

VICTOR HUGO ALVES OKAZAKI

**O ARREMesso DE JUMP NO BASQUETEBOL DE
ADULTOS E CRIANÇAS EM FUNÇÃO DO
AUMENTO DA DISTÂNCIA**

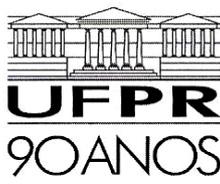
Dissertação de Mestrado
defendida como pré-requisito
para a obtenção do título de
Mestre em Educação Física, no
Departamento de Educação
Física, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

VICTOR HUGO ALVES OKAZAKI

**O ARREMESSO DE JUMP NO BASQUETEBOL DE
ADULTOS E CRIANÇAS EM FUNÇÃO DO
AUMENTO DA DISTÂNCIA**

Dissertação de Mestrado
defendida como pré-requisito
para a obtenção do título de
Mestre em Educação Física, no
Departamento de Educação
Física, Setor de Ciências
Biológicas da Universidade
Federal do Paraná.

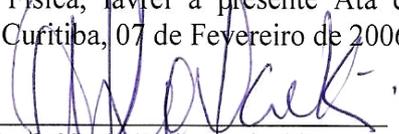
Orientador: Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ FÉLIX RODACKI



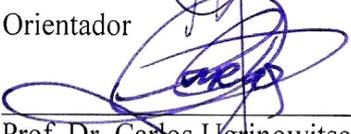
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
COORDENAÇÃO DO CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
EDUCAÇÃO FÍSICA

**ATA DE DEFESA FINAL DE DISSERTAÇÃO NO
PROGRAMA DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO FÍSICA DO
SETOR DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ.**

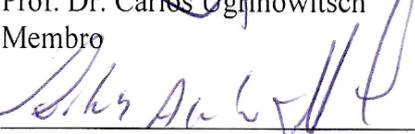
Às dez horas, do dia sete de Fevereiro do ano de dois mil e seis, reuniu-se sob a presidência do Professor Doutor André Luiz Felix Rodacki, a Banca Examinadora da Defesa final da dissertação do Mestrando Victor Hugo Alves Okazaki, Intitulada: “O Arremesso de jump no Basquetebol de Adultos e Crianças em Função do Aumento da Distância”, no Mestrado em Educação Física, do Departamento de Educação Física da Universidade Federal do Paraná, com a participação dos seguintes membros: Professor Doutor Iverson Ladewig, Professor Doutor Carlos Ugrinowitsch. O Professor André Luiz Felix Rodacki abriu a sessão, apresentando o Mestrando. Em seguida o Mestrando expôs seu trabalho de dissertação. Logo após os membros da Banca elaboraram seus comentários e observações, considerando o aluno Victor Hugo Alves Okazaki aprovado na defesa da dissertação. Após agradecer os membros da Banca, o Presidente proclamou-o “**Mestre em Educação Física**”, na área de Concentração Exercício e Esporte, Linha de Pesquisa: Comportamento Motor, devendo este resultado ser homologado pelo Colegiado do Programa de Mestrado em Educação Física, e Pró Reitoria de Pesquisa e Pós Graduação da Universidade Federal do Paraná. Encerramento: Nada mais havendo a tratar, o Senhor Presidente encerrou a reunião, da qual eu Daniel Dias, secretário do Programa de Pós-Graduação Mestrado em Educação Física, lavrei a presente Ata que após lida e aprovada será assinada pelos presentes. Curitiba, 07 de Fevereiro de 2006.



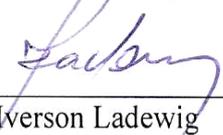
Prof.º Dr. André Luiz Felix Rodacki
Orientador



Prof. Dr. Carlos Ugrinowitsch
Membro



Professor Dr. Carlos Alberto Afonso
Membro



Prof.º Dr. Iverson Ladewig
Membro
Vice-Coordenador do Programa de Mestrado em Educação Física

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela força e entendimento concedidos para realizar esta dissertação...

Agradeço minha família: Nelson, Almira, Carlos, Fábio & Thalita, por todo o apoio durante minha vida, por me incentivar a busca pela realização de meus sonhos...

Agradeço a Karol por compreender a necessidade de muitas vezes ter que deixar de vê-la para dedicar-me a esta dissertação e meus estudos...

Agradeço meus grandes amigos: Wesley, Meira, Nog, Suco, San & Si, Markitos, Alcemir, Soninha, Tan-Tan, Deni, Nany, Beth, Mariah, Kakau, Jemima, Tia Bruna, Hurzo, Mazzuco, KZ, BA, Jeffer, Gersinho, B.Keller, R.Lopes, Pri, Josi, Su... a todos, e muitos outros não aqui mencionados, meus sinceros agradecimentos...

Agradeço os professores Roberto Cavagnari e Rolando Ferreira Jr., pelo apoio em todas as etapas desenvolvidas com as equipes de basquetebol da UFPR, assim como pelas grandes lições de vida...

Agradeço aos meus alunos e atletas por me ensinarem a lutar e nunca desistir dos grandes desafios que a vida pode proporcionar....

Agradeço a CAPES pela bolsa de estudos concedida durante o período de realização desta dissertação...

Agradeço meus professores de graduação e pós-graduações (UFPR, Dom Bosco e USP) pela contribuição em minha formação...

Agradeço ao professor Luis A. Teixeira por acreditar em minha capacidade me acolhendo para o doutorado, mesmo antes do término de meu mestrado...

Agradeço o Prof. Dr. André L.F. Rodacki, por me acompanhar em todas as etapas de minha formação acadêmica não apenas como meu orientador, mas também como amigo...

E mais uma vez, agradeço a Deus...

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho

a Jesus Cristo

que deu sua vida

como grande gesto

de amor por todos nós!

A Ele toda a Honra,

Toda a Glória,

Domínio,

Louvor,

Adoração,

Majestade e Poder.

EPÍGRAFE

“O temor do Senhor é o princípio da sabedoria, e o
conhecimento do Santo é prudência”.

Provérbios 9:10

SUMÁRIO

| | |
|---|-----------|
| Lista de Tabelas..... | ix |
| Lista de Quadros..... