arremesso com giro
IBSA	<i>International Blind Sports Federation</i>
LI	Bola lisa
PA	Trajatória paralela
P _{osJog}	Posição do jogador

QC	Bola quicada
RepOf	Repouso ofensivo do jogador
SD	Setor de Destino
SO	Setor de origem
TA _{rr}	Tempo de arremesso
Unicamp	Universidade Estadual de Campinas
V _{elC}	Velocidade de chegada da bola
V _{elJog}	Velocidade máxima do jogador
V _{elS}	Velocidade de saída da bola

1. Introdução

O término da II Guerra Mundial marca a propagação da prática esportiva por pessoas com deficiência. Da necessidade de reabilitar os veteranos que haviam adquirido a deficiência, o esporte paralímpico teve sua gênese (ARAÚJO, 1998; WINNICK, 2005). Nesse contexto, pensado especificamente nas potencialidades das pessoas com deficiência visual, o goalball foi criado (NASCIMENTO; MORATO, 2006; ALMEIDA et al., 2008; TOSIM et al. 2008).

A dinâmica do jogo baseia-se nas percepções auditivas, táteis e orientação espacial dos jogadores, pelas quais percebem as linhas em alto-relevo que compõe a quadra, e localizam a bola por meio do barulho que ela produz pelos guizos que possui. A quadra de jogo possui dimensões semelhantes a quadra de vôlei, medindo dezoito metros de comprimento por nove metros de largura, e os gols situam-se sobre as linhas de fundo da quadra ocupando toda sua extensão (ALMEIDA et al., 2008; AMORIM, 2010; GULICK e MALONE, 2011).

As equipes são formadas por até seis jogadores, sendo três jogadores em quadra, um pivô ou central, que leva este nome por ocupar uma posição central na quadra; um ala direito e um ala esquerdo que ocupam as laterais da quadra (TOSIM et al., 2008; AMORIM, 2010; NASCIMENTO; CAMARGO, 2012).

O confronto é regido pela troca de arremessos entre as equipes, que se alternam entre ataque e defesa. No ataque, um dos jogadores arremessa a bola contra a baliza adversária, enquanto os adversários tentam bloquear a progressão da bola até o gol. Vence a equipe que ao final dos dois tempos de doze minutos fizer o maior número de gols (MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012).

A primeira participação como modalidade de exibição em Jogos Paralímpicos ocorreu em 1972 nos Jogos de Heidelberg, Alemanha, e sua incorporação ao programa paralímpico, foi na edição seguinte, em 1976 nos Jogos Paralímpicos de Toronto no Canadá, 30 anos após sua criação. Apesar do número crescente de equipes e competições no mundo, pouco conhecimento tem sido produzido sobre o jogo e o desempenho de atletas e equipes.

Tal panorama tem sido paulatinamente alterado após a inclusão de disciplinas de adaptada aos cursos de educação física, colaborando com o desenvolvimento de monografias (CALDEIRA, 2006; MOREIRA, 2006; CARVALHO, 2007; GASPAR, 2007; MONTEIRO, 2007; MATOS, 2008; GAMERO; 2012), dissertações (SILVA, 1999; RODRIGUES, 2002; SILVA, 2008), teses (AMORIM, 2010; BOWERMAN, 2010; MORATO, 2012; MUÑOZ JIMENEZ, 2013), e artigos (MORA, 1993; ÇOLAK et al., 2004; RODRIGUES; VALENTE, 2004; ROCHA et al., 2006; SANTOS, BASTOS, 2007; STAMOU et al., 2007; TOSIM et al., 2008; SILVA et al., 2010; AMORIM et al., 2010a, 2010b; BOWERMAN et al., 2011; GULICK; MALONE; 2011; SCHERER; RODRIGUES; FERNANDES, 2011; NASCIMENTO; CAMARGO, 2012; MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012).

○ interesse acadêmico pelo goalball tem crescido, e pode-se citar os estudos de Mora (1993) que analisou partidas dos Jogos Paralímpicos de Barcelona 1992, Caldeira (2006) com estudo de partidas de nível regional brasileiro, Amorim (2010) que analisou jogos do campeonato português e de seleções europeias de 3ª divisão, Morato (2012) com partidas das Jogos Paralímpicos de Pequim 2008, e Muñoz Jimenez (2013) com partidas das seleções do campeonato europeu 2009. Todos eles buscaram por padrões a partir da observação das incidências jogo através de metodologia observacional, em que os dados fundamentam-se na interpretação do observador e no modo como este concebe o objeto observado (ESTEVES-VASCONCELLOS, 2002).

Com relação à quantificação de variáveis cinemáticas, a videogrametria, permite conhecer a posição dos jogadores em função do tempo, sem a necessidade do jogador portar qualquer tipo de dispositivo, tornando-o um método aplicável a condições reais de jogo ou competição, como no presente estudo. Metodologias baseadas na cinemática (FIGUEROA; LEITE; BARROS, 2003) têm sido desenvolvidas e a aplicação tem ocorrido em diversas modalidades individuais e coletivas (BARROS et. al., 2007; MARCHE et al.,2008; SARRO et al.,2010; VIEIRA, BARROS, 2013).

Assim, tendo como objeto de estudo as variáveis cinemáticas envolvidas nos arremessos durante jogos oficiais de goalball, nosso problema específico decorre das perguntas: Quais as distâncias percorridas pelos jogadores nos arremessos? Qual

a velocidade atingida pelos jogadores e pela bola nos arremessos? Essas distâncias e velocidades são influenciados pela posição dos jogadores, técnica de arremesso ou tipo de bola? Neste estudo considerou-se a mudança regulamentar no tempo da partida, alterando o tempo total de jogo de vinte para vinte e quatro minutos.

Esta dissertação será apresentada sob as normas do programa de pós-graduação em Ciências da Nutrição e do Esporte e Metabolismo. O formato escolhido consiste no modelo escandinavo em que o documento é organizado em artigos científicos.

A mesma inicia com uma Introdução visando situar o leitor sobre a problemática e justificativa seguida dos objetivos do trabalho.

No Capítulo 1 são tratados aspectos específicos do goalball, no intuito de expor ao leitor aspectos da modalidade visando facilitar a compreensão sobre as discussões a seguir.

O Capítulo 2 corresponde a descrição de materiais e métodos, visando apresentar os procedimentos metodológicos do estudo.

O Capítulo 3 é intitulado “Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball nos arremessos em jogos oficiais baseado em videogrametria”. Corresponde ao primeiro artigo da dissertação.

O Capítulo 4 traz o segundo artigo desta dissertação, com o título “Análise cinemática 3D da bola no arremesso do goalball: influência da posição do jogador, técnica de arremesso e tipo de bola”.

E finalmente, as Considerações Finais da dissertação abordando as conclusões derivadas dos estudos realizados, bem como relacioná-las aos processos práticos do treinamento do goalball.

2. Objetivos

2.1 - Objetivo geral

Realizar a análise cinemática das ações ofensivas no goalball em situação de jogo considerando o deslocamento do jogador e arremesso.

2.2 - Objetivos específicos

- Análise da distância percorrida e velocidade dos jogadores nas ações ofensivas;
- Verificar a influência da posição dos jogadores (função) e da técnica de arremesso na distância percorrida e velocidade dos jogadores;
- Identificação dos setores de origem/destino dos arremessos;
- Classificação das trajetórias nos arremessos;
- Análise da velocidade da bola nos arremessos;
- Verificar a influência da posição dos jogadores, técnica de arremesso e tipo de bola na velocidade da bola.

Capítulo I

Goalball: uma breve caracterização da modalidade

Neste capítulo são abordados aspectos específicos da modalidade visando elucidar possíveis dúvidas, facilitando a compreensão dos capítulos a seguir.

3.1 – Breve histórico

Sob o propósito de auxiliar na reabilitação de veteranos da II Guerra Mundial, o goalball foi criado em 1946, na Alemanha, pelo austríaco Hanz Lorenzen e pelo alemão Sepp Reindle. Pensado exclusivamente nas potencialidades das pessoas com deficiência visual. A dinâmica do jogo se dá através das percepções táteis, auditivas e orientação espaciais dos jogadores (WINNICK, 2005, ALMEIDA et al., 2008).

Em 1972 foi apresentada como modalidade de exibição nas Paralimpíadas em Heidelberg, Alemanha. Trinta anos após sua criação, na edição seguinte dos Jogos em 1976 foi incorporada ao programa paralímpico em Toronto, Canadá, mas apenas no masculino. As mulheres passaram a fazer parte em 1984, nos Jogos sediados em Nova Iorque, Estados Unidos e Stoke Mandeville, Inglaterra.

O ano de 1985 marca sua chegada ao Brasil. Inicialmente, o Clube de Apoio ao Deficiente Visual (CADEVI) e a Associação de Deficientes Visuais do Paraná (ADEVIPAR) realizaram as primeiras partidas. Em 1994, a seleção nacional conquista medalha de prata nos Jogos Parapan-Americanos de Buenos Aires. A estréia em Jogos Paralímpicos se deu em Pequim 2008 e, quatro anos depois, em Londres 2012, a equipe masculina conquista o vice-campeonato, devido a derrota para a Finlândia na final. Em 2014, a equipe masculina teve sua revanche conquistando o campeonato mundial da modalidade sobre os donos da casa (ALMEIDA et al., 2008).

Tabela 3.1 – Histórico dos resultados da modalidade goalball em Jogos Paralímpicos.

ANO	LOCAL	MASCULINO			FEMININO		
		1º	2º	3º	1º	2º	3º
1976	Toronto - CAN	AUT	RFA	DNK	-	-	-
1980	Arnhem - HLD	RFA	USA	HLD	-	-	-
1984	Nova York - USA	USA	EGY	YU	USA	CAN	DNK
1988	Seul - KOR	YU	USA	EGY	DNK	USA	CAN
1992	Barcelona - ESP	ITA	FIN	EGY	FIN	DNK	CAN
1996	Atlanta - USA	FIN	CAN	ESP	DEU	FIN	USA
2000	Sidney - AUS	DNK	LTU	SWE	CAN	ESP	SWE
2004	Atenas - GRC	DNK	SWE	USA	CAN	USA	JPN
2008	Pequim - CHN	CHN	LTU	SWE	USA	CHN	DNK
2012	Londres - ING	FIN	BRA	TUR	JAP	CHI	SWE

3.2 – O jogo

O confronto ocorre através da troca de arremessos entre as equipes com o objetivo de fazer o gol. Nos arremessos um dos jogadores da equipe arremessa a bola contra a baliza adversária, enquanto os adversários tentam bloquear a progressão da bola até o gol, situado sobre as linhas de fundo da quadra (NASCIMENTO; MORATO, 2006).

A quadra de jogo, apresenta formato retangular medindo dezoito metros de comprimento por nove metros de largura (Figura 3.1). Todas as linhas que constituem a quadra devem ser em alto relevo, criado por um fio de barbante colocado sob a fita que demarca a quadra, a fim de permitir que os jogadores a percebam através do tato.

Cada metade da quadra, pertencente a sua respectiva equipe, é dividida em três áreas (3 x 9 m): a área de orientação, a área de lançamento e a área neutra. Cada time não deve invadir o lado adversário e tem apenas o seu espaço para lançar a bola, seja rasteira ou quicando. Ao ser lançada, para um arremesso ser considerado válido, a bola obrigatoriamente deve tocar o chão ao menos uma vez em sua área de lançamento e outra na área neutra adversária, tal condição evita bolas aéreas, onde seria impossível ouvir o som da bola, impossibilitando sua interceptação. As traves estendem-se por todo o fundo da quadra, medindo nove metros de largura por um metro e trinta centímetros de altura (IBSA, 2015).

A área de orientação é o principal referencial para a orientação espacial dos jogadores. Existem diferentes marcações em seu interior diferenciando-a das demais áreas, que apresentam somente a marcação externa retangular. Tais marcações internas da área de orientação servem de referência tátil aos jogadores e relacionam-se com as posições dos jogadores: ala direito, central (ou pivô) e ala esquerdo.

As áreas de orientação são separadas por duas faixas de três metros, cada uma situada dentro da área de uma equipe, denominada áreas neutras. Os jogadores, podem utilizar a respectiva área neutra para recuperar a bola, ainda assim o arremesso deve ser feito dentro da respectiva área de lançamento. A área neutra tem por objetivo aumentar a distância entre as equipes para que os defensores tenham tempo

suficiente de ouvir e perceber a trajetória da bola lançada pelos adversários, além de ser uma medida de segurança a favor da integridade física dos atletas contra o impacto da bola.

A bola oficial tem tamanho análogo à bola de basquetebol. Feita de borracha espessa, mede setenta e seis centímetros de circunferência, pesando um quilo duzentos e cinquenta gramas. A bola é oca e tem em seu interior oito guizos e oito orifícios que potencializam o som por eles emitidos, o que favorece sua localização pelos jogadores (NASCIMENTO; MORATO, 2006; MORATO, 2012; IBSA, 2015).

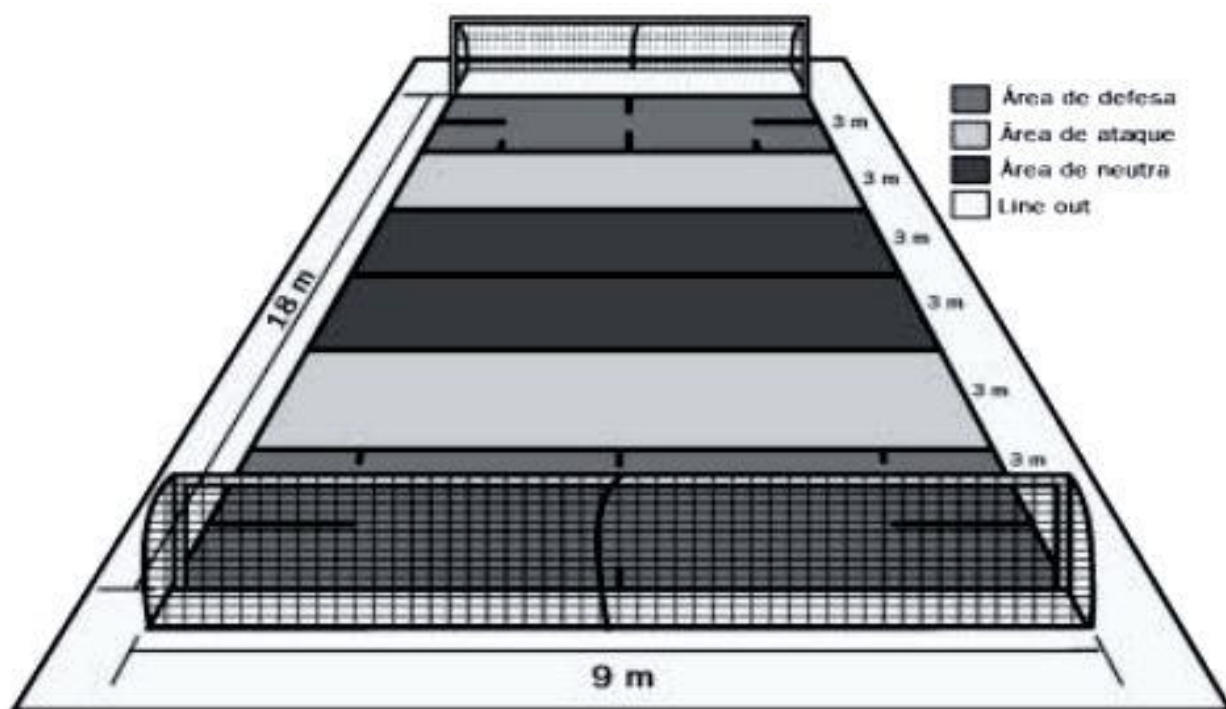


Figura 3.1. Quadra de goalball. Fonte: Nascimento; Morato, (2006).

3.3 – Jogadores

As equipes são compostas por até seis jogadores, sendo três no banco de reservas e três titulares em quadra. Estão aptos a participar de competições oficiais, jogadores classificados deficientes visuais segundo a classificação esportiva. No caso da deficiência visual a classificação é clínica, feita por oftalmologistas.

No goalball atletas com diferentes graus de comprometimento visual competem juntos, uma particularidade dentre os esportes paralímpicos. Por isso, os jogadores cobrem os olhos com tampões oftalmológicos sob seus óculos opacos para impossibilitar qualquer vantagem em função da visão residual.

O grau de comprometimento da visão é mensurado no processo chamado classificação visual. Esse processo considera a acuidade e o campo visual dos jogadores, no olho de melhor visão. A acuidade pode ser entendida como a capacidade de reconhecer ainda que longe os detalhes dos objetos e o campo seria quantos graus lateralmente podemos enxergar. Mensurados, os jogadores são classificados em B1, B2 e B3, em que “B” vem de *blind* (cego em inglês) e o número corresponde ao grau de comprometimento da visão em uma escala invertida, onde o maior número indica menor comprometimento e o menor número maior comprometimento. Assim temos:

B1 – acuidade visual inferior a LogMAR 2.60;

B2 – acuidade visual entre LogMAR 1.50 e 2.60 e/ou campo visual inferior a dez graus;

B3 - Acuidade entre LogMAR 1.40 e 1 e/ou um campo visual inferior a quarenta graus.

Em termos práticos, o B1 pode ou não apresentar percepção luminosa, mas é incapaz de reconhecer formas ou objetos, o B2 pode enxergar vultos mas é incapaz de reconhecê-los e o B3 consegue identificar objetos desde que próximos. Não há na regra da modalidade nenhuma orientação sobre a composição da equipe e a classificação dos atletas, como em outros esportes paralímpicos coletivos.

Os jogadores podem ser classificados quanto a sua posição na equipe, de acordo com a região ocupada por ele na quadra, onde cada posição desempenha taticamente funções diferentes na equipe. No goalball, os jogadores que ocupam as regiões laterais da quadra são chamados de alas, sendo um ala direito e um esquerdo, e outro jogador que ocupa a região central da quadra, chamado de central (ou pivô).

Os jogadores centrais (CE) por seu posicionamento centralizado possuem maior chance de interceptar o arremesso adversário, por isso exercem um papel (predominantemente) defensivo dentro da equipe, enquanto os alas direito e esquerdo (AD, AE respectivamente) são jogadores que desempenham papéis ofensivos sendo responsáveis pelos arremessos potencialmente mais desfavoráveis a defesa adversária, como postulado por outros trabalhos (CALDEIRA, 2006; MORATO, 2012).

3.4 – O arremesso

Constitui-se no ato de jogar a bola contra o gol adversário no objetivo de pontuar. Pode ser classificado quanto a técnica de execução, tipo de bola e trajetória.

A técnica de execução é o modo como o jogador arremessa a bola. Diz respeito ao tipo de movimentação feita pelo jogador para acelerar a bola e dispará-la contra os adversários. Até o momento encontram-se descritos na literatura três técnicas de arremesso (NASCIMENTO; MORATO, 2006; BOWERMAN, 2010; BOWERMAN et al., 2011; MORATO, 2012):

Frontal (FR) – o atleta segura a bola ao lado do tronco, realiza um movimento de pêndulo com o braço de arremesso, como no lançamento do boliche (Figura 3.2);

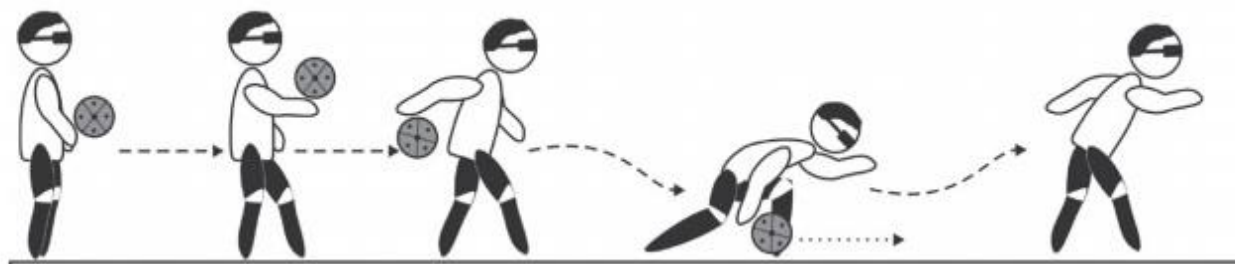


Figura 3.2. Arremesso frontal. Fonte: Nascimento; Camargo, (2012).

Giro (GI) – o atleta posicionando-se de frente para a quadra adversária realizam um giro de até 360°, como no lançamento de disco (Figura 3.3);

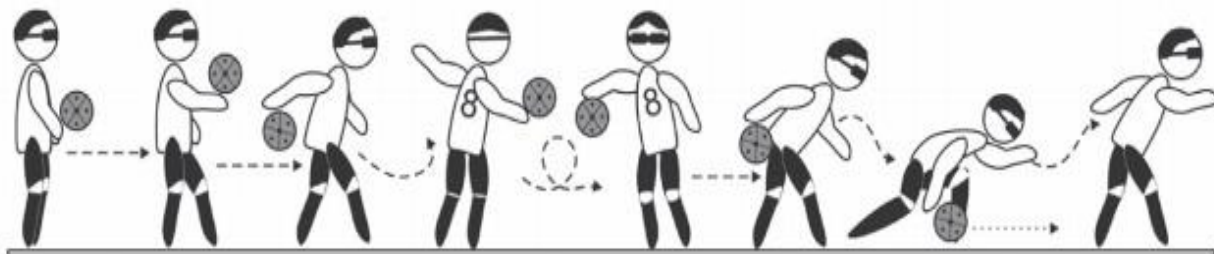


Figura 3.3. Arremesso com giro. Fonte: Nascimento; Camargo, (2012).

Entre pernas (EP) - o atleta posiciona-se de costas em relação a quadra adversária, e realizando um movimento de inclinação do tronco a frente, arremessa a bola por entre as pernas que estão afastadas lateralmente (Figura 3.4).

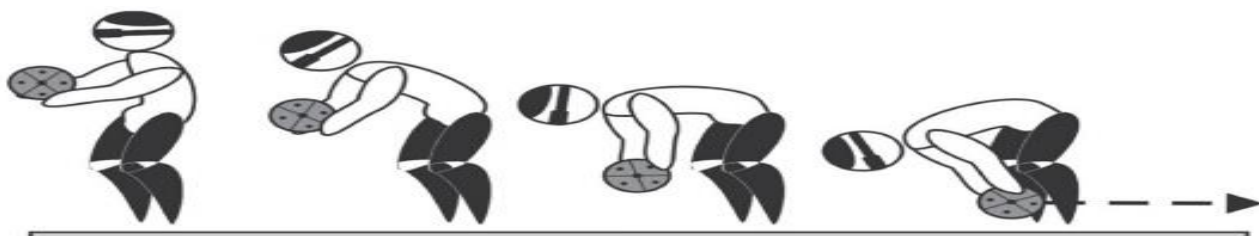


Figura 3.4. Arremesso entre pernas. Fonte: Nascimento; Camargo, (2012).

Nas três técnicas, os arremessos podem contar com uma corrida de aproximação antes do lançamento da bola em direção ao limite da área adversária.

O tipo de bola caracteriza o arremesso quanto ao tipo de contato com o solo durante o seu trajeto. Divide-se em três tipos (MORATO, 2012):

Lisa (LI) – quando a bola desenvolve uma trajetória rasteira, tocando na quadra durante todo (ou quase todo) seu trajeto;

Quicada (QC) – quando a bola apresenta uma trajetória saltitante, tocando apenas em alguns pontos da quadra;

Efeito (não abordada no presente estudo) – quando a bola apresenta uma trajetória não retilínea durante seu trajeto.

A trajetória classifica os arremessos quanto ao percurso da bola, considerando os setores de origem (saída da mão do atacante) e destino (interceptação pelo defensor) dos arremessos.

Morato (2012) propõe a classificação dos setores da quadra em faixas de um metro e cinquenta centímetros, a fim de auxiliar tanto na pedagogia do ensino do goalball, quanto estrategicamente no alto nível, permitindo a identificação de setores (alvos) mais frágeis na defesa adversária, onde seria mais fácil pontuar. Os setores são divididos de um a seis, orientados sempre da direita para a esquerda independente do lado da equipe, isto é, são invertidos de uma equipe em relação a outra (Figura 3.5).

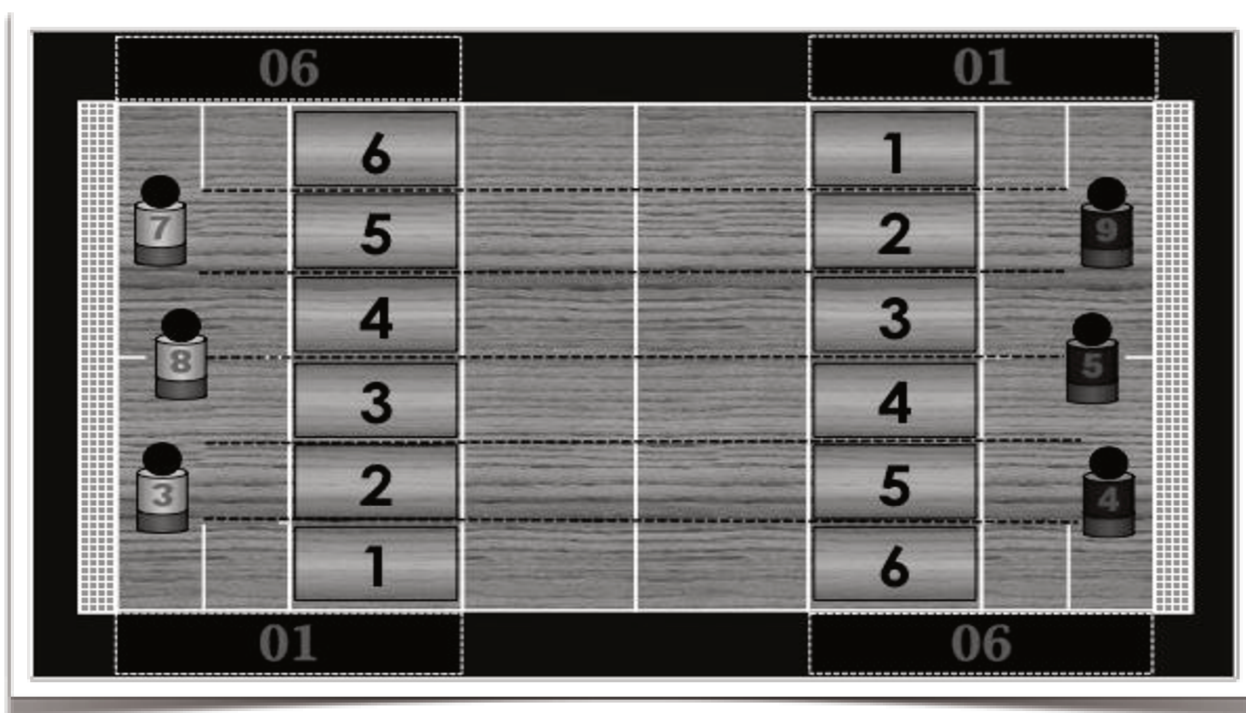


Figura 3.5. Divisão setorial da quadra. Fonte: Morato, (2012).

Desta forma, é possível classificar os arremessos em paralelos (PA) (ex. origem 1 para destino 6; origem 3 para destino 4, etc.), e diagonais, subdivididas em diagonais curtas (DC), médias (DM), longas (DL), e extremas (DE) (Figura 3.6).

Diagonal curta (DC) – considerando sua origem, em sua trajetória a bola desloca-se um setor em relação ao que corresponderia um arremesso paralelo

(ex. origem 1 para destino 5; origem 2 para destino 4 ou destino 6; origem 4 para destino 2 ou 4; etc.).

Diagonal média (DM) – em relação a sua origem a bola desloca-se 2 setores (ex. origem 1 para destino 4; origem 3 para destino 2 ou 6; origem 4 para destino 1 ou 5; etc.).

Diagonal longa (DL) – em relação a sua origem a bola desloca-se 3 setores (ex. origem 1 para destino 3; origem 4 para destino 6; origem 2 para destino 2; etc.).

Diagonal extrema (DE) – em relação a sua origem a bola desloca-se 4 ou mais setores (ex. origem 1 para destino 2 ou 1; origem 2 para destino 1; origem 6 para destino 5 ou 6; etc).

TRAJETÓRIAS	ORIGEM 6	ORIGEM 5	ORIGEM 4	ORIGEM 3	ORIGEM 2	ORIGEM 1
PARALELO	6 1	5 2	4 3	3 4	2 5	1 6
DIAGONAL CURTA	6 2	5 3	4 4	3 5	2 6	1 5
DIAGONAL MÉDIA	6 3	5 4	4 5	3 6	2 3	1 4
DIAGONAL LONGA	6 4	5 5	4 6	3 1	2 2	1 3
DIAGONAL EXTREMA	6 5 6	5 6			2 1	1 2

Figura 3.6. Trajetória dos arremessos. Fonte: Morato, (2012).

No total resultam em 36 opções de trajetórias, divididas em: seis opções de trajetórias paralelas (PA), dez opções de trajetórias diagonais curtas (DC), oito de diagonal média (DM), seis para diagonais longas (DL) e seis para diagonais extremas (DE).

3.5 – Principais regras

Com o desenvolvimento da modalidade, exibição e posterior ingresso no quadro de modalidades paralímpicas, houve a necessidade da criação de uma federação internacional para sua gestão. Em 1982 a *International Blind Sports Federation* (IBSA) passa a reger a modalidade, e o faz até os dias de hoje. É inclusive, o órgão que determina as regras da modalidade.

Atualmente as partidas são divididas em dois tempos de doze minutos (o tempo de jogo é parado quando a bola ultrapassa os limites da quadra de jogo, e continua apenas após a bola ser repostada aos jogadores), com três minutos de intervalo. Durante a partida, instruções aos atletas são permitidas apenas quando a bola não está em jogo, ou nos pedidos de tempos técnicos ou dos árbitros. Cada equipe tem direito a quatro tempos técnicos, desde que o primeiro seja realizado no primeiro tempo, caso contrário serão admitidos apenas até três no segundo tempo.

Cada equipe tem direito a quatro substituições, e de forma análoga ao tempo técnico, com a primeira devendo ser utilizada no primeiro tempo da partida. As substituições feitas durante o intervalo são livres e não contam destas quatro.

Em jogos decisivos, isto é, que necessitam de uma equipe vencedora, ao persistir o empate após o tempo regulamentar, adicionalmente são conferidos mais dois tempos de três minutos com três minutos de intervalo (*overtime*), vencendo a primeira equipe que marcar (morte súbita). Cada equipe tem direito a mais um tempo técnico e uma substituição. Persistindo o empate após a prorrogação, a partida é decidida através de cobranças alternadas (*extra throws*), com apenas um jogador de cada lado, no qual um arremessa e o outro tenta defender, e vice versa, sendo vencedora a equipe que ao final da rodada (todos os jogadores terem atacado e defendido) fizer o maior número de gols.

A modalidade prevê a utilização de dez árbitros para aplicação e controle das regras durante as partidas: dois árbitros principais, um em cada corredor lateral da quadra, responsáveis por orientar a dinâmica do jogo por intermédio da utilização de comandos padronizados na língua inglesa; quatro juízes de linha, posicionados um em cada canto da quadra, responsáveis pela reposição rápida da bola interferindo o mínimo possível no tempo de posse de bola das equipes; e quatro mesários com funções de cronometragem, marcação dos arremessos, das substituições, dos tempos técnicos, e posse de bola das equipes.

As regras do jogo preveem infrações e penalidades, pensadas para assegurar integridade física aos jogadores, dar dinamicidade ao jogo, e promover igualdade de condições aos jogadores, já que competem juntos jogadores com diferentes níveis de deficiência visual.

Nas infrações a posse de bola é revertida a outra equipe, dando a vantagem do ataque a equipe adversária. Alguns exemplos de infrações são: quando (após qualquer interrupção da partida) os jogadores não esperam a autorização do árbitro para lançar (*premature throw* - lançamento prematuro); realizar um passe para o para fora da quadra (*pass out* - passe fora); quando após a defesa a bola retrocede até a meia quadra adversária (*ball over* - bola perdida).

As penalidades podem ser individuais ou coletivas. A ocorrência de um pênalti obriga que somente um jogador da equipe infratora permaneça em quadra para defender a cobrança. Nas penalidades individuais, o jogador que a cometeu deve permanecer em quadra para defendê-la. Em caso de penalidades coletivas, o técnico adversário escolhe qual o jogador em quadra irá defender.

Como exemplos de penalidades individuais temos: se a bola lançada tiver seu primeiro contato com o solo após a área de ataque (*high ball*), ou não tocar pelo menos uma vez em uma das áreas neutras (*long ball*), ou não chegar à área de defesa adversária (*short ball*); se o primeiro contato defensivo é realizado à frente da área de lançamento (*illegal defense*); quando o jogador toca em sua venda sem a autorização do árbitro (*eyeshades*), atrasa o jogo (*personal delay of game*), faz excessivo barulho

durante ou após seu arremesso (*noise*) ou apresenta conduta antidesportiva (*personal un-sportsmanlike conduct*).

As penalidades coletivas ocorrem quando: a equipe demora mais de dez segundos para arremessar a bola após o primeiro contato defensivo com ou sem controle de bola (*ten seconds*), fazer barulho excessivo enquanto seu companheiro realiza o arremesso (*noise*); atraso do início ou recomeço da partida provocado pelos jogadores ou comissão técnica (*team delay of game*), qualquer componente da equipe apresenta conduta antidesportiva fora de quadra (*team un-sportsmanlike conduct*) ou passam instruções em momentos onde não são permitidos (*illegal coaching*).

Assim após uma breve descrição dos aspectos particulares ao goalball finalizamos este primeiro capítulo.

Capítulo II

Videogrametria aplicada ao goalball: descrição da metodologia utilizada no trabalho.

Neste capítulo encontra-se a dos procedimentos metodológicos realizados no estudo.

Atualmente o goalball brasileiro ocupa uma posição de destaque no cenário internacional, liderando o *ranking* mundial da modalidade após conquistar a medalha de prata nos Jogos Paralímpicos de Londres 2012, e o ouro no mundial em 2014 na Finlândia. O presente estudo foi realizado com equipes de nível estadual paulista, que representa um recorte do goalball praticado em uma das potências internacionais na modalidade, por se tratar do estado com o maior número de atletas e equipes, dispondo da maior representação no campeonato nacional nos últimos anos.

4.1 – Amostra

No presente estudo foram analisados 381 arremessos (arremessos realizados em dois jogos oficiais) efetuados por dezesseis jogadores do sexo masculino, sendo seis alas direito, quatro pivôs e seis alas esquerdo, com frequência de treino de pelo menos duas vezes por semana (média \pm dp, idade $27 \pm 6,8$ anos; estatura $1,73 \pm 0,09$ m; massa corporal $77,7 \pm 17,4$ kg; tempo de prática 53 ± 36 meses) pertencentes a quatro equipes filiadas à Federação Paulista de Desportos para Cegos (membro da Confederação Brasileira de Desportos de Deficientes Visuais), finalistas do Campeonato Paulista de Goalball 2012.

Todos os participantes foram informados sobre os procedimentos e sua participação só ocorreu mediante a assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido aprovado pelo Comitê de Ética da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas (CAAE:0455.0.146.000-11 e parecer 510/2011).

4.2 – Informativo sobre os jogos

O Campeonato Paulista de Goalball, é uma competição organizada pela Federação Paulista de Desporto para Cegos, que ocorre anualmente em regime de três etapas classificatórias e finais. Classificam-se no masculino, objeto de pesquisa do presente estudo, as oito equipes melhores classificadas para a disputa da etapa final. Todas as equipes se enfrentam a fim de premiar as três melhores equipes do estado.

Neste estudo foram analisados os dois jogos pela disputa de medalhas da competição, que consistiu na disputa de terceiro lugar e final, da categoria masculina do Campeonato Paulista de Goalball 2012 realizado em São José dos Campos – SP.

4.3 – Aquisição das imagens

Os jogos foram filmados por duas câmeras de vídeo digitais (JVC GZ-HD620BU full HD) e frequência de aquisição de 30 Hz. As câmeras foram posicionadas no ponto mais alto da arquibancada do ginásio, em tripés de forma a enquadrar toda a quadra (Figura 4.1). A sincronização das câmeras ocorreu através de um evento em comum, que consistiu no quique da bola de *goalball* no centro da quadra antes do início de cada jogo.

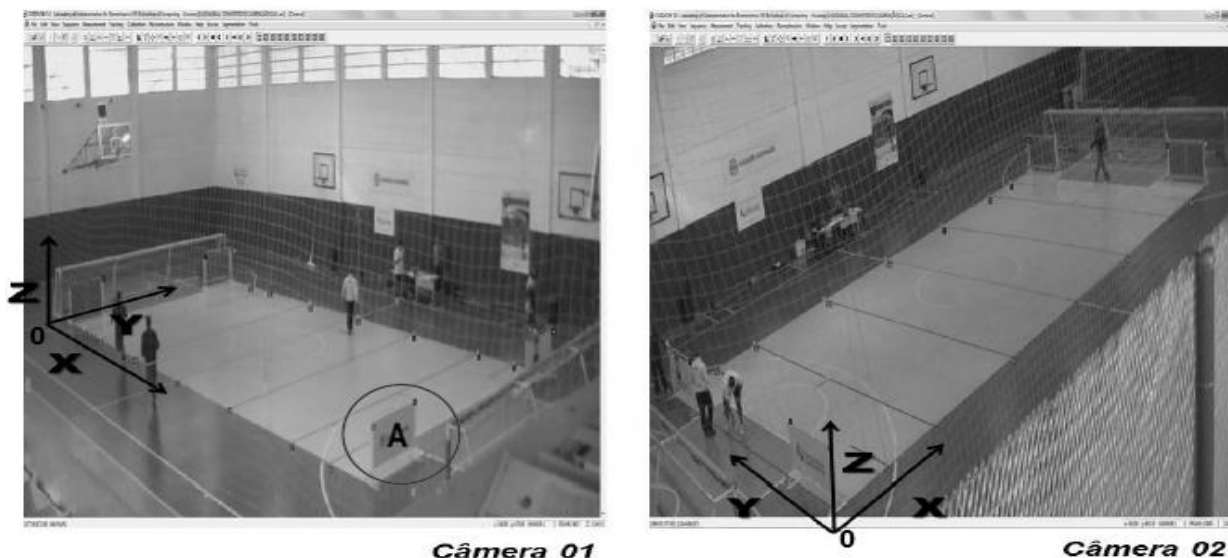


Figura 4.1. Imagens da quadra (câmera 1 e 2) e orientação do sistema de coordenadas. (A) corresponde ao objeto de dimensões conhecidas usado como referência na construção do eixo vertical.

Após a filmagem, a sequência de imagens (AVCHD - *Advanced Video Codec High Definition*, resolução 1080 linhas por 1920 colunas) de cada câmera foi transferida para um computador (computador Intel® Core™ i7-2600k, 3.40GHz, memória RAM, 16 GB, placa de vídeo NVIDIA GeForce 9500 GT). Em seguida os vídeos foram desentrelaçados e convertidos em AVI (*Audio Video Interleaved*), e a obtenção das variáveis cinemáticas foi realizada em ambiente Dvideo (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2003).

4.4 – Calibração das câmeras e sistema de coordenadas

O processo de calibração consiste em estabelecer a relação geométrica entre o plano associado à quadra e o plano da imagem, afim de, se conhecer as coordenadas de tela e obter as posições dos jogadores e as outras informações do jogo na quadra.

O sistema de referências foi construído com 22 pontos conhecidos da quadra de jogo, medidos com uma trena laser (Disto® - Leica), com precisão de 0.5 mm, definindo um sistema de coordenadas ortogonal com origem em 0 (Figura 4.1).

As coordenadas destes pontos foram utilizadas para realizar o processo de calibração das câmeras (transformação linear direta (DLT) proposta por Abdel-Aziz e Karara, 1971). A reconstrução das coordenadas foi bidimensional (2D) para os jogadores, e tridimensional (3D) para a bola.

4.5 – Rastreamento

O processo de obtenção das coordenadas de tela relativo ao movimento do objeto de interesse na sequência de imagens é denominado medição e pode ser realizado de forma automática ou manual. Tal processo permite obter a posição (X, Y, Z) do objeto de interesse quadro a quadro nas imagens. A medição foi realizada em ambiente Dvideo (FIGUEROA, LEITE, BARROS, 2003) para as trajetórias dos jogadores e da bola nos arremessos, ocorrendo de modo manual, feitas por um operador com experiência prévia.

Para o jogador, as trajetórias foram medidas estimando sua projeção no plano da quadra durante sua movimentação ofensiva, iniciando no primeiro contato defensivo com a bola, até o primeiro contato da bola com a quadra. A suavização dos dados 2D foi realizada com o filtro *Butterworth low-pass* de 4ª ordem com frequência de corte 0.45 Hz (MONEZI et al., 2013).



Figura 4.2. Rastreamento do jogador durante os arremessos.

Para a bola as trajetórias foram medidas estimando o seu centro, iniciando no ponto visualmente mais alto da sua trajetória na mão do jogador e finalizando no contato defensivo com o jogador adversário, gol ou até sua saída pelas linhas laterais da quadra. As coordenadas 3D da bola foram suavizadas usando filtro *Butterworth low-pass* de 4ª ordem com frequência de corte 6 Hz (BARROS et al., 2007).



Figura 4.3. Rastreamento da bola durante os arremessos. Câmera 1, o ponto inicial do rastreamento (em destaque o zoom do jogador), câmera 2, o rastreamento da bola na sequência das imagens.

4.6 – Registro das ações

O registro das ações foi realizado na interface de *scout* do Dvideo para cada ação ofensiva dos jogadores. Foram registrados: 1) equipe atacante; 2) posição do jogador; 3) condição da partida (jogo efetivo ou cobrança de pênalti); 4) técnica de arremesso utilizada; 5) resultado da ação. Após o armazenamento das informações dos jogos foi criado um algoritmo em ambiente Matlab® para identificar, organizar e quantificar as ações realizados por cada jogador.



Figura 4.4. Interface de scout do software Dvideo.

4.7 – Descrição das variáveis investigadas

4.7.1 – Jogador

O rastreamento foi feito durante toda a ação ofensiva. Para fins de análise, estabeleceu-se um critério para selecionar o trecho de interesse que consistiu num critério criado a partir da curva de velocidade do jogador.

Para os jogadores a fase de interesse foi selecionada usando a curva de velocidade para definir o ponto inicial, iniciando no mínimo local abaixo de 1.0 m.s^{-1} , antes do pico de velocidade na curva do jogador, e finalizando na saída da bola da mão

do jogador. Neste trecho, foram obtidos a distância percorrida, velocidade máxima, curva média da velocidade, duração do deslocamento do jogador, e repouso ofensivo.

Distância percorrida pelos jogadores (DJ_{og})

A cada ataque foi calculada a distância percorrida pelos jogadores no *sprint* que antecedia o arremesso (trecho ofensivo).

Velocidade máxima do jogador ($V_{elJ_{og}}$)

Obtida a distância percorrida (DJ_{og}), foi calculada a velocidade escalar do jogador e identificada a máxima velocidade atingida pelo jogador neste trecho correspondente ao arremesso.

Curva média da velocidade do jogador (CMJ)

Calculada a velocidade escalar do jogador para cada arremesso, as curvas de velocidade obtidas foram normalizadas de 0 a 100%. De acordo com o fator escolhido as curvas foram agrupadas e a curva média da velocidade do jogador foi calculada.

Duração do deslocamento do jogador (DD)

A fim de quantificar o tempo gasto pelo jogador percorrer essa distância e desenvolver tal velocidade, a duração do deslocamento do jogador foi calculada considerando o trecho percorrido pelo jogador.

Repouso ofensivo ($RepO_f$)

O repouso ofensivo do jogador ($RepO_f$), é descrito por Caldeira (2006) como o intervalo entre os arremessos sucessivos do mesmo jogador. Neste estudo foi calculado como a diferença em segundos, entre o início do deslocamento do jogador (quadro em que ocorreu o mínimo local abaixo de 1 m.s^{-1}) e fim do deslocamento deste mesmo jogador em seu arremesso anterior (quadro em que a bola sai da mão do mesmo).

4.7.2 – Bola

Para a bola as informações foram obtidas a partir de sua posição 3D nos

arremessos. Considerou-se, para fins de análise, o trecho entre o primeiro contato da bola com a quadra após sair da mão do jogador, e o seu contato com o jogador defensivo (adversário) ou sua ultrapassagem pelas linhas laterais da quadra.

Os aspectos tratados foram, os setores de origem e destino, trajetória, velocidade de saída, velocidade de chegada, curva média da velocidade, tempo de arremesso, e ângulo de saída.

Setorização dos arremessos

Na setorização dos arremessos foi utilizado o modelo proposto por Morato (2012) que propõe a classificação dos setores da quadra em faixas de um metro e cinquenta centímetros (orientados sempre da direita para esquerda), a fim de auxiliar tanto na pedagogia do ensino do goalball, quanto estrategicamente no alto nível, permitindo a identificação de setores (alvos) mais frágeis na defesa adversária, onde seria mais fácil pontuar.

Podem ser classificados em:

Setor de origem (SO)

Setor em que a bola se encontra no instante do primeiro contato com a quadra ao sair da mão do jogador no arremesso.

Setor de destino (SD)

Setor em que a bola se encontra no instante do contato com o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra.

Trajetória dos arremessos

A trajetória pode classificar os arremessos quanto ao percurso da bola, considerando os setores de origem (saída da mão do atacante) e destino (interceptação pelo defensor). Desta forma, é possível classificar os arremessos em: paralelos (PA), e diagonais, subdivididas em diagonais curtas (DC), médias (DM), longas (DL), e extremas (DE).

Velocidade da bola

A partir do rastreamento das trajetórias nos arremessos é calculada a velocidade escalar da bola. Após o cálculo foram categorizadas em:

Velocidade de saída (V_{elS})

Velocidade no instante do primeiro contato com a quadra ao sair da mão do jogador no arremesso.

Velocidade de chegada (V_{elC})

Velocidade no instante do contato entre a bola e o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra.

Curva média da velocidade da bola (CMB)

A normalização da curva média da velocidade da bola (CMB) é outra representação da velocidade apresentada no estudo. Nesta representação, a velocidade da bola, calculada quadro a quadro para os arremessos, foi normalizada de 0% à 100%, sendo 0% o instante de perda de contato entre a bola e a mão do jogador (V_{elS}), e 100% o instante do contato entre a bola e o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra (V_{elC}). Dessa forma, as curvas dos arremessos foram agrupadas de acordo com o fator analisado e curvas médias foram calculadas.

Tempo de arremesso (TA_{rr})

A fim de proporcionar um método simples para estimar a velocidade da bola aplicáveis ao treinamento, Caldeira (2006) apresenta a possibilidade de calcular a sua velocidade média através do tempo gasto (geralmente medida em cronômetro) pela bola para cruzar de uma linha de *highball* à outra, distante 9 m.

Neste estudo o tempo de arremesso (TA_{rr}) foi calculado como o tempo gasto pela bola cruzar de uma linha *high ball* a outra (linhas da quadra equidistantes nove metros), considerando a trajetória 3D da bola. Os arremessos em que a bola saiu pela lateral antes da área de orientação adversária, foram excluídos.

Ângulo do arremesso (AA)

No intuito de observar uma tendência para as ações de acordo com a posição dos jogadores, o ângulo de saída da bola em relação a sua trajetória foi calculado. Com os pontos formados pelo: primeiro contato da bola com o solo na saída da mão do jogador e o contato da bola com o jogador defensivo, foi obtido um triângulo retângulo, no qual o ângulo formado entre a trajetória descrita pela bola (hipotenusa) e o cateto adjacente foi admitido como AA, convencionado positivo quando a trajetória foi a direita do jogador e negativo quando a esquerda.

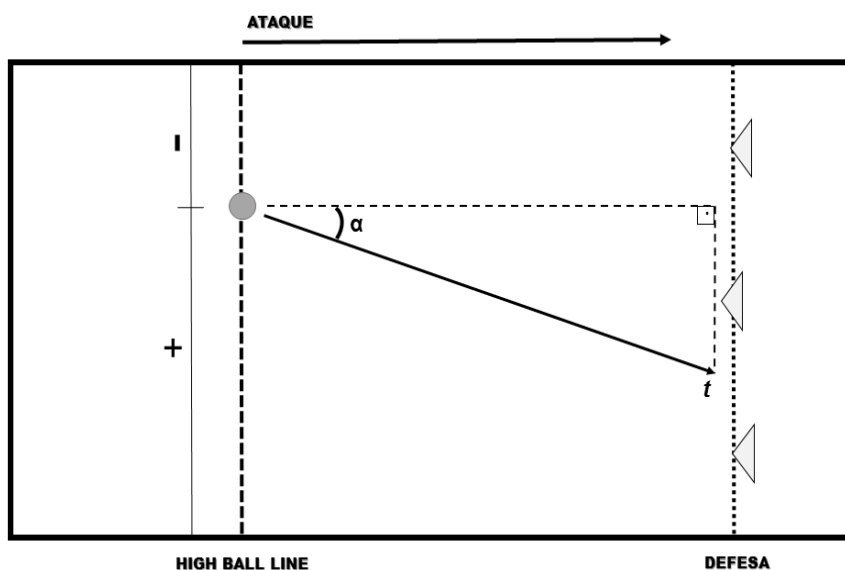


Figura 4.5. Representação esquemática do ângulo do arremesso. (t) trajetória da bola; (α) ângulo do arremesso.

4.8 – Tratamento estatístico

A normalidade dos dados foi testada usando o *Lilliefors test* ($p \leq 0,05$). Mediante a não normalidade, o *Kruskal-Wallis test* foi usado para detectar diferenças entre os grupos. Na normalização da curva média das velocidades (CMJ e CMB), a diferença estatística foi calculada nas faixas de 10 em 10%, e adotado $p \leq 0,01$. Para o restante do estudo foi adotado $p \leq 0,05$.

Os fatores escolhidos para a análise dos resultados foram: posição dos jogadores e técnica de arremesso, definidos a partir do registro das ações (*scout*), e tipo de bola.

Capítulo III

Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball nos arremessos em jogos oficiais baseado em videogrametria.

Thiago Pinguelli Magalhães,¹ Lucas Antonio Monezi,¹ Milton Shoiti Misuta¹

¹ Biomechanics and Instrumentation Laboratory, School of Applied Sciences of State University of Campinas, Limeira, São Paulo, Brazil.

Artigo submetido à revista Journal of Applied Biomechanics.

Magalhães T. P.; Monezi L. A.; Misuta M. S. Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball em jogos oficiais usando videogrametria. *Journal of Applied Biomechanics*, artigo submetido.

Título: Análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball nos arremessos em jogos oficiais baseado em videogrametria.

Title: Analysis of distance and velocity of goalball players in throws of official games based on videogrammetry.

Resumo

Goalball é um esporte coletivo praticado por pessoas com deficiência visual. O confronto ocorre através da troca de arremessos entre as equipes com o objetivo de marcar gol. Cada equipe é composta por três jogadores: ala direito, central e ala esquerdo. As técnicas de arremesso são: frontal, giro, e entre as pernas. O objetivo do estudo foi analisar a distância percorrida e velocidade dos jogadores nos arremessos em jogos oficiais. Nos jogos analisados os alas arremessaram mais que os centrais (84,5% vs. 15,5%). Ao arremessar os alas apresentaram maior distância percorrida (CE: 1,74 m; AD: 2,73 m; AE: 3,20 m), maior velocidade máxima (CE: 1,61 m.s⁻¹; AD: 2,38 m.s⁻¹; AE: 2,67 m.s⁻¹), maior tempo de deslocamento (CE: 1,69 s; AD: 1,77 s; AE: 1,91 s) e menor repouso ofensivo que os centrais (CE: 184,0 s; AD: 94,63 s; AE: 106,65 s), evidenciando a necessidade de treinamento específico entre as posições. Apesar da maior distância percorrida (FR: 2,84 m; Gl: 2,82 m; EP: 3,32 m) e velocidade do jogador na técnica entre pernas (FR: 2,56 m.s⁻¹; Gl: 2,33 m.s⁻¹; EP: 2,90 m.s⁻¹), isto não representou nem uma maior velocidade da bola, nem um maior número de gols.

Palavras-chave: biomecânica, goalball, arremesso, análise cinemática.

Abstract

Goalball is a team sport practiced by people with visual impairments. The clash occurs through the exchange of throws, made with arms, between the teams in purpose scoring goal. Each team consists of 3 players: right wing, center and left wing. The throw techniques are: traditional throw, spin throw and between legs throw. The aim was to analyzing the kinematics of players in throws of official games. In the games analyzed wingers threw more than the centrals (84.5% vs. 15.5%). To wing's throw had greater distance (CE: 1.74 m; RW: 2.73 m; LW: 3.20 m), higher maximum speed (CE: 1.61 m.s⁻¹; RW: 2.38 m.s⁻¹; LW: 2.67 m.s⁻¹), longer displacement (CE: 1.69 s; RW: 1.77 s; LW: 1.91 s) and less offensive rest (CE: 184.0 s; RW: 94.63 s; LW: 106.65 s) than the centrals, highlighting the need for specific training between positions. Despite the increased player's distance (FR: 2,84 m; SP: 2,82 m; BL: 3,32 m) and speed (FR: 2,56 m.s⁻¹; SP: 2,33 m.s⁻¹; BL: 2,90 m.s⁻¹), in between legs technique, this hasn't represented or greater ball speed or a greater number of goals.

Key words: biomechanics, goalball, throw, kinematic analysis.

5.1 – Introdução

Goalball é um esporte coletivo praticado por pessoas com deficiência visual. A dinâmica do jogo é baseada na orientação espacial e exploração das percepções auditivas e táteis dos jogadores, ouvindo a bola através dos sinos que ele tem internamente, e percebendo as linhas em relevo que formam a quadra ^{1,2}.

O confronto ocorre através da troca de arremessos entre as equipes compostas por 3 jogadores cada, sendo um *direito* (AD) e *esquerdo* (AE) posicionados nas laterais da quadra, e um *central* (CE) que posiciona-se no centro da quadra. Os arremessos têm o objetivo de marcar gol, e são classificados em três técnicas, *frontal* (FR), arremesso feito de frente como no boliche; *giro* (GI), em que o jogador ao lançar a bola realiza um giro como no arremesso de disco; e *entre pernas* (EP), em que o arremesso é feito de costas e a bola arremessada por entre as pernas do jogador ^{3,4}.

Apesar de integrar os Jogos Paralímpicos desde 1976, e ser praticado em todo mundo, a pesquisa científica a seu respeito ainda é escassa. Os estudos da análise do jogo de goalball até então limitam-se a padrões de jogo pautados na observação das ações dos jogadores ⁵⁻⁹. Tais trabalhos têm trazido relevante contribuição ao treinamento do goalball, embora informações sobre a movimentação dos jogadores durante os arremessos em partidas oficiais permanecem desconhecidas. Conhecer as distâncias percorridas e velocidade por posição do jogador pode ser usado no planejamento e controle das sessões de treino, assim como na avaliação do desempenho dos mesmos ¹⁰⁻¹². Assim, o estudo tem como objetivo a análise da distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball nos arremessos em jogos oficiais baseado em videogrametria.

5.2 – Métodos

5.2.1 – Coleta de dados

Foram analisados dois jogos de nível estadual brasileiros. A aquisição das imagens foi obtida por duas câmeras de vídeo full HD (JVC GZ-HD620BU) e frequência de amostragem de 60 Hz posicionadas no ponto mais alto da arquibancada do ginásio (Figura 5.1).

As imagens foram armazenadas em computador e convertidas para AVI.

As medições foram feitas no sistema Dvideo, e o Matlab® foi usado no tratamento dos dados e análise estatística.

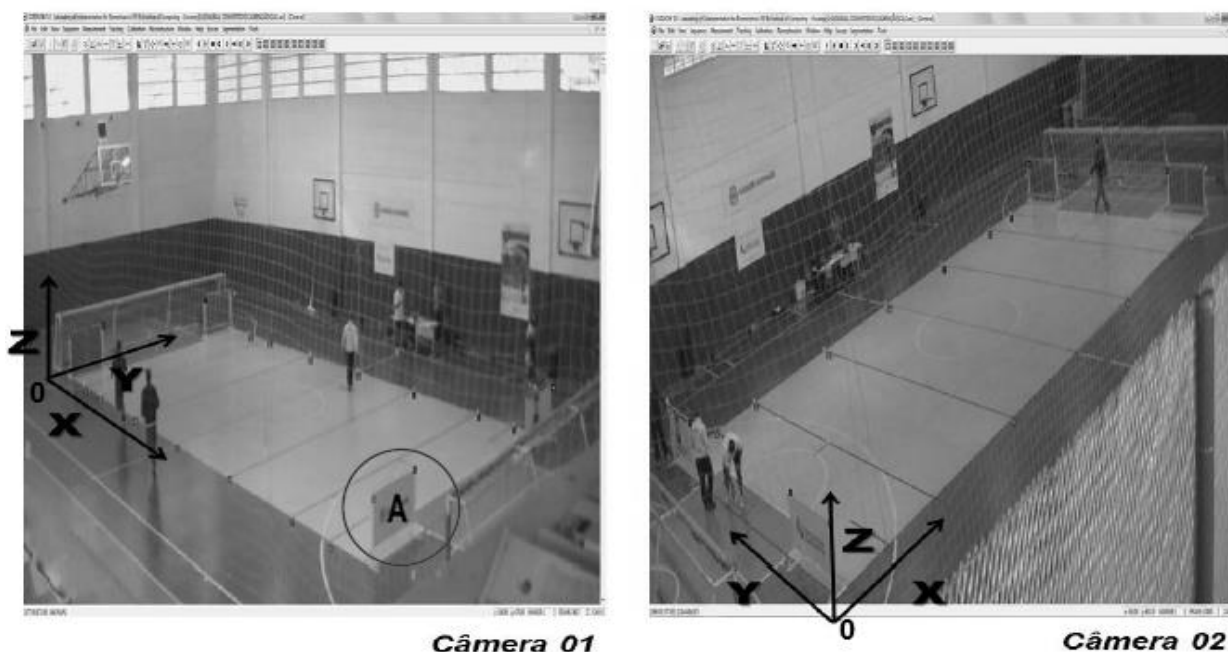


Figura 5.1. Imagens da quadra (câmera 1 e 2) e orientação do sistema de coordenadas. (A) corresponde ao objeto de dimensões conhecidas usado como referência na construção do eixo vertical.

5.2.2 – Participantes

As coletas foram realizadas mediante aprovação da comissão organizadora do evento e do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – FCM/Unicamp sob o parecer 510/2011.

Quatro equipes compuseram a amostra, totalizando dezesseis jogadores, sendo seis alas direito, quatro pivôs e seis alas esquerdo, com frequência de treino de pelo menos duas vezes por semana (média \pm dp, idade $27 \pm 6,8$ anos; estatura $1,73 \pm 0,09$ m; massa corporal $77,7 \pm 17,4$ kg; tempo de prática 53 ± 36 meses).

5.2.3 – Calibração das câmeras e reconstrução do sistema de coordenadas

O processo de calibração consiste em estabelecer a relação geométrica entre o plano associado à quadra e o plano da imagem, afim de, se conhecer as coordenadas de tela e obter as posições dos jogadores e as outras informações do jogo no plano da quadra.

O sistema de referências foi construído com 22 pontos conhecidos da quadra de jogo, medidos com uma trena laser (Disto® - Leica), com precisão de 0.5 mm, definindo um sistema de coordenadas ortogonal com origem em 0 (Figura 4.1).

As coordenadas destes pontos foram utilizadas para realizar o processo de calibração das câmeras (transformação linear direta (DLT) proposta por Abdel-Aziz e Karara, 1971). A reconstrução das coordenadas foi bidimensional (2D) para os jogadores, e tridimensional (3D) para a bola.

5.2.4 – Rastreamento

A medição das trajetórias foi realizada durante os arremessos e ocorreu de modo manual.

Para o jogador, as trajetórias foram medidas estimando sua projeção no plano da quadra durante sua movimentação ofensiva, iniciando no primeiro contato defensivo com a bola, até o primeiro contato da bola com a quadra. A suavização dos dados 2D foi realizada com o filtro *Butterworth low-pass* de 4ª ordem com frequência de corte 0.45 Hz (MONEZI et al., 2013).

Para a bola as trajetórias foram medidas estimando o seu centro, iniciando no ponto visualmente mais alto da sua trajetória na mão do jogador e finalizando no contato defensivo com o jogador adversário, gol ou até sua saída pelas linhas laterais da quadra. As coordenadas 3D da bola foram suavizadas usando filtro *Butterworth low-pass* de 4ª ordem com frequência de corte 6 Hz (BARROS et al., 2007).

5.2.5 – Variáveis investigadas

Para os jogadores, a fase de arremesso foi selecionada usando a curva de velocidade para definir o ponto inicial, iniciando no mínimo local abaixo de 1.0 m.s^{-1} antes do pico de velocidade na curva do jogador e tinha como ponto final a saída da bola da mão do jogador. Neste trecho foram obtidos a distância percorrida, velocidade máxima, curva média de velocidade, duração do deslocamento do jogador, e repouso ofensivo do jogador.

A distância percorrida dos jogadores (DJ_{og}), é distância (distância euclidiana) no trecho selecionado.

A velocidade máxima do jogador (V_{elJ}) é a velocidade máxima obtida a partir da velocidade escalar do jogador durante o arremesso.

A curva média da velocidade do jogador (CMJ) é a curva da velocidade do jogador normalizada de 0 a 100%.

A duração do deslocamento do jogador (DD) é o tempo gasto pelo jogador no deslocamento relativo ao arremesso.

O repouso ofensivo do jogador (R_{epOf}), descrito por Caldeira ⁶ como o intervalo entre os arremessos sucessivos do mesmo jogador. O valor foi calculado pela diferença entre o início do arremesso (do mínimo local abaixo de 1 m.s^{-1}) e o último quadro do arremesso anterior (saída da bola da mão do jogador).

Para bola, a partir do seu rastreamento foi identificado o momento do contato com a quadra, e o tempo gasto entre as duas linhas de *high ball* da quadra. Assim foram calculados respectivamente, a velocidade de saída de bola (V_{elS}) e o tempo de arremesso (TA_{rr}).

A velocidade de saída da bola (V_{elS}) é a velocidade escalar da bola no instante de saída da mão do jogador.

O tempo de arremesso (TA_{rr}) definido por Caldeira ⁶ e Morato ⁷ como o tempo gasto pela bola para cruzar de uma linha *high ball* a outra (linhas da quadra equidistantes nove metros), no presente estudo foi calculado considerando a trajetória 3D da bola. Os arremessos em que a bola saiu pela lateral antes da área de orientação adversária foram excluídos.

Na análise estatística foram considerados apenas os arremessos de jogo efetivo (excluindo penalidades).

5.2.6 – Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada usando o Lilliefors ($p \leq 0,05$). Verificada a não normalidade dos dados, a diferença entre as variáveis foi testada para os fatores: posição dos jogadores e técnica de arremesso, usando o Kruskal-Wallis ($p \leq 0,05$), exceto para a curva média da velocidade do jogador, quando o p-valor foi $\leq 0,01$.

5.3 – Resultados

A Tabela 5.1 descreve as ocorrências dos arremessos e aspectos da cinemática dos jogadores nas partidas observadas.

Tabela 5.1. Indicadores dos ataques em jogo efetivo e penalidades.

P_{osJog}	TA_{rr} (P)	TG (GP)	DJ_{og} (m)	V_{elJ} ($m.s^{-1}$)	R_{epOf} ($m.s^{-1}$)	V_{elS} ($m.s^{-1}$)	TA_{rr} (s)
A*							
AD	49 (2)	5 (2)	3,28(1,02)	2,76(0,74)	95,39(58,46)	14,92(2,62)	0,94(0,34)
CE	07 (0)	0 (0)	3,17(0,67)	2,79(0,38)	530,75(787,50)	13,56(0,88)	1,05(0,15)
AE	40 (2)	3 (2)	2,85(1,03)	2,62(0,78)	118,98(69,35)	14,88(2,89)	0,96(0,49)
B							
AD	41 (0)	1 (1)	2,52(0,59)	2,19(0,43)	114,17(82,84)	15,07(0,83)	0,88(0,15)
CE	16 (0)	0 (0)	0,99(0,57)	1,35(0,32)	226,29(166,71)	14,30(0,89)	1,03(0,20)
AE	36 (01)	3 (0)	2,72(0,92)	2,24(0,52)	132,13(70,37)	16,57(1,42)	0,86(0,13)
C*							
AD	42 (1)	6 (1)	2,86(0,76)	2,29(0,50)	137,82(72,35)	15,98(1,21)	0,79(0,10)
CE	14 (0)	0 (0)	2,02(1,89)	1,71(1,14)	303,89(247,94)	14,10(1,14)	1,13(0,61)
AE	42 (1)	8 (1)	3,06(0,75)	2,48(0,51)	141,73(102,68)	16,89(1,14)	0,80(0,11)
D							
AD	51 (1)	4 (1)	2,41(0,70)	2,19(0,50)	130,77(96,56)	15,44(1,34)	0,91(0,16)
CE	21 (1)	5 (1)	2,07(0,77)	1,67(0,50)	216,17(149,48)	17,54(1,39)	0,92(0,19)
AE	22 (0)	1 (0)	3,18(0,27)	2,83(0,23)	240,46(207,46)	13,48(0,81)	1,10(0,09)

Nota. P_{osJog} , posição dos jogadores; TA_{rr} , total de arremessos; P, penalidades; TG, total de gols; GP, gols de pênalti; DJ_{og} , distância percorrida no arremesso; V_{elJ} , velocidade máxima do jogador; R_{epOf} , repouso ofensivo do jogador; V_{elS} , velocidade de saída da bola; TA_{rr} , tempo de arremesso.

* Equipes vencedoras

Ocorreram 381 arremessos, destes 9 em cobranças de penalidades (2,36%). Apenas 15,5% dos arremessos foram feitos por CE (alas: 322; centrais: 59). A média de arremessos por jogador foi 45,75 para os AD, 14,5 para os CE e 35 para os AE, totalizando 190,5 arremessos por jogo. No total foram 36 gols (12 no jogo bronze e 24 no final), com 83,4% deles feitos pelos alas. Considerando-se a condição de jogo, 28 gols foram de jogo efetivo (372 tentativas), e 8 em penalidades (de 9 tentativas), indicando um maior aproveitamento nas penalidades (88,89% versus 7,53%, no jogo efetivo).

Diversos trabalhos ⁵⁻⁹ apontam o baixo aproveitamento dos ataques no

jogo efetivo (aproximadamente 5%). Melhorar esse aproveitamento tem sido o objetivo dos treinadores de goalball, no entanto, o treinamento torna essa uma tarefa cada vez mais difícil devido ao melhor desempenho das equipes, especialmente na defesa. Acredita-se que o sucesso do arremesso esteja relacionado a uma série de fatores, dentre eles a velocidade da bola, pois uma bola veloz reduz o tempo do adversário reagir frente o arremesso, aumentando assim as chances de pontuar.

A tabela acima permite ranquear os jogadores de acordo com o número de gols realizados. É possível constatar que o jogador com o maior número de gols foi apenas o terceiro mais veloz (V_{elJ}), mas seu arremesso apresentou a segunda maior velocidade (V_{elS}), assim como terceiro e quarto em número de gols apresentaram a primeira e quarta maiores velocidades da bola (V_{elS}).

Ainda na Tabela 5.1 podemos observar que os alas tiveram maior V_{elS} e menor TA que os centrais (V_{elS} – alas: $15,40 \pm 1,53 \text{ ms}^{-1}$; centrais: $14,88 \pm 1,63 \text{ ms}^{-1}$; TA - alas: $0,91 \pm 0,20 \text{ s}$; centrais: $1,03 \pm 0,29 \text{ s}$).

A Figura 5.2 mostra a variabilidade da distância percorrida pelo jogador (A) e a velocidade máxima do jogador (B) pelo fator: posição dos jogadores. Foram analisados 183 arremessos dos AD, 58 dos CE e 140 dos AE.

As distâncias percorridas (DJ_{og}) e velocidades ($V_{elJ_{og}}$) foram diferentes entre as posições. Os AE apresentaram maior DJ_{og} e $V_{elJ_{og}}$ que as demais posições ao arremessar, enquanto os CE apresentaram menor DJ_{og} e $V_{elJ_{og}}$ que os demais (medianas: DJ_{og} - CE: 1,74 m; AD: 2,73 m; AE: 3,20 m, $V_{elJ_{og}}$ - CE: $1,61 \text{ m.s}^{-1}$; AD: $2,38 \text{ m.s}^{-1}$; AE: $2,67 \text{ m.s}^{-1}$).

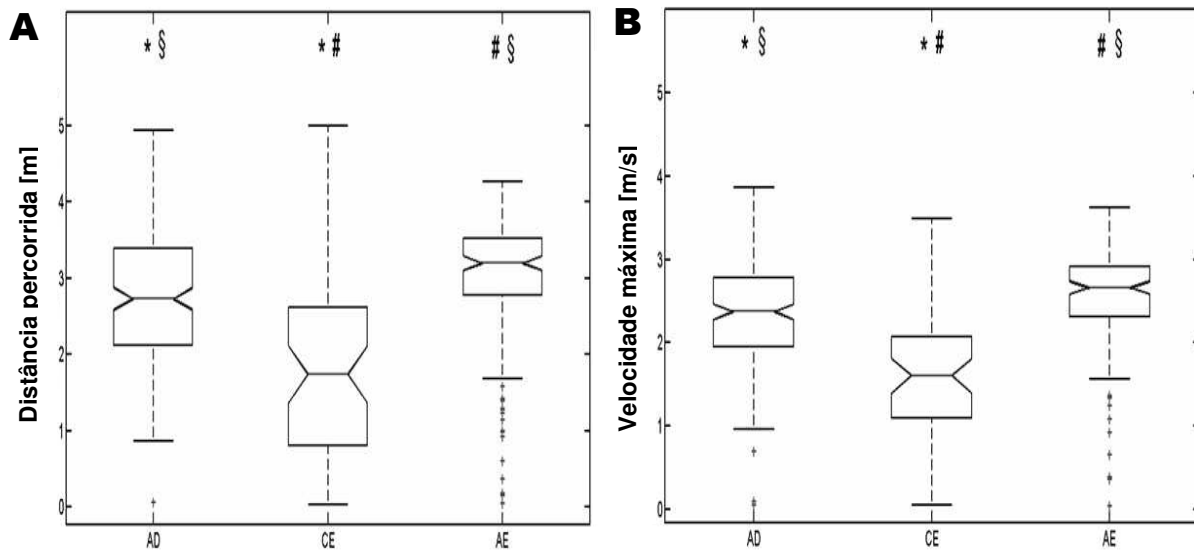


Figura 5.2. Box plot (mediana, 1º e 3º quartil) da distância percorrida (A) e velocidade máxima do jogador (B) por posição.

* $p < 0,05$, diferença significativa entre AD e CE; # $p < 0,05$, diferença significativa entre CE e AE; § $p < 0,05$, diferença significativa entre AE e AD.

A Figura 5.3 mostra a variabilidade da distância percorrida pelo jogador (A) e velocidade máxima do jogador (B) pelo fator: técnica de arremesso. Foram analisados 116 arremessos FR, 206 GI, 59 EP. Nos jogos observados o GI foi a técnica mais utilizada (GI: 54%, FR: 30%, EP: 16%). Apenas a técnica EP mostrou-se diferente das demais, em que os jogadores apresentaram maior distância percorrida (D_{Jog}) e velocidade máxima (V_{elJ}) em relação aos que utilizaram outras técnicas (medianas: D_{Jog} - FR: 2,84 m; GI: 2,82 m; EP: 3,32 m, V_{elJ} - FR: 2,56 m.s⁻¹; GI: 2,33 m.s⁻¹; EP: 2,90 m.s⁻¹).

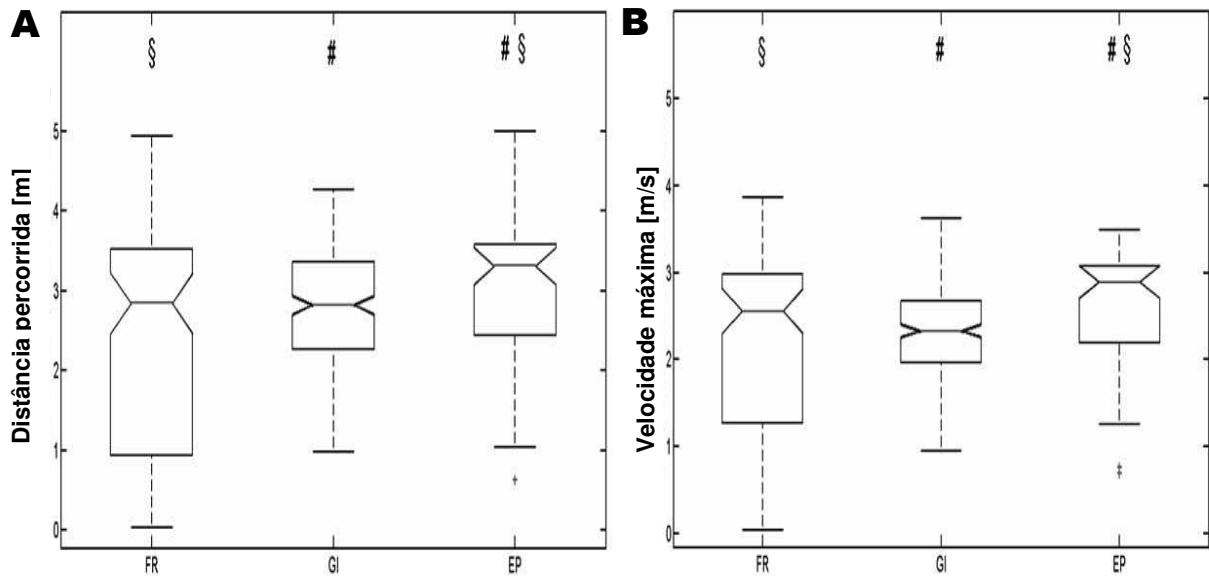


Figura 5.3. Box plot (mediana, 1º and 3º quartil) da distância percorrida (A) e velocidade máxima do jogador (B) por técnica de arremesso.

* $p < 0,05$, diferença significativa entre FR e GI; # $p < 0,05$, diferença significativa entre GI e EP; § $p < 0,05$, diferença significativa entre EP e FR.

No intuito de apresentar um modelo de curva para a velocidade dos jogadores a Figura 5.4 exibe a curva média da velocidade dos jogadores (CMJ) para posição dos jogadores (A) e técnica de arremesso (B). Esta representação permite observar a dinâmica da velocidade dos jogadores arremessando, e identificar diferenças no comportamento para diferentes posições e técnicas de arremesso.

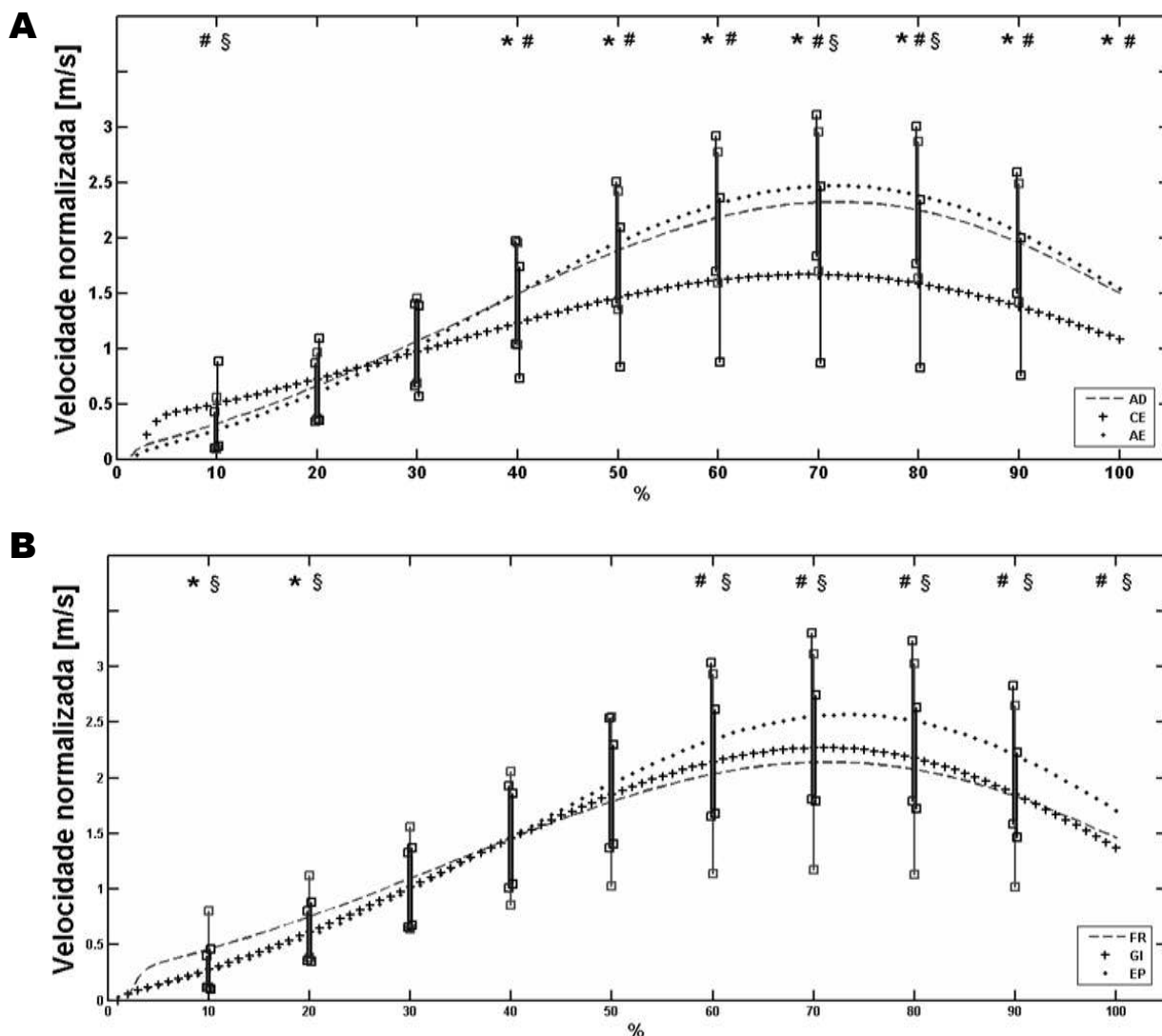


Figura 5.4. Normalização da curva média da velocidade dos jogadores por posição (A) e técnica de arremesso (B). As barras verticais representam o desvio padrão em torno da média.

(A): * $p < 0,01$, diferença significativa entre AD e CE; # $p < 0,01$, diferença significativa entre CE e AE; § $p < 0,01$, diferença significativa entre AE e AD.

(B): * $p < 0,01$, diferença significativa entre FR e GI; # $p < 0,01$, diferença significativa entre GI e EP; § $p < 0,01$, diferença significativa entre EP e FR.

Para os dois fatores, o pico da velocidade ocorreu próximo aos 70% (posição dos jogadores - CE: $1,66 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 69%; AD: $2,32 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 72%; AE: $2,47 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 72%, técnica de arremesso – FR: $2,14 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 71%; GI: $2,27 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 71%; EP: $2,57 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ em 74%).

Para quantificar a duração do esforço dos jogadores (nos arremessos) e o intervalo entre estes esforços, medimos a duração do deslocamento do jogador (DD) e o repouso ofensivo dos jogadores ($R_{ep}O_f$) respectivamente (Figura 5.5) (DD – CE: 1,69 s; AD: 1,77 s; AE: 1,91 s, $R_{ep}O_f$ - CE: 184,0 s; AD: 94,63 s; AE: 106,65 s).

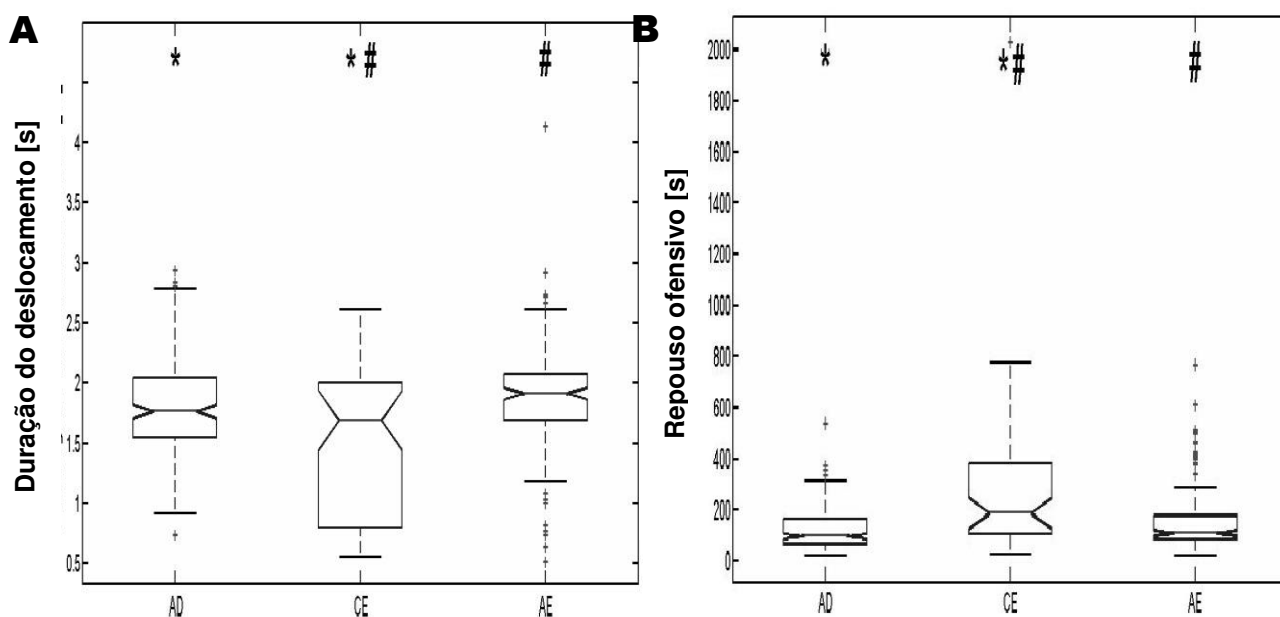


Figure 5.5. Box plot (mediana, 1º e 3º quartil) da duração do movimento do jogador (A) e repouso ofensivo (B) por posição.

* $p < 0,05$, diferença significativa entre AD e CE; # $p < 0,05$, diferença significativa entre CE e AE; § $p < 0,05$, diferença significativa entre AE e AD.

5.4 – Discussão

O objetivo do estudo foi analisar a distância percorrida e velocidade de jogadores de goalball nos arremessos permitindo identificar diferenças entre as posições dos jogadores e técnicas de arremessos.

A exemplo do que acontece em diversas modalidades, paralímpicas¹¹ ou olímpicas^{12,16}, o número de ações, a distância percorrida e velocidade dos jogadores nos arremessos durante os jogos, são fatores importantes para o treinamento seja qual for a modalidade, pois permite adequar as cargas de treinamento, de forma a melhorar o desempenho de atletas e equipes, prevenir lesões causados por excesso de

treinamento, e podem ser usados como parâmetro de avaliação e controle das sessões ao longo da preparação a longo prazo.

O presente estudo quantifica objetivamente as distâncias e velocidade atingida pelos jogadores em suas ações ofensivas, considerando a alteração no tempo regulamentar da partida, alterando de vinte para vinte e quatro minutos o tempo de jogo.

No goalball, estudos anteriores ⁵⁻⁹ têm demonstrado a predominância defensiva dos CE, apontando como a principal razão para isso acontecer, a região ocupada por estes jogadores na quadra, que por se tratar de uma região central torna-se mais fácil interceptar os arremessos adversários, enquanto os alas são responsáveis apenas pela cobertura no caso da bola apresentar rebote, e assim podem preparar-se para receber o passe do companheiro e arremessar com maior segurança, por isso em geral são os alas os jogadores com maior atuação ofensiva, enquanto os centrais apresentam predominância defensiva. Em muitos casos os arremessos dos CE têm como objetivo livrar-se da bola para evitar que sua equipe cometa uma penalidade (onde as chances sofrer o gol são maiores) e não de marcar o gol, o que pode justificar as menores distâncias percorridas e velocidades encontradas para esta posição.

Corroborando com tais trabalhos ⁵⁻⁹, foi verificada maior atuação ofensiva dos alas, (média: AD: 45,75; CE: 14,5; AE: 35 arremessos), sendo estes os jogadores com maiores distâncias e velocidades máximas, bem como maior duração e menor repouso entre as ações que os centrais (medianas: DJ_{og} - CE: 1,74 m; AD: 2,73 m; AE: 3,20 m, V_{elJog} - CE: 1,61 m.s⁻¹; AD: 2,38 m.s⁻¹; AE: 2,67 m.s⁻¹, DD - CE: 1,69 s; AD: 1,77 s; AE: 1,91 s, R_{epOf} - CE: 184,0 s; AD: 94,63 s; AE: 106,65 s).

O motivo para as baixas velocidades encontradas no presente estudo para os jogadores (V_{elJ}) pode estar associado a limitação espacial da área de ataque no goalball. Marche et al. ¹⁶ investigando as ações de jogadores de futebol de 5, esporte praticado por atletas com deficiência visual, assim como o goalball, demonstrou *sprints* acima de 6,0 m.s⁻¹. Embora não haja uma regra que proíba os jogadores usarem o espaço fora da quadra para a corrida de arremesso, a ausência de referenciais táteis, e o escasso tempo de posse de bola, fazem desta uma opção pouco utilizada.

O número de ações observadas foi maior que os apontados em outros trabalhos, mostrando 163,5 para times regionais brasileiros ⁶, de 133,9 e 162,8 para

equipes nacionais portuguesas e seleções europeias respectivamente ⁸, de 156.0 nos Jogos Paralímpicos de 2008 ⁷ e 152,7 no Campeonato Europeu de 2009 ⁹, contra 190,5 no presente estudo, representando um acréscimo de 23,5% considerando uma média entre os estudos supracitados. Este aumento pode estar relacionado ao acréscimo no tempo regulamentar na partida, aumentando de 20 a 24 minutos a partir de 2010 ¹⁷, pois a frequência de arremessos relativizada pelo tempo de jogo (número de arremessos/tempo de jogo) os resultados se mostram semelhantes (8,2 por Caldeira ⁶; 8,1 para Amorim ⁸; 7,8 para Morato ⁷; 7,6 para Muñoz Jimenez ⁹; e 7,9 no presente estudo).

Foi registrada média de $18 \pm 8,5$ gols por partida (Jogo1: A 08 x 04 B; Jogo2: C 14 x 10 D), considerado um resultado elevado, principalmente se tratando de jogos finais do torneio. Tal resultado pode indicar um menor nível de elaboração do jogo das equipes observadas, pois considerando estudos anteriores, quanto maior o nível da competição, menor o número de gols por partida (12,5 em nível regional brasileiro ⁶; 11,1 em seleções europeias ⁹; e 8,1 em jogos das paralimpíadas ⁷).

Comparando o tempo de arremesso (TA_{rr}) dos jogadores, os alas apresentaram menor TA_{rr} a que os centrais (alas: $0,91 \pm 0,20$ s; centrais: $1,03 \pm 0,29$ s). Em relação a estudos anteriores foram encontrados resultados intermediários ($1,13 \pm 0,19$ s para Caldeira ⁶ e $0,84 \pm 0,14$ s para Morato ⁷), o que pode ser consequência tanto da diferença entre os métodos utilizados na obtenção das medidas (cronômetro com acionamento manual vs. interceptação das coordenadas 6.0 e 9.0 m no eixo X do sistema de coordenadas), quanto do nível distinto das competições, que se mostra menor em jogos de maior nível técnico.

Na curva média da velocidade do jogador podemos observar que independentemente da posição ou da técnica, é possível dividir da curva em duas fases: *Aceleração* (0% - 70%) – com maior incremento de velocidade até os 60% e *Desaceleração* (70% - 100%) – com a redução da velocidade. Independentemente da posição ou técnica, o pico da velocidade dos jogadores ocorre em torno do 70%, quando passa a desacelerar. De posse desta informação, novas estratégias de treinamento poderiam ser desenvolvidas no sentido de minimizar ou retardar esta queda aproveitando melhor a velocidade desenvolvida pelo jogador durante a corrida para o arremesso.

Foram medidas a velocidade de saída da bola (V_{elS}), mostrando média foi de $15,23 \pm 1,56 \text{ m.s}^{-1}$, se mostrando menores se comparadas a Bowerman et al. ³ que reporta para categoria masculina velocidades médias de $26,5 \pm 4,5 \text{ m.s}^{-1}$, porém mostraram-se coerentes com resultados de Morato ⁷ relatando velocidades médias de $12,0 \pm 2,55 \text{ m.s}^{-1}$.

De modo geral os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os achados de Pilianidis et al.¹⁸ que ao investigar a frequência cardíaca e lactato sanguíneo de jogadores de goalball durante as partidas, observou que o goalball quanto as demandas dos jogadores apresenta curtos períodos de alta intensidade, sucedidos por períodos de baixa intensidade, que no presente estudo são reforçados pelas pequenas distâncias percorridas e baixas velocidades (médias de $2,59 \pm 0,66 \text{ m}$ e $2,26 \pm 0,48 \text{ m.s}^{-1}$), com ações de curta duração (média de $1,88 \pm 0,17 \text{ s}$) seguidas por períodos maiores de intervalo entre eles (média de $122 \pm 88,0 \text{ s}$).

O presente estudo quantificou a distância percorrida e velocidade dos jogadores de goalball nos arremessos em jogos oficiais. Incorporar tais O uso de tais informações pelos treinadores poderá auxiliá-los no planejamento e controle das sessões de treino por permitir um melhor ajuste das cargas de treinamento no goalball, aumentando o desempenho de atletas e equipes além de prevenir lesões ocasionadas por cargas excessivas. Além disso favorece o desenvolvimento de novas estratégias para a preparação física no goalball.

Em relação a diferenças entre as posições, os alas desenvolveram maiores distâncias percorridas e velocidades máximas que os centrais, reforçando a maior atribuição defensiva dos centrais, já evidenciada em outros estudos ⁵⁻⁹, reforçando a necessidade de treinamento individualizado do ponto de vista da preparação física entre jogadores de diferentes posições, respeitando a especificidade da função desempenhada por cada uma delas na dinâmica do jogo de goalball.

5.5 – Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer aos jogadores que participaram do estudo. Esta pesquisa foi apoiada pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior.

5.6 – Referências

1. NASCIMENTO D. F.; MORATO M. P. Goalball: manual de orientação para professores de educação física. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006. Disponível em: <http://www.informacao.srv.br/cpb/htmls/paginas/goalball/goalball.html>.
2. ALMEIDA J. J. G. et al. (Orgs.). Goalball: invertendo o jogo da inclusão. Campinas: Autores Associados, 2008.
3. BOWERMAN S.; DAVIS R.; FORD S.; NICHOLS D. Phases of Movement of Goalball Throw Related to Ball Velocity. *Insight: Research & Practice in Visual Impairment & Blindness*. 2011; 4(4).
4. MORATO M. P.; GOMES M. S. P.; ALMEIDA J. J. G. The self-organizations processes of goalball. *Revista Brasileira de Ciências do Esporte*. 2012; 34(3):741-760.
5. MORA D. H. Analisis y planificacion de la temporada del equipa de Barcelona de goalball. Barcelona: Revista do INEF, 1993.
6. CALDEIRA N. A. O. Análise quantitativa do goalball. Trabalho de conclusão de curso: Faculdade de Educação Física Universidade Estadual de Campinas; 2006:78.
7. MORATO M. P. Análise do jogo de goalball: modelação e interpretação dos padrões de jogo da Paralimpíada de Pequim 2008. 2012.
8. DE CASTRO AMORIM M. L.; BOTELHO M. F. C.; ROMAO E. S.; et al. Caracterización de los patrones comportamentales de los atletas con discapacidad visual practicantes de goalball. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*. 2010;13(3):47-57.
9. MUÑOZ JIMÉNEZ J. Análisis de los indicadores del rendimiento competitivo en goalball. 2013.
10. DI SALVO V.; BARON R.; TSCHAN H. et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. *International Journal of Sports Medicine*, 28, 222–227. 2007.
11. BARROS R. M. L.; MISUTA M. S.; MENEZES R P.; et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. *Journal of Sports Science and Medicine*, 6, 233–242. 2007.

12. SARRO K. J.; MISUTA M. S.; BURKETT B.; et al. Tracking of wheelchair rugby players in the 2008 Demolition Derby final, *Journal of Sports Sciences*, 28(2), 193, 2010.
13. ABDEL-AZIZ Y.; KARARA M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. In *ASP Symp. Close Range Photogrammetry*, pp. 1-19, 1971.
14. MONEZI L. A.; RODRIGUES N. A.; MERCADANTE L. A.; et al. Measurement of distance covered on a basketball court using a video based system with multiple cameras. *XXIV Congress of the International Society of Biomechanics 2013:2*.
15. BARROS R. M. L.; MERCADANTE L. A.; LARA J. P.; et al. A 3D kinematical analysis of long jump in the "Gold Meeting Rio of Athletics 2007". *ISBS – Conference Proceedings Archive 2007*.
16. MARCHE A. L.; ZISKIND F. S.; MISUTA M. S.; et al. Analysis of Covered Distance and Velocity of Indoor Blind Soccer Players Obtained With an Automatic Tracking Method. *European College of Sport Science*; 2008.
17. INTERNATIONAL BLIND SPORTS FEDERATION - IBSA. *Goalball Rules 2014 - 2017*. Access: January 27th, 2015. http://www.paralimpicos.es/publicacion/ficheros/GB%20264-Rules-IBSA-Goalball-Rules-&-Regulations-2014-2017-v1_04.pdf.2015.
18. PILIANIDIS T.; CHRISTODOULOS A.; DOUDA H.; et al. Heart rate responses and blood lactate concentration of goalball players during the game. *10th Annual Congress of the ECSS*. 2005.

Capítulo IV

Análise cinemática 3D da bola no arremesso do goalball: influência da posição do jogador, técnica de arremesso e tipo de bola.

Thiago Pinguelli Magalhães,¹ Lucas Antonio Monezi,¹ Milton Shoiti Misuta¹

¹ Biomechanics and Instrumentation Laboratory, School of Applied Sciences of State University of Campinas, Limeira, São Paulo, Brazil.

Título: Análise cinemática 3D da bola no arremesso do goalball: influência da posição do jogador, técnica de arremesso e tipo da bola.

Title: Tridimensional kinematical analysis of ball in goalball's throw: influence of player position, throw technique and kind of ball.

Resumo

Goalball é um esporte coletivo praticado por pessoas com deficiência visual. O confronto ocorre através da troca de arremessos com o objetivo de marcar gol. No goalball o arremesso tem fundamental importância por constituir a ação ofensiva dos jogadores. Estudos anteriores têm os analisado por metodologia observacional, e nesse sentido a videogrametria apresenta-se como uma possibilidade para a análise quantitativa do jogo de maneira mais objetiva. Assim, o objetivo do estudo foi a análise 3D dos arremessos, especificamente a influência da posição do jogador, técnica de arremesso e tipo de bola. Como em outros estudos as trajetórias diagonais foram mais recorrentes, com predominância das diagonais curtas (PA: 23%; DC: 35%; DM: 18%; DE: 13%; DL: 11%). Os alas arremessaram mais, e suas bolas foram mais velozes (médias - AD: 10.2 m.s⁻¹; CE: 9.35 m.s⁻¹; AE: 10.25 m.s⁻¹), o giro foi a técnica mais utilizada, mostrando-se mais veloz que as demais (médias - FR: 9.2 m.s⁻¹; GI: 10.7 m.s⁻¹; EP: 10.2 m.s⁻¹), e as bolas quicadas embora tenham sido mais recorrentes foram mais lentas (médias - LI: 10.7 m.s⁻¹; QC: 9.5 m.s⁻¹). A videogrametria mostrou-se satisfatória na determinação da velocidade da bola, permitindo realizar a análise cinemática 3D dos arremessos, possibilitando o avanço do conhecimento sobre o goalball e contribuindo para o desenvolvimento de futuras investigações.

Palavras-chave: biomecânica, goalball, arremesso, análise cinemática.

Abstract

Goalball is a team sport practiced by people with visual impairments. The clash occurs through the exchange of shots in order to score goal. In goalball the throw is of fundamental importance as it constitutes the offensive action of players. Previous studies have analyzed by the observational method, and accordingly the videogrammetry presents itself as a possibility for quantitative analysis of the game more objectively. The objective of the study was the analysis of throws. As in other studies diagonal trajectories were most frequent, with predominance of short diagonal (PA: 23%; SD: 35%; AD: 18%; ED: 13%; LD: 11%). The wings threw more, and his balls were faster (RW: 10.2 m.s⁻¹; CE: 9.35 m.s⁻¹; LW: 10.25 m.s⁻¹), the spin throw was the most used technique, being faster than the other (TT: 9.2 m.s⁻¹; ST: 10.7 m.s⁻¹; BL: 10.2 m.s⁻¹), and jumpy balls although they were more common were slower (SB: 10.7 m.s⁻¹; JB: 9.5 m.s⁻¹). The videogrammetry was satisfactory in determining the ball's velocity, allowing perform 3D kinematic analysis of the throws, allowing the advancement of knowledge about goalball and contributing to the development of future research.

Key words: biomechanics, goalball, throw, kinematic analysis.

6.1 – Introdução

O goalball é uma modalidade esportiva coletiva praticada por pessoas com deficiência visual. Sua criação teve o intuito de auxiliar na reabilitação dos veteranos da II Guerra que haviam adquirido deficiência visual, por isso a dinâmica do jogo é pautada nas percepções auditivas, táteis e orientação espacial dos jogadores, pelas quais podem perceber as linhas em alto-relevo que compõe a quadra, e localizar a bola através do barulho que ela produz, graças aos guizos que possui (NASCIMENTO; MORATO, 2006; ALMEIDA et al., 2008)

Oficialmente as equipes são compostas por até 6 jogadores, sendo permitidos apenas 3 em quadra. Os jogadores são classificados de acordo com sua posição, que levam o nome da região ocupada pelos mesmos na quadra, com os alas, direito (AD) e esquerdo (AE) ocupando as regiões laterais da quadra, e o central (CE) ou pivô, posicionado ao centro (MORATO; GOMES; ALMEIDA, 2012; NASCIMENTO; CAMARGO, 2012). Durante as partidas, os jogadores têm por objetivo tanto fazer com que a bola ao ser arremessada adentre a baliza adversária (ataque), quanto evitar que a mesma adentre seu próprio gol (defesa).

Esta lógica confere ao jogo elevadas chances das equipes pontuarem, ultrapassando as 150 oportunidades em uma única partida (AMORIM, 2010; MORATO, 2012; MUÑOZ JIMENEZ, 2013). O que faz do arremesso, um aspecto fundamental à modalidade, por constituir a ação ofensiva dos jogadores. No goalball, o arremesso pode ser classificado quanto a técnica de execução, tipo de bola e trajetória.

A técnica de execução se refere ao tipo de movimentação feita pelo jogador para acelerar a bola e lançá-la contra o gol adversário. Até o momento são descritos na literatura três técnicas de arremesso: *frontal* (FR), em que o arremesso é feito de frente semelhante ao usado no boliche; *giro* (GI), em que o jogador ao lançar a bola realiza um giro como no arremesso de disco; e *entre pernas* (EP), em que o arremesso é feito de costas e a bola arremessada por entre as pernas do jogador (NASCIMENTO; MORATO, 2006; BOWERMAN, 2010; BOWERMAN et al., 2011; MORATO, 2012).

O tipo de bola caracteriza o arremesso em função do seu contato com o solo durante sua trajetória. Pode ser *lisa* (LI) quando a bola desenvolve uma trajetória rasteira, tocando na quadra durante todo (ou quase todo) seu trajeto, ou *quicada* (QC) quando a bola apresenta uma trajetória saltitante, tocando apenas em alguns pontos da quadra.

A trajetória classifica os arremessos quanto ao percurso da bola, considerando os setores de *origem* (saída da mão do atacante) e *destino* (interceptação pelo defensor) dos arremessos. Morato (2012) propõe a divisão da quadra em faixas de um metro e cinquenta centímetros, a fim de auxiliar tanto na pedagogia do ensino do goalball, quanto estrategicamente no alto nível, permitindo a identificação de setores (alvos) mais frágeis na defesa adversária, onde seria mais fácil pontuar. Os setores são divididos de um a seis, orientados da direita para a esquerda, permitindo classificar as trajetórias em *paralelas* (PA) em que a bola se dirige ao setor a frente de onde foi lançada, e *diagonais*, subdivididos em curta, média, longa e extrema (DC, DM, DL, DE respectivamente), dependendo do número de setores deslocados em relação a origem.

Ainda que estudos tratando do goalball tenham aumentado paulatinamente nos últimos anos, trabalhos tratando dos arremessos são escassos (MORA, 1993; CALDEIRA, 2006; AMORIM et al., 2010; BOWERMAN et al., 2011; MORATO, 2012; MUÑOZ JIMENEZ, 2013). Até o momento tais estudos voltam-se análise dos arremessos através de metodologia observacional, onde os dados fundamentam-se na interpretação do observador e no modo como este concebe o objeto observado (ESTEVES-VASCONCELLOS, 2002).

Em relação a velocidade nos arremessos, são encontrados apenas os estudos de Bowerman (2010) que investigou a velocidade dos arremessos de jogadores de goalball fora das condições de jogo, e Morato (2012) realizando a análise dos arremessos nos Jogos Paralímpicos de 2008. Em ambos a velocidade da bola foi estimada pela relação entre o tempo e a medida entre duas linhas demarcatórias da quadra (linhas de *highball*), o que pode subestimar a velocidade no caso de bolas diagonais. Nesse sentido a videogrametria apresenta-se como uma possibilidade para quantificar a velocidade da bola nos arremessos, permitindo conhecer seu

comportamento durante toda a sua trajetória, informações até então desconhecidas, além da identificação de sua posição nos instantes de saída e destino com maior objetividade do que em estudos anteriores.

Assim, o objetivo do estudo consiste na análise cinemática 3D da bola no arremesso do goalball. Especificamente a) analisar a trajetória da bola de acordo com os setores de origem/destino dos arremessos e o ângulo de arremesso em relação ao gol. b) analisar a velocidade da bola considerando a posição dos jogadores, técnica de arremesso e tipo de bola.

6.2 – Métodos

6.2.1. Coleta de dados

Foram analisados dois jogos de nível estadual brasileiros. A aquisição das imagens foi obtida por duas câmeras de vídeo full HD (JVC GZ-HD620BU) e frequência de amostragem de 60 Hz posicionadas no ponto mais alto da arquibancada do ginásio (Figura 6.1).

As imagens foram armazenadas em computador e convertidas para AVI. As medições foram feitas no sistema Dvideo, e o Matlab® foi usado no tratamento dos dados e análise estatística.

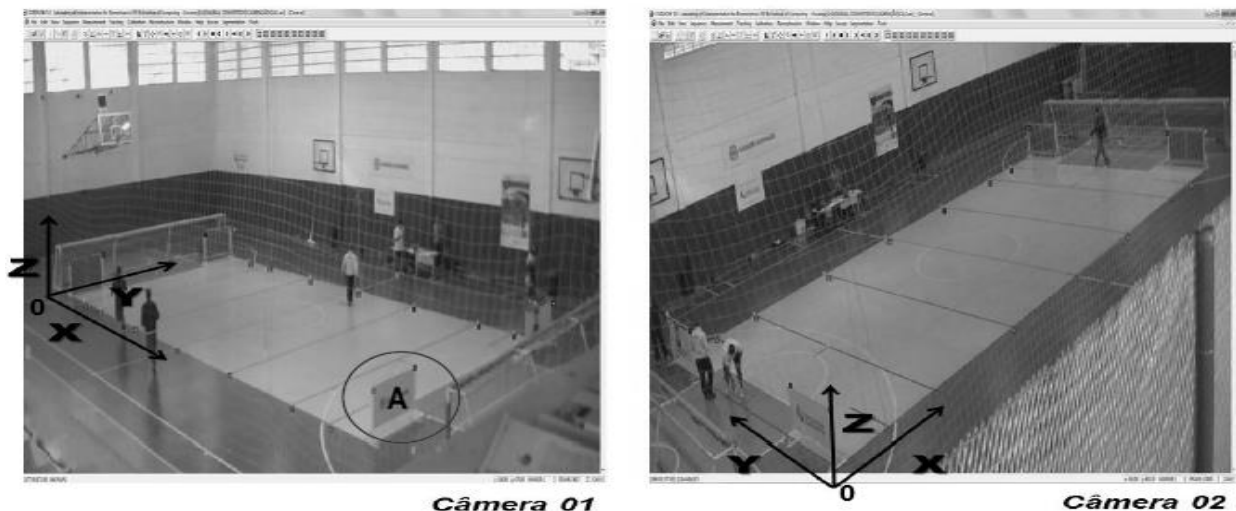


Figura 6.1. Imagens da quadra (câmera 1 e 2) e orientação do sistema de coordenadas. (A) corresponde ao objeto de dimensões conhecidas usado como referência na construção do eixo vertical.

6.2.2. Participantes

As coletas foram realizadas mediante aprovação da comissão organizadora do evento e do Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas – FCM/Unicamp sob o parecer 510/2011.

Quatro equipes compuseram a amostra, totalizando 16 jogadores, sendo seis alas direito, quatro pivôs e seis alas esquerdo, com frequência de treino de pelo menos duas vezes por semana (média \pm dp, idade $27 \pm 6,8$ anos; estatura $1,73 \pm 0,09$ m; massa corporal $77,7 \pm 17,4$ kg; tempo de prática 53 ± 36 meses).

6.2.3. Calibração das câmeras e reconstrução do sistema de coordenadas

O processo de calibração consiste em estabelecer a relação geométrica entre o plano associado à quadra e o plano da imagem, afim de, se conhecer as coordenadas de tela e obter as posições dos jogadores e as outras informações do jogo no plano da quadra.

O sistema de referências foi construído com 22 pontos conhecidos da quadra de jogo, medidos com uma trena laser (Disto® - Leica), com precisão de 0.5 mm, definindo um sistema de coordenadas ortogonal com origem em 0 (Figura 4.1).

As coordenadas destes pontos foram utilizadas para realizar o processo de calibração das câmeras (transformação linear direta (DLT) proposta por Abdel-Aziz e Karara, 1971). A reconstrução das coordenadas foi bidimensional (2D) para os jogadores, e tridimensional (3D) para a bola.

6.2.4. Rastreamento

A medição das trajetórias dos arremessos foi realizada durante os ataques e ocorreu de modo manual por um operador.

O rastreamento da bola foi feito estimando o seu centro com início no ponto mais alto da sua trajetória na mão do jogador e fim no contato defensivo com o jogador adversário ou até sua saída pelas linhas laterais da quadra. Após serem reconstruídos, As coordenadas 3D da bola foram suavizadas usando filtro *Butterworth low-pass* de 4ª ordem com frequência de corte 6 Hz (BARROS et al., 2007).

6.2.5. Variáveis utilizadas

Na setorização dos arremessos foi utilizado o modelo proposto por Morato (2012) que divide a quadra em seis setores de um metro e cinquenta centímetros. Os setores de origem e destino dos arremessos foram calculados considerando a posição 3D da bola e categorizados em:

Setor de origem (SO) – setor em que a bola se encontra no instante do primeiro contato com a quadra ao sair da mão do jogador no arremesso.

Setor de destino (SD) – setor em que a bola se encontra no instante do contato entre a bola e o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra.

As velocidades foram obtidas a partir do rastreamento das trajetórias da bola nos arremessos. Do rastreamento das trajetórias, foi selecionado o trecho entre: *início* - perda de contato entre a bola e a mão do jogador no arremesso; e *fim* – contato da bola com o jogador defensivo (adversário), ou ultrapassem da mesma pelas linhas laterais da quadra. Em caso de gol, a bola continuou sendo rastreada até o contato com a quadra após a linha de fundo da quadra (dentro do gol).

Então para o trecho selecionado foi calculada a velocidade escalar da bola. Após o cálculo foram categorizadas em:

Velocidade de saída (V_{elS}) – velocidade no instante da perda de contato entre a bola e a mão do jogador.

Velocidade de chegada (V_{elC}) – velocidade no instante do contato entre a bola e o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra.

Outra representação da velocidade apresentada no estudo é a normalização da curva média da velocidade da bola (CMB). Nesta, a velocidade da bola, calculada quadro a quadro para os arremessos, foi normalizada de 0% à 100%, sendo 0% o instante de perda de contato entre a bola e a mão do jogador (V_{elS}), e 100% o instante do contato entre a bola e o jogador defensivo (adversário), ou na ultrapassagem da bola pelas linhas laterais da quadra (V_{elC}). Então, as curvas dos arremessos foram agrupadas de acordo com o fator analisado e calculadas as curvas médias.

No intuito de observar uma tendência para as ações de acordo com a

posição dos jogadores, calculamos o ângulo de saída da bola em relação a sua trajetória. Ângulo de saída do arremesso (AA) – a partir dos pontos: a) primeiro contato da bola com o solo na saída da mão do jogador e b) contato da bola com o jogador defensivo, foi obtido um triângulo retângulo, e o que o ângulo formado entre a trajetória da bola (hipotenusa) e o cateto adjacente foi admitido como AA, convencionado positivo quando a trajetória foi a direita do jogador e negativo quando a esquerda.

Os fatores posição do jogador e técnica de arremesso foram anotados para cada arremesso na sequência do jogo e o tipo de bola.

6.2.6. Análise estatística

A normalidade dos dados foi testada usando o *Lilliefors test* ($p \leq 0.05$). Mediante a não normalidade, o *Kruskal-Wallis test* foi usado para detectar diferenças entre os grupos. Na normalização da curva média das velocidades, a diferença estatística foi calculada nas faixas de 10 em 10%, e adotado $p \leq 0.01$. Para o restante do estudo foi adotado $p \leq 0.05$.

Na análise das velocidades foram considerados os fatores: a) posição dos jogadores, b) técnica de arremesso e c) tipo de bola.

6.3 – Resultados

Foram mapeados os setores de origem e destino dos arremessos buscando analisar quais os setores foram mais recorrentes nos jogos observados (Figura 6.2).

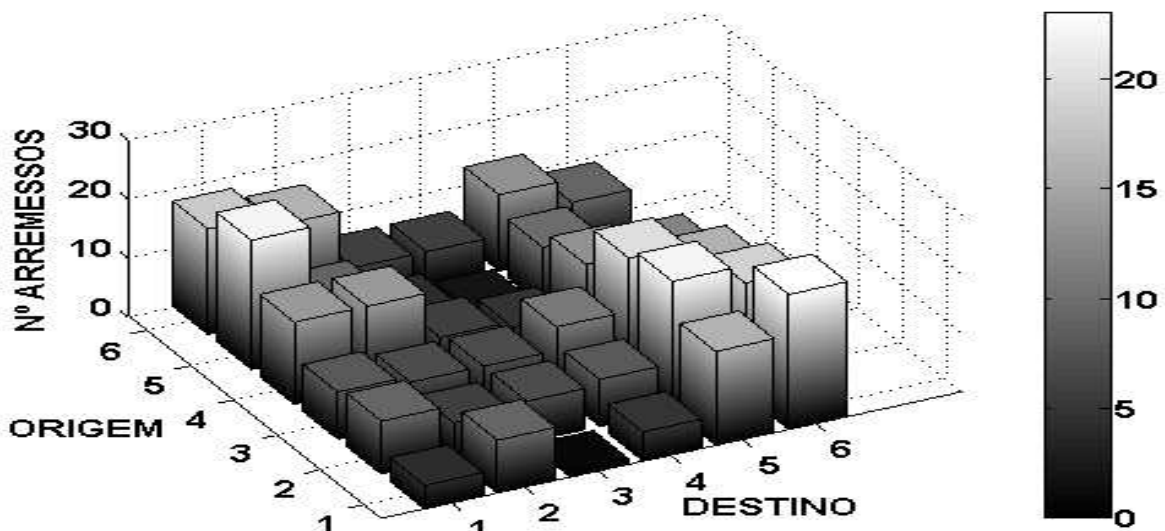


Figura 6.2. Distribuição dos setores de origem e destino dos arremessos.

As origens mais recorrentes foram as do setor esquerdo da quadra, (o5 e o6). Os destinos mais buscados foram tanto o setor direito (d1, d2 e d3), quanto o esquerdo (d5 e d6), mostrando que apesar da das diagonais curtas, as maiores diagonais (longas e extremas) também foram frequentes, representando aproximadamente 1/4 do total de arremessos.

De acordo com as origens e destinos dos arremessos foi possível classificá-los quanto a sua trajetória (Figura 6.3).

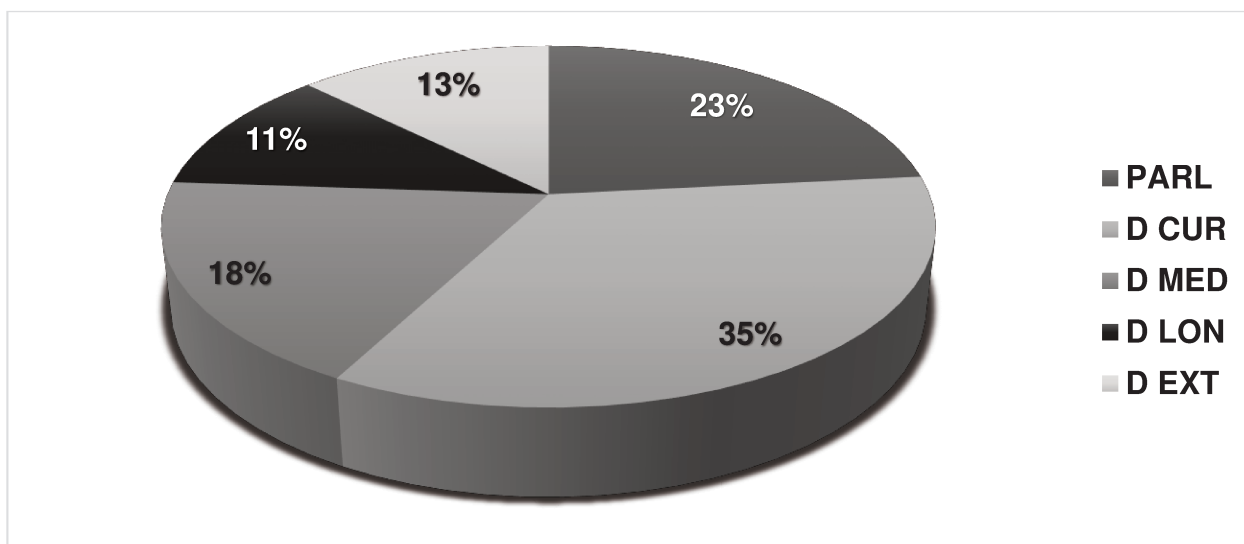


Figura 6.3. Distribuição (%) das trajetórias dos arremessos.

Os resultados demonstraram que os arremessos buscando as diagonais foram os mais utilizados (Diagonais: 77%; Paralelas: 23%), com superioridade da diagonal curta sobre as demais (DC: 35%; DM: 18%; DE: 13%; DL: 11%).

O ângulo de saída dos arremessos (AA) foi calculado de acordo com a posição dos jogadores (Figura 6.4). As barras escuras representam o número de arremessos em cada faixa do AA. Os valores positivos representam trajetórias a direita dos jogadores, e as negativas trajetórias a esquerda.

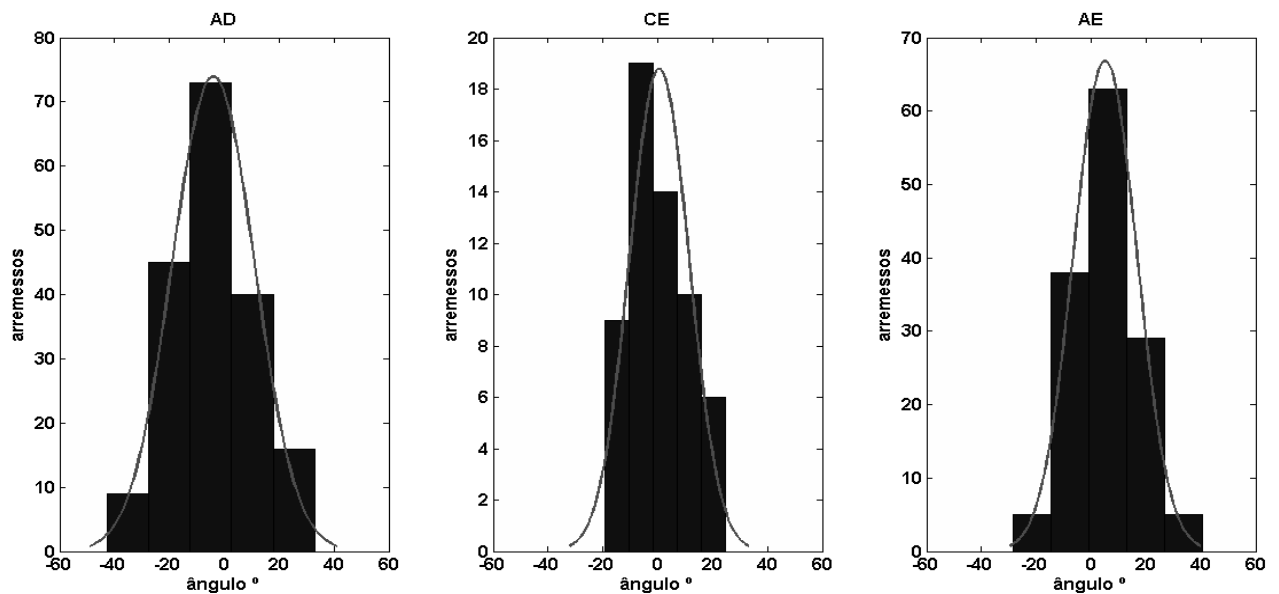


Figura 6.4. Distribuição dos ângulos dos arremessos por posição dos jogadores.

Podemos notar que a tendência dos AD foi arremessar a esquerda (maior número de arremessos com ângulos negativos), e dos AE foi a direita (maior número de arremessos com ângulos positivos), enquanto os CE tiveram uma tendência em arremessar no meio (AD: -4.0° ; CE: 0.5° ; AE: 5.0°).

A respeito de maiores informações sobre as velocidades nos momentos de saída da mão do jogador, e interceptação pela defesa adversária, pelo que representam à dinâmica do jogo, a velocidade de saída e chegada foi investigada em função da posição dos jogadores (Figura 6.5), técnica de arremesso (Figura 6.6) e tipo de bola (Figura 6.7).

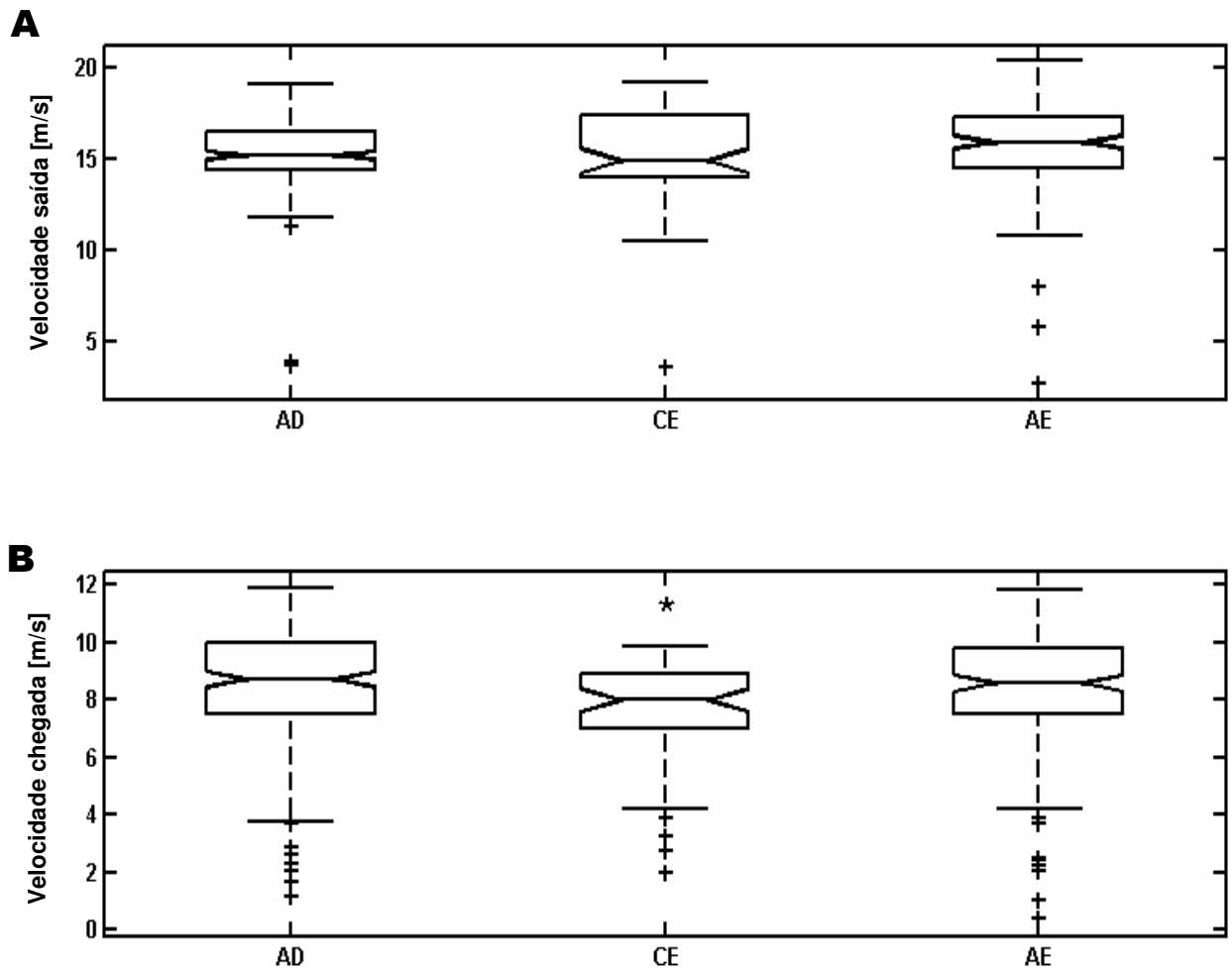


Figura 6.5. Boxplot (mediana, 1º e 3º quartil) da velocidade de saída (A) e velocidade de chegada (B) por posição dos jogadores.

* $P < 0.05$, significativamente diferente de AD e AE.

A maior parte dos arremessos (85%) foi efetuado pelos alas (AD: 183; CE: 58; AE: 140) que apresentaram diferença significativamente maior que os pivôs apenas para velocidade de chegada (V_{eS} - AD: 15.25 m.s⁻¹; CE: 14.95 m.s⁻¹; AE: 15.98 m.s⁻¹, V_{eC} - AD: 8.71 m.s⁻¹; CE: 7.99 m.s⁻¹; AE: 8.58 m.s⁻¹).

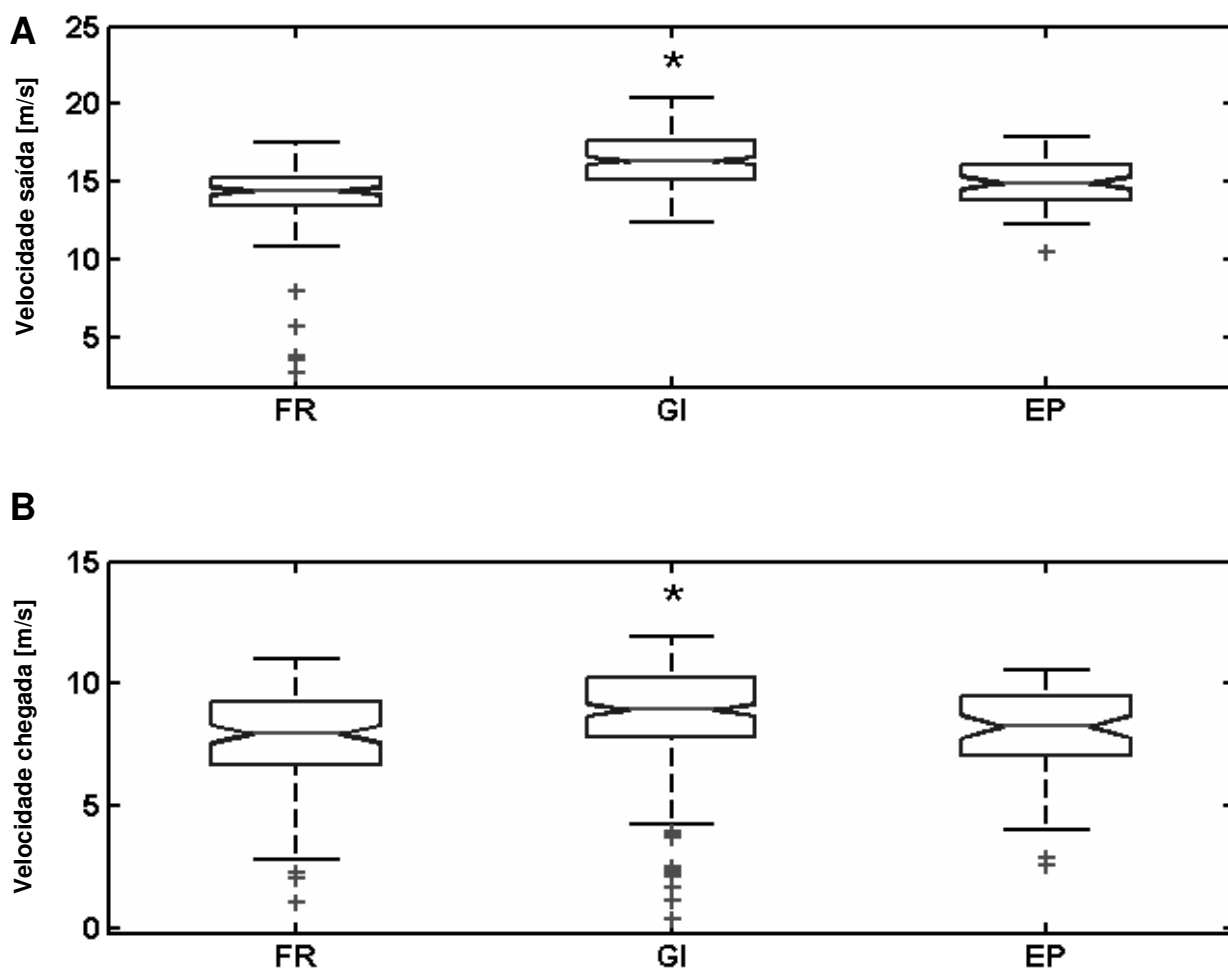


Figura 6.6. Boxplot (mediana, 1º e 3º quartil) da velocidade de saída (A) e velocidade de chegada (B) por técnica de arremesso.

* $P < 0.05$, significativamente diferente de FR e EP.

A técnica giro foi a mais recorrente entre os arremessos (FR: 116; GI: 206; EP: 59). Para as velocidades de saída e chegada as técnicas FR e EP apresentaram velocidades semelhantes, sendo o GI a técnica mais veloz (V_{elS} – FR: $14.48 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; GI: $16.41 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; EP: $14.99 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, V_{elC} – FR: $7.96 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; GI: $8.92 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$; EP: $8.24 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$) e a que marcou o maior número de gols (GI: 63,9%; FR: 22,2 %; EP: 13,9%).

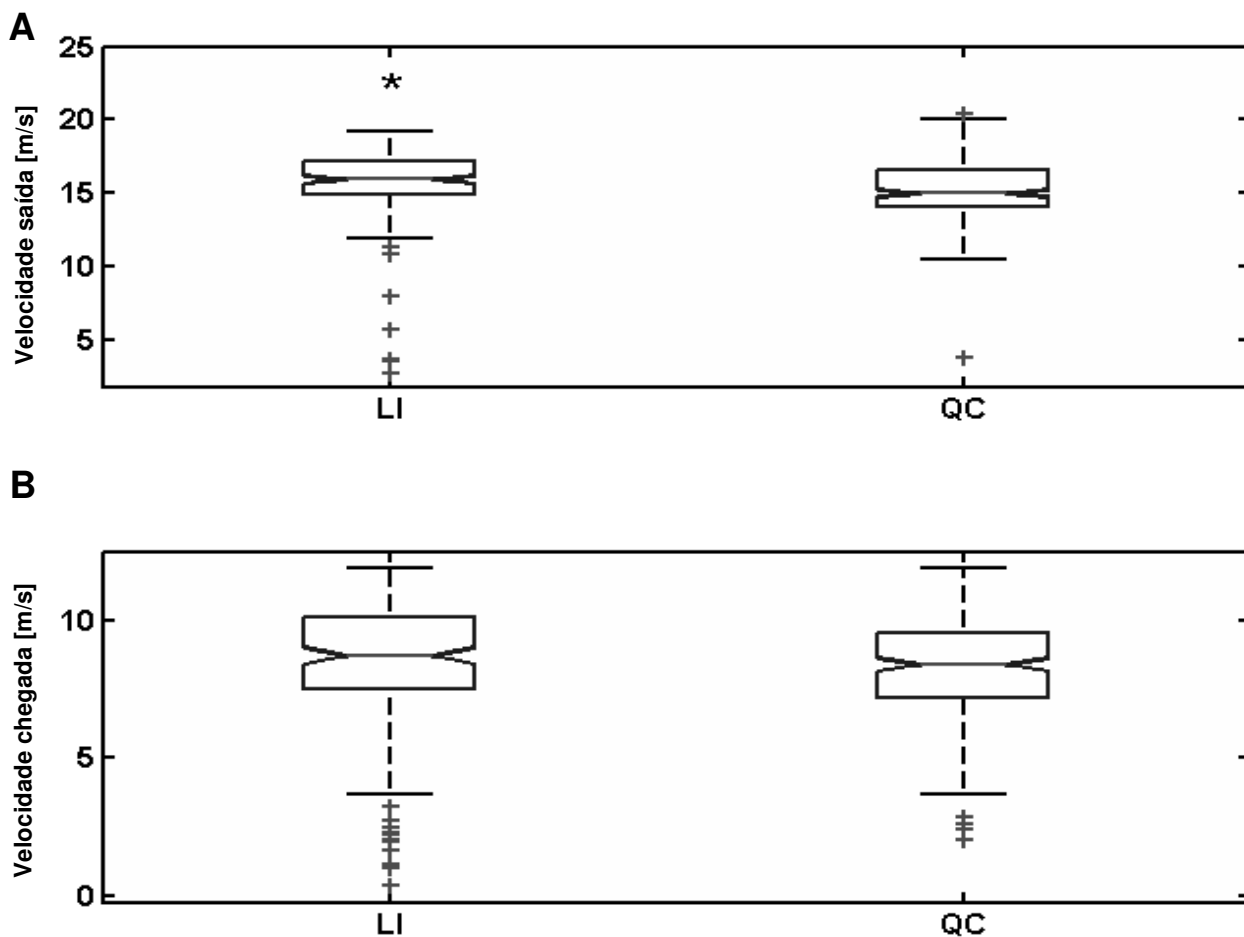


Figura 6.7. Boxplot (mediana, 1º e 3º quartil) da velocidade de saída (A) e velocidade de chegada (B) por tipo de bola.

* $p < 0.05$, significativamente diferente de QC.

Quanto ao tipo de bola, houve predominância das bolas quicadas (LI: 168; QC: 213), que apresentaram velocidades significativamente menor que as lisas apenas para velocidade de saída (V_{eS} – LISA: 15.97 m.s^{-1} ; QC: 15.03 m.s^{-1} , V_{eC} – LI: 8.73 m.s^{-1} ; QC: 8.41 m.s^{-1}), entretanto as bolas quicadas foram responsáveis pela maioria dos gols (QC: 63,9%; LI: 36,1%).

No propósito de apresentar uma curva que representasse o comportamento da velocidade na bola, exibimos a normalização da curva média da velocidade da bola em função da posição dos jogadores (A), técnica de arremesso (B), tipo de bola (C) (Figura 6.8).

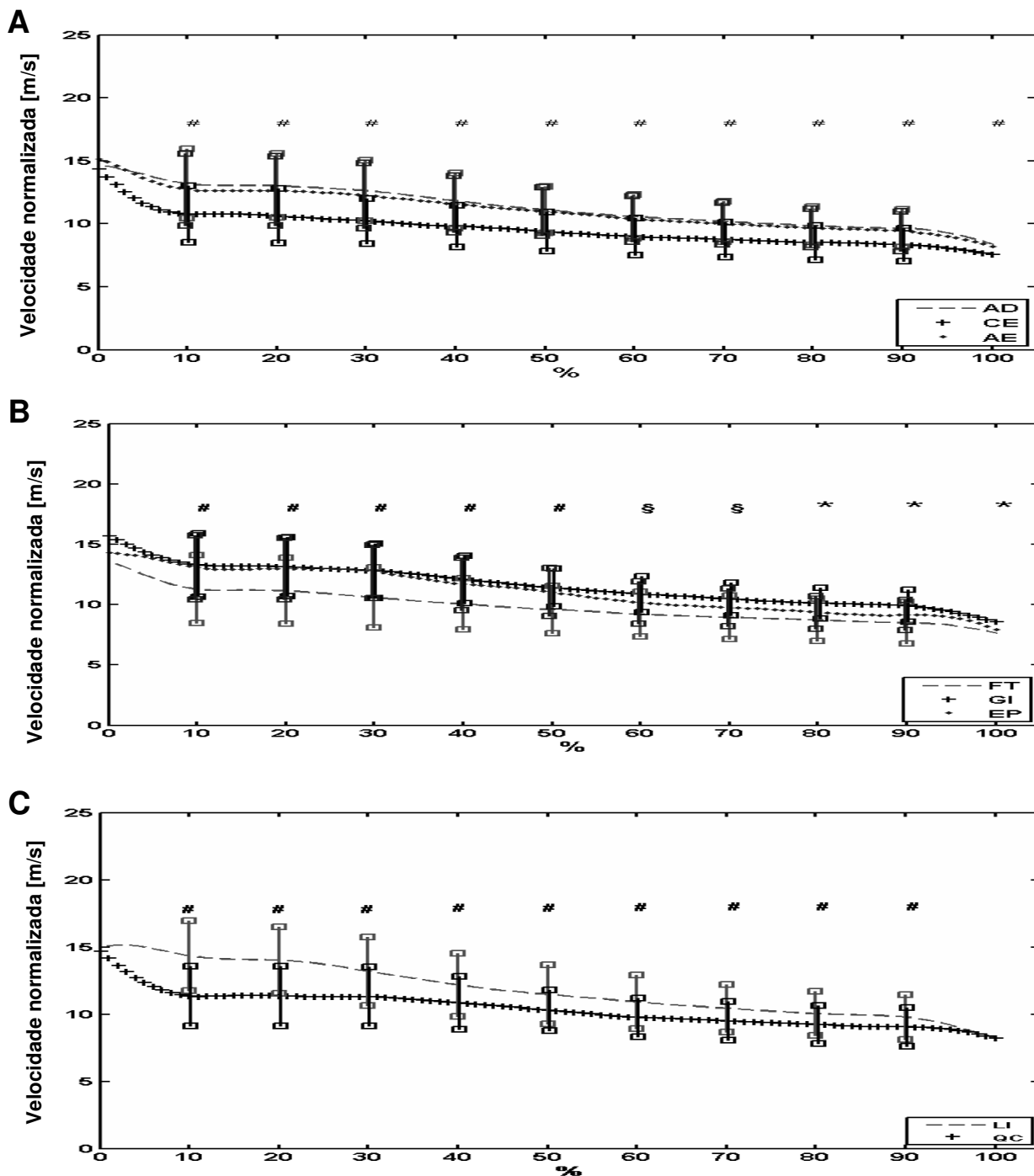


Figura 6.8. Normalização da curva média da velocidade da bola em função da posição dos jogadores (A), técnica de arremesso (B) e tipo de bola (C). As barras verticais representam o desvio padrão em torno da média.

- (A): # $p < 0.01$, diferença significativa entre AD/AE e CE;
 (B): # $p < 0.01$, diferença significativa entre GI/EP e FR; * $p < 0.01$, diferença significativa entre GI, EP e FR; § $p < 0.01$, diferença significativa entre GI e FT/EP;
 (C): # $p < 0.01$, diferença significativa entre LI e QC.

Considerando a posição dos jogadores, o arremesso dos pivôs foi mais lento do que dos alas, sem diferenças entre ala direito e esquerdo.

Quanto a técnica de arremesso, até os 70% da trajetória total da bola, o arremesso frontal apresentou-se mais lento, sendo as técnicas giro e entre pernas mais velozes, com o giro assumindo maiores velocidades a partir deste ponto. A bola lisa foi mais veloz até os 90% e semelhante a quicada no 100%, o que representa seu momento de interceptação pela defesa adversária.

6.4 – Discussão

O objetivo do estudo foi quantificar a velocidade da bola, e os setores de origem e destino dos arremessos em jogos oficiais de goalball usando videogrametria. Os dados foram coletados durante dois jogos pela disputa de medalhas de uma competição oficial, sem quaisquer requisitos especiais para os jogadores. A videogrametria permitiu (a) identificar objetivamente os setores de origem e destino dos arremessos durante as partidas; (b) determinar a velocidade da bola durante toda sua trajetória nos arremessos. Além disso, foi possível quantificar a velocidade da bola, e identificar diferenças entre as posições dos jogadores, técnica e tipo de arremesso.

Em trabalhos anteriores a identificação dos setores, pelo uso de metodologia observacional, era feita de maneira subjetiva pelos avaliadores (MORA, 1993; CALDEIRA, 2006; AMORIM, 2010; MORATO, 2012; MUÑOZ JIMENEZ, 2013). No presente estudo os setores foram identificados a partir da posição 3D da bola por um algoritmo, confiando maior objetividade às medidas. Como em outros estudos (MORA, 1993; AMORIM, 2010, MORATO, 2012), os setores laterais foram mais utilizados do que os centrais (Figura 6.2).

Apesar do maior número de arremessos partirem dos alas direito, os setores de origem mais incidentes foram os esquerdos (o1: 19.7%; o2: 16%; o3: 8.1%; o4: 9.7%; o5: 24.7%; o6: 21.8%), indicando o uso de diferentes estratégias ofensivas, como a flutuação, em que o jogador arremessa de um lugar diferente de onde a bola foi recuperada, no intuito de fintar os defensores (adversário). A distribuição dos destinos aconteceu de modo mais equilibrado entre os setores, com maior incidência dos setores

2, 3 e 6 respectivamente (d1:15.2%; d2: 18.6%; d3: 18,1% d4: 16.8%; d5: 13.4%; d6: 17.8%).

A exemplo do que foi observado em outros estudos (AMORIM, 2010; MORATO, 2012) as trajetórias mais usadas pelos atacantes foram as diagonais curtas. As segundas e terceiras mais utilizadas foram as paralelas, e diagonais médias, como em Morato (2012), exceto pela maior ocorrência das diagonais extremas em relação as longas, em quartas e quintas mais utilizadas (DC: 35%; PA: 23%; DM: 18%; DE: 13%; DL: 11%) (Figura 6.3). O objetivo dos atacantes a cada arremesso é fazer com que a bola ultrapasse a linha formada pela defesa e entre no gol adversária, o que faz dos arremessos diagonais uma opção inteligente (77% arremessos no presente estudo), pois facilita que a bola atinja as regiões de intersecção (espaços vazios) entre os jogadores defensivos onde teoricamente interceptá-la seria mais difícil, aumentando as chances de pontuar.

Os ângulos dos arremessos (AA) foram diferentes entre AD e AE. Na Figura 6.4 é possível observar uma tendência para as trajetórias dos arremessos dos jogadores, onde houve uma tendência dos AD arremessarem a esquerda (predominância de ângulos negativos), dos AE a direita (predominância de ângulos positivos), enquanto os CE buscaram as regiões centrais da quadra (próximos ao 0). Tal resultado mostra-se coerente com a distribuição dos jogadores na quadra e a lógica da modalidade. Os alas por ocuparem setores laterais na quadra, se buscarem trajetórias na mesma direção em que estão posicionados (ex. ala direito arremessar para direita) há grandes chances do arremesso ir para fora (*out* ou *block out*), desperdiçando o potencial ofensivo do ataque.

A metodologia utilizada possibilitou a construção de uma curva que representasse o comportamento da velocidade da bola em toda a sua trajetória, e não apenas a velocidade média como em estudos anteriores (BOWERMAN, 2011; MORATO, 2012). Nos referidos trabalhos, a velocidade da bola foi estimada através do tempo gasto pela bola transpor o espaço entre duas linhas, demarcações da quadra de goalball, distantes nove metros uma da outra. Tal método desconsidera a distância real percorrida pela bola, superestimando a velocidade para as diagonais, quando a distância percorrida é maior. No presente estudo, o cálculo foi realizado considerando a trajetória da bola a

partir de sua posição 3D, ou seja a distância real percorrida por ela.

Assim como em outros trabalhos (CALDEIRA, 2006; AMORIM, 2010; MORATO, 2012), os CE arremessaram menos (AD: 183; CE: 58; AE: 140) e seus arremessos apresentaram menores velocidades (Figura 6.8.A). Os trabalhos supracitados apontam a predominância defensiva dos CE que por ocuparem uma posição central na quadra, taticamente são os maiores responsáveis pela interceptação dos arremessos, enquanto os alas encarregam-se pelos arremessos. Arremessos partindo dos CE tem muitas vezes o objetivo de livrar-se de bola afim de evitar uma penalidade (onde as chances de pontuar são maiores) e não de marcar o gol, o que pode justificar as menores velocidades encontradas. O mesmo pode ser o motivo para as menores velocidades de saída e chegada da bola (Figura 6.5) em que os CE apresentaram menores V_{elC} que os alas.

Acredita-se que o sucesso do arremesso esteja relacionado a uma série de fatores, dentre eles a velocidade da bola, já que uma bola veloz reduz o tempo do adversário reagir ao arremesso, aumentando assim as chances de pontuar. Outros estudos têm demonstrado maior eficiência das bolas rápidas nas modalidades coletivas sem invasão territorial, sugerindo a importância da velocidade da bola nos ataques tanto no goalball, quanto em outras modalidades (ROCHA, BARBANTE, 2004; GOUVEA, 2005; CALDEIRA, 2006; CESAR, MESQUITA, 2006; MORAES, 2009; MORATO, 2012). No presente estudo, embora a técnica EP tenha apresentado velocidade semelhante ao GI até os 50%, uma queda foi observada a partir deste ponto (Figura 6.8.B), o que faz a técnica GI parecer a mais vantajosa, ao menos do ponto de vista da velocidade da bola. O mesmo foi observado para as velocidades de saída e chegada (Figura 6.6), com o GI significativamente maior que as demais tanto para V_{elS} , quanto para V_{elC} .

Considerando o tipo de bola, constatamos maior ocorrência das bolas quicadas sobre as lisas. O critério utilizado foi a altura da sua trajetória (3D) no eixo vertical (bolas acima dos 0.30 m foram classificadas como quicadas), possibilitando a identificação de maneira clara e objetiva, de um fator antes subjetivo em outros métodos de análise. Quanto a velocidade da bola nesta condição (Figura 6.8.C), os arremessos lisos apresentaram maior velocidade que os quicados em toda a curva exceto no percentual 100%, que representa a interceptação pelo adversário, quando apresentou

velocidade semelhante a lisa. O motivo para as menores velocidades encontradas pode estar associado a redução da velocidade nos momentos de quique, devido ao impacto da bola com o solo, diminuindo a velocidade da bola de maneira mais acentuada que o arremesso liso, quando esse contato com o solo é constante, porém menor. Podemos notar que ambas apresentam queda, mas a inflexão da curva QC nos primeiros 10% é mais acentuada, em resposta ao(s) primeiro(s) quique(s) da bola com o solo. Resposta semelhante a encontrada para as V_{elS} e V_{elC} , em que a bola LI apresentou maior V_{elS} que a QC.

No presente estudo, assim como em Morato (2012), foi observado o maior número de bolas quicadas (QC: 55,9%; LI: 44,1%), conseqüentemente também um maior número de gols para este tipo de bola (QC: 63,9%; LI: 36,1%). Embora a bola lisa apresente a vantagem de ser a mais rápida e reduzir o tempo que a defesa adversária tem para interceptar a bola, a quicada apesar de mais barulhenta e menos veloz pode dificultar a interceptação da bola pela defesa adversária por poder mudar de direção antes que a defesa ouça o barulho de um novo quique e se poste para interceptá-la ou ainda poder saltar sobre os jogadores, encobrindo a defesa adversária.

6.5 – Conclusão

Nos jogos observados, houve uma preferência dos atacantes pelos setores esquerdos da quadra para a origem dos arremessos, enquanto os destinos se distribuíram de forma mais equilibrada pela quadra, com vantagem para os setores laterais. Este resultado indica o uso de outras estratégias ofensivas pelos AD, como a flutuação, jogada em o atacante arremessa a bola de um lugar diferente daquele onde a bola foi recuperada, para tentar surpreender a defesa adversária.

Os resultados demonstraram que a posição dos jogadores, técnica de arremesso e tipo de bola influenciam na velocidade da bola. Ao considerar a velocidade da bola, arremessar bolas lisas usando giro parece mais vantajoso, por diminuir o tempo do adversário reagir durante a interceptação do ataque, embora o maior número de gols tenha sido realizado de bolas quicadas, o que pode ter ocorrido em virtude da estratégia adotada pelas equipes frente à alguma vulnerabilidade identificada na defesa adversária.

6.6 – Referências

1. ABDEL-AZIZ Y.; KARARA M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. In ASP Symp. Close Range Photogrammetry, pp. 1-19, 1971.
2. ALMEIDA J. J. G. *et al.* (Orgs.). Goalball: invertendo o jogo da inclusão. Campinas: Autores Associados, 2008.
3. AMORIM M.; BOTELHO M.; SAMPAIO E.; *et al.* Caracterización de los patrones comportamentales de los atletas con discapacidad visual practicantes de goalball. REIFOP, Valencia, v.13, n.3, p.47-57, out. 2010a. Disponível em: <http://www.aufop.com/aufop/revistas/arta/digital/153/1559>.
4. BARROS R. L. M.; MERCADANTE L. A.; LARA J. P.; *et al.* A 3D kinematical analysis of long jump in the “Gold Meeting Rio of Athletics 2007”. Proceedings of the XXV ISBS Symposium, Ouro Preto – Brazil, 487-490, 2007.
5. BOWERMAN S. J. A descriptive and comparative study of the traditional and spin goalball throw related to ball velocity. Texas Woman's University, 2010.
6. BOWERMAN S.; DAVIS R.; FORD S.; *et al.* Phases of Movement of Goalball Throw Related to Ball Velocity. Insight: Research & Practice in Visual Impairment & Blindness. 2011; 4(4).
7. CALDEIRA N. A. O. Análise quantitativa do goalball. Trabalho de conclusão de curso: Faculdade de Educação Física Universidade Estadual de Campinas; 2006:78.
8. CESAR B.; MESQUITA I. Caracterização do ataque do jogador oposto em função do complexo do jogo, do tempo e do efeito do ataque: estudo aplicado no voleibol feminino de elite. Rev. Bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.20, n.1, p.59-69, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rbefe/v20n1/v20n1a06.pdf>.
9. ESTEVES-VASCONCELLOS M. J. Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência. Campinas: Papyrus, 2002.
10. GOUVEA F. Análise das ações de jogos de voleibol e suas implicações para o treinamento técnico-tático da categoria infanto-juvenil feminina (16 e 17 anos). 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
11. MORA D. H. Analisis y planificacion de la temporada del equipa de Barcelona de goalball. Barcelona: Revista do INEF, 1993.

12. MORAES J. C. Determinantes da dinâmica funcional do jogo de Voleibol. Estudo aplicado em seleções adultas masculinas. 2009, 313f. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2009.
13. MORATO M. P. Análise do jogo de goalball: modelação e interpretação dos padrões de jogo da Paralimpíada de Pequim 2008. 2012.
14. MORATO M. P.; GOMES M. S. P.; ALMEIDA J. J. G. The self-organizations processes of goalball. Revista Brasileira de Ciências do Esporte. 2012;34(3):741-760.
15. MUÑOZ JIMÉNEZ J. Análisis de los indicadores del rendimiento competitivo en goalball. 2013.
16. ROCHA C. M.; BARBANTI J. B. Uma análise dos fatores que influenciam o ataque no voleibol masculino de alto nível. Rev. Bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.18, n.4, p.303-314, out./dez. 2004. Disponível em:
<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rbefe/v18n4/v18n4a01.pdf>.

7. Considerações finais

O presente estudo visou realizar a análise cinemática dos ataques no goalball por videogametria em partidas oficiais. Foram investigados a distância percorrida e velocidade dos jogadores durante o deslocamento para o arremesso, e a velocidade, setores de origem/destino, e trajetórias da bola durante os ataques.

O giro foi a técnica mais utilizada seguida pelo frontal e entre pernas respectivamente. A bola arremessada com giro foi mais veloz que as demais (VelS e VelC), e foi a técnica utilizada na maior parte dos arremessos que resultaram em gols. Apesar da maior distancia percorrida e velocidade do jogador na técnica entre pernas, isto não representou nem uma maior velocidade da bola, nem um maior número de gols.

As bolas quicadas representaram a maior parte dos arremessos e embora tenham apresentado menores velocidades (VelS e VelC) que as bolas lisas, foram as bolas que mais marcaram gols, indicando que outros fatores, além da velocidade da bola, também podem interferir na conversão do arremesso em gol. Ainda que na bola lisa o tempo de reação da defesa seja menor, a quicada apesar de mais barulhenta e menos veloz pode dificultar a interceptação da bola pela defesa adversária por poder mudar de direção antes que a defesa ouça o barulho de um novo quique e se poste para interceptá-la ou ainda poder saltar sobre os jogadores, encobrindo a defesa adversária.

REFERÊNCIAS

1. ABDEL-AZIZ Y.; KARARA M. Direct linear transformation from comparator coordinates into object space coordinates in close range photogrammetry. In ASP Symp. Close Range Photogrammetry, pp. 1-19, 1971.
2. ALMEIDA J. J. G. et al. (Orgs.). Goalball: invertendo o jogo da inclusão. Campinas: Autores Associados, 2008.
3. AMORIM M.; BOTELHO M.; SAMPAIO E.; et al. Caracterización de los patrones comportamentales de los atletas com discapacidad visual practicantes de goalball. REIFOP, Valencia, v.13, n.3, p.47-57, out. 2010a. Disponível em: <http://www.aufop.com/aufop/revistas/arta/digital/153/1559>.
4. AMORIM M.; CORREDEIRA R.; SAMPAIO E.; et al. Goalball: uma modalidade desportiva de competição. Rev Port Cien Desp. Porto, v.10, n.1, p.221-229, jan./abr. 2010b. Disponível em: <http://www.scielo.oces.mctes.pt/pdf/rpcd/v10n1/v10n1a11.pdf>.
5. ARAÚJO, P. F. Desporto adaptado no Brasil: origem, institucionalização e atualidade. Brasília: Ministério da educação e do Desporto/INDESP, 1998.
6. BARROS R. M. L.; MERCADANTE L. A.; LARA J. P.; et al. A 3D kinematical analysis of long jump in the “Gold Meeting Rio of Athletics 2007”. Proceedings of the XXV ISBS Symposium, Ouro Preto – Brazil, 487-490, 2007.
7. BARROS, RML, MISUTA, MS, MENEZES, RP, et al. Analysis of the distances covered by first division Brazilian soccer players obtained with an automatic tracking method. Journal of Sports Science and Medicine, 6, 233–242. 2007.
8. DI SALVO, V, BARON, R, TSCHAN, H, et al. Performance characteristics according to playing position in elite soccer. International Journal of Sports Medicine, 28, 222–227. 2007.
9. BOWERMAN, S. J. A descriptive and comparative study of the traditional and spin goalball throw related to ball velocity. Texas Woman's University, 2010.
10. BOWERMAN, S.; DAVIS, R.; FORD, S.; NICHOLS, D. Phases of Movement of Goalball Throw Related to Ball Velocity. Insight: Research & Practice in Visual Impairment & Blindness, v. 4, n. 4, 2011.
11. CALDEIRA, N. A. O. Análise quantitativa do goalball. 2006, 78f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.

12. CARVALHO, S. M. P. Análise do tempo de reacção simples e de escolha em goalball: estudo realizado antes e após uma sessão de treino. 2007, 83f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2007.
13. CESAR, B.; MESQUITA, I. Caracterização do ataque do jogador oposito em função do complexo do jogo, do tempo e do efeito do ataque: estudo aplicado no voleibol feminino de elite. Rev. Bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.20, n.1, p.59-69, jan./mar. 2006. Disponível em: <http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rbefe/v20n1/v20n1a06.pdf>.
14. ÇOLAK, T. *et al.* Physical Fitness levels of blind and visually impaired goalball team players. Isokinetics and Exercise Science. Amsterdã, v.12, n.4, p.247-252, jan. 2004. Disponível em: http://illegalfilms.net/keepyourearontheball/docs/fitness_levels_goalball.pdf.
15. ESTEVES-VASCONCELLOS, M. J. Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência. Campinas: Papirus, 2002.
16. FIGUEROA, P. J.; LEITE, N. J.; BARROS, R. M. L. A flexible software for tracking of markers used in human motion analysis. Computer Methods and Programs in Biomedicine, Uppsala, v. 72, p.155-165, 2003.
17. GASPAR, E. S. L. Avaliação da resposta comportamental na identificação auditiva do lançamento de goalball. 2007, 100f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2007.
18. GOUVEA, F. Análise das ações de jogos de voleibol e suas implicações para o treinamento técnico-tático da categoria infanto-juvenil feminina (16 e 17 anos). 2005. 106f. Dissertação (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.
19. INTERNATIONAL BLIND SPORTS FEDERATION - IBSA. Golaball Rules 2014 - 2017. Access: January 27th, 2015. http://www.paralimpicos.es/publicacion/ficheros/GB%20264-Rules-IBSA-Goalball-Rules-&-Regulations-2014-2017-v1_04.pdf.2015.
20. MATOS, P. O Tempo de lançamento no goalball: estudo realizado no Campeonato Nacional de 2007/2008. 2008, 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto. 2008.
21. MARCHE, A. L. *et al.* Analysis of covered distance and velocity of indoor blind soccer players obtained with an automatic tracking method. In: European College of Sport Science, 2008, Estoril. Book of abstract ECSS Estoril 2008, 2008. v. v.1. p. 90-90.

22. MONEZI LA, RODRIGUES NA, MERCADANTE LA, MISUTA MS. Measurement of distance covered on a basketball court using a video based system with multiple cameras. XXIV Congress of the Internacional Society of Biomechanics 2013:2.
23. MONTEIRO, I. M. V. S. Ansiedade e autoconfiança nos jogadores de goalball. 2007, 74f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2007.
24. MORA, D. H. Analisis y planificacion de la temporada del equipa de Barcelona de goalball. Barcelona: Revista do INEF, 1993.
25. MORAES, J. C. Determinantes da dinâmica funcional do jogo de Voleibol. Estudo aplicado em seleções adultas masculinas. 2009, 313f. Tese (Doutorado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2009.
26. MORATO, M. P. *et al.* Características do jogo. In: ALMEIDA, J. J. G. *et al.* (Orgs.) Goalball: invertendo o jogo da inclusão. Campinas: Autores Associados, 2008.
27. MORATO, M. P.; GOMES, M. S. P.; ALMEIDA, J. J. G. D. The self-organizations processes of goalball. Revista Brasileira de Ciências do Esporte, v. 34, n. 3, p. 741-760, 2012. ISSN 0101-3289.
28. MORATO, M. P. Análise do Jogo de Goalball: Modelação e Interpretação dos Padrões de Jogo da Paralimpíada de Pequim 2008. Tese de Doutorado. Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2012
29. MOREIRA, C. F. V. Tempo de reação simples e de escolha em indivíduos portadores de deficiência visual, praticantes de goalball e futebol de 5. 2006, 99f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Educação Física) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2006.
30. MUÑOZ JIMÉNEZ, J. Análisis de los indicadores del rendimiento competitivo en goalball. Tesis Doctoral. Departamento de Didáctica Expresión Musical, Plástica y Corporal, Universidad de Extremadura, Cáceres, 2013.
31. NASCIMENTO, D. F.; MORATO, M. P. Goalball: manual de orientação para professores de educação física. Brasília: Comitê Paraolímpico Brasileiro, 2006. Disponível em: <http://www.informacao.srv.br/cpb/htmls/paginas/goalball/goalball.html>.
32. PILIANIDIS T, CHRISTODOULOS A, DOUDA H, et al. Heart rate responses and blood lactate concentration of goalball players during the game. 10th Annual Congress of the ECSS. 2005.
33. ROCHA, C. M.; BARBANTI, J. B. Uma análise dos fatores que influenciam o ataque no voleibol masculino de alto nível. Rev. Bras. Educ. Fís. Esp., São Paulo, v.18, n.4,

303-314, out./dez. 2004. Disponível em:
<http://www.revistasusp.sibi.usp.br/pdf/rbefe/v18n4/v18n4a01.pdf>.

34. RODRIGUES, N. Goalball: estudo sobre o estado de conhecimento da modalidade e avaliação desportivo-motora dos atletas. 2002. 239f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Desporto) - Faculdade de Desporto, Universidade do Porto, Porto, 2002.

35. RODRIGUES, N.; VALENTE, V. Estudo da diversificação do tipo de defesa no campeonato nacional de goalball. Rev Port Cien Desp. Porto, v.4, n.2, p.201-202 (suplemento), set. 2004. Disponível em:
http://www.fade.up.pt/rpcd/arquivo/artigos_soltos/vol.4_nr.2/06.pdf

36. SANTOS, J. A. R.; BASTOS, T. L. Caracterização dos hábitos de ingestão nutricional e composição corporal de atletas masculinos praticantes de goalball. Arquivos em Movimento, Rio de Janeiro, v.3, n.2, p.3-17, jul./dez. 2007. Disponível em:
http://www.revistamotricidade.com/arquivo/2006_vol2_n3/v2n3a04.pdf.

37. SARRO, K. J.; MISUTA, M. S.; BURKETT, B.; MALONE, L. A.; BARROS, R. M. L. Tracking of wheelchair rugby players in the 2008 Demolition Derby final, Journal of Sports Sciences, 28(2), 193, 2010.

38. SILVA G. C. P. Tempo de reação e a eficiência do jogador de goalball na intercepção/defesa do lançamento/ataque. 2008, 80f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação Física) - Centro de Ciências da Saúde, Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2008.

39. SILVA G. C. P.; PEREIRA V. R.; DEPRÁ P. P.; et al. Tempo de reação e a eficiência do jogador de goalball na intercepção/ defesa do lançamento/ataque. Motricidade. Santa Maria da Feira, v.6, n.4, p.13-22, out./dez. 2010. Disponível em:
http://www.revistamotricidade.com/arquivo/2010_vol6_n4/v6n4a03.pdf

40. SILVA, M. T. Goalball: desenvolvimento de habilidades e capacidades motoras por pessoas portadoras e não portadoras de deficiência visual. 1999. 89p. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Educação Física) - Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

41. STAMOU E.; YANNIS T.; DIMITRIOS K.; et al. The effect of self-talk on the penalty execution in goalball. British Journal of Visual Impairment, London, v.25, n.3, p.233-247, 2007. Disponível em: <http://jvi.sagepub.com/content/25/3/233.abstract>.

42. TOSIM A.; JUNIOR A. P.; LEITÃO M. T. K.; et al. Sistemas técnicos e táticos no goalball. Revista Mackenzie de Educação Física e Esporte. São Paulo, v.7, n.2, p.141-148, mai./ago. 2008. Disponível em:
<http://www3.mackenzie.com.br/editora/index.php/remef/article/viewFile/590/376>.

43. WINNICK, J. P. (Ed.). Adapted physical education and sport. 4th ed. Champaign: Human Kinetics, 2005.

8. ANEXOS

I - Solicitação de adendo encaminhada ao Comitê de Ética e Pesquisa

Solicitação de adendo:

Ao Comitê de Ética em Pesquisa FCM / Unicamp.

Vimos por meio deste, solicitar que o subprojeto “Análise cinemática das ações ofensivas no goalball em situação de jogo” seja vinculado ao projeto “O perfil demográfico, educacional, esportivo e os níveis de aptidão física relacionada à saúde do atleta com deficiência visual participante das modalidades Goalball, Atletismo, Natação, Judô e Futebol de 5 nas Paraolimpíadas Escolares 2011 e 2012” referente ao projeto de doutorado do aluno Otávio Luis Piva da Cunha Furtado já aprovado pelo CEP em 03/08/2011 sob parecer de número: 510/2011 CAAE:0455.0.146.000-11.

Tal subprojeto fará uso das filmagens aprovadas em adendo solicitado pelo pesquisador responsável e coletadas nos jogos do Campeonato Paulista de Goalball de 2012. Enquanto no projeto inicial será avaliado o perfil demográfico, educacional, esportivo e os níveis de aptidão física relacionada à saúde do atleta com deficiência visual de diversas modalidades, este subprojeto analisará os jogos com o objetivo de encontrar variáveis cinemáticas associadas ao arremesso apenas da modalidade goalball durante as partidas.

Todos os sujeitos convidados a participar do projeto original foram devidamente esclarecidos sobre objetivos da mesma, bem como, os procedimentos que seriam realizados durante a coleta de dados. O termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) foi apresentado a eles pelo pesquisador responsável e assinado antes da realização das coletas. Todos foram elucidados que não receberiam qualquer quantia pela participação no estudo, como também da ausência de riscos de qualquer natureza para os participantes. A qualquer momento sem justificativa prévia, é direito dos participantes suspender sua participação e ainda, que a pesquisa poderia ser

interrompida caso constatado algum risco ou prejuízo aos mesmos. Toda informação referente aos sujeitos estará sob o resguardo científico e o sigilo profissional.

Mediante a obtenção do consentimento dos participantes no projeto “O perfil demográfico, educacional, esportivo e os níveis de aptidão física relacionada à saúde do atleta com deficiência visual participante das modalidades Goalball, Atletismo, Natação, Judô e Futebol de 5 nas Paraolimpíadas Escolares 2011 e 2012”, pedimos a dispensa da aplicação do TCLE neste projeto.

Para a obtenção das imagens foram utilizadas 3 câmeras de vídeo no ginásio onde aconteceu o campeonato, de modo a fazer o registro das imagens. Os procedimentos realizados apresentaram caráter não invasivo e não fizeram uso de qualquer substância ou medicamento, não afetando a integridade física, mental e/ou psicossocial dos indivíduos estudados. No presente estudo, as imagens coletadas serão analisadas em um software desenvolvido pelo laboratório de biomecânica da Unicamp (Laboratório de Instrumentação para Biomecânica/FEF/UNICAMP), capaz de mensurar a posição do jogador e da bola em função do tempo, possibilitando quantificar as velocidades do jogador e da bola, as distâncias percorridas pelos jogadores e os locais de ocorrência dos arremessos.

Desta forma, com a análise cinemática dos ataques, espera-se a obtenção de informações a respeito das diferentes técnicas de arremesso e possíveis fatores que influenciam na sua eficiência com o propósito de fornecer subsídios para o treinamento do goalball, considerando a especificidade durante os treinamentos.

Otávio Luis Piva da Cunha Furtado

Thiago Magalhães

II – Parecer do Comitê de Ética e Pesquisa



FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

www.fcm.unicamp.br/fcm/pesquisa

V - PARECER DO CEP

O Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas da UNICAMP, após acatar os pareceres dos membros-relatores previamente designados para o presente caso e atendendo todos os dispositivos das Resoluções 196/96 e complementares, resolve aprovar sem restrições o Protocolo de Pesquisa, o Termo do Consentimento Livre e Esclarecido, bem como todos os anexos incluídos na pesquisa supracitada.

O conteúdo e as conclusões aqui apresentados são de responsabilidade exclusiva do CEP/FCM/UNICAMP e não representam a opinião da Universidade Estadual de Campinas nem a comprometem.

VI - INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES

O projeto de pesquisa só poderá ser iniciado após a aprovação pela Comissão Nacional de Ética em pesquisa (CONEP).

O sujeito da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado (Res. CNS 196/96 – Item IV.1.f) e deve receber uma cópia do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, na íntegra, por ele assinado (Item IV.2.d).

Pesquisador deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade pelo CEP que o aprovou (Res. CNS Item III.1.z), exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade do regime oferecido a um dos grupos de pesquisa (Item V.3.).

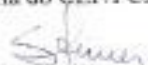
O CEP deve ser informado de todos os efeitos adversos ou fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo (Res. CNS Item V.4.). É papel do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas frente a evento adverso grave ocorrido (mesmo que tenha sido em outro centro) e enviar notificação ao CEP e à Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA – junto com seu posicionamento.

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projeto do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial (Res. 251/97, Item III.2.e).

Relatórios parciais e final devem ser apresentados ao CEP, de acordo com os prazos estabelecidos na Resolução CNS-MS 196/96.

VII – DATA DA REUNIÃO

Homologado VI Reunião Ordinária do CEP/FCM, em 28 de junho de 2011.


Prof. Dr. Carlos Eduardo Steiner
PRESIDENTE do COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA
FCM / UNICAMP

Comitê de Ética em Pesquisa - UNICAMP
Rua: Tessália Vieira de Camargo, 126
Caixa Postal 6111
13083-887 Campinas - SP

FONE (019) 3521-8936
FAX (019) 3521-7187
cep@fcm.unicamp.br



CEP, 03/08/11
(Grupo III)

PARECER CEP: Nº 510/2011 (Este nº deve ser citado nas correspondências referente a este projeto).
CAAE: 0455.0.146.000-11

I - IDENTIFICAÇÃO:

PROJETO: "O PERFIL DEMOGRÁFICO, EDUCACIONAL, ESPORTIVO E OS NÍVEIS DE APTIDÃO FÍSICA RELACIONADA À SAÚDE DO ATLETA COM DEFICIÊNCIA VISUAL PARTICIPANTE DAS MODALIDADES GOALBALL, ATLETISMO, NATAÇÃO, JUDÔ E FUTEBOL DE 5 NAS PARAOLIMPIADAS ESCOLARES 2011 E 2012".

PESQUISADOR RESPONSÁVEL: Otávio Luis Piva da Cunha Furtado

INSTITUIÇÃO: Faculdade de Educação Física/UNICAMP

APRESENTAÇÃO AO CEP: 09/06/2011

APRESENTAR RELATÓRIO EM: 03/08/12 (O formulário encontra-se no site acima).

II – OBJETIVOS.

Determinar o perfil demográfico, educacional, esportivo e os níveis de aptidão física relacionada à saúde do atleta com deficiência visual participante das modalidades Goalball, Atletismo, Natação, Judô e Futebol de 5 nas Paraolimpíadas Escolares 2011 e 2012.

III – SUMÁRIO.

A população da pesquisa será composta por jovens com DV de ambos os sexos, participantes das Paraolimpíadas Escolares Brasileiras realizadas anualmente pelo Comitê Paraolímpico Brasileiro (CPB). A autorização para participação na pesquisa daqueles com idade inferior a 18 anos de idade será obtida junto com a documentação de inscrição dos atletas, via assinatura de TCLE (anexo 1) pelo responsável. Aqueles com idade superior a 18 anos o TCLE será apresentado no local do evento. A participação no estudo está condicionada a: comprovação de inscrição na Edição 2011 das Paraolimpíadas Escolares; comprovação de classificação visual conforme critérios estabelecidos pela International Blind Sports Federation e aceitação dos termos constantes no TCLE. A coleta de dados será realizada no Hotel Holiday Inn e Clube Esperia na cidade de São Paulo, local do evento realizado pelo Comitê Paraolímpico Brasileiro. Os questionários (anexo 2) e avaliações físicas serão aplicados nos dias 26 e 27 de agosto de 2011 (2012 data a definir).

IV - COMENTÁRIOS DOS RELATORES

Após analisar as respostas às pendências encaminhadas em 01/08/10, todas as questões solicitadas pelo Comitê de Ética em Pesquisa foram respondidas, com isso o projeto de pesquisa encontra-se adequadamente redigido e de acordo com a Resolução CNS/MS 196/96 e suas complementares, bem como o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.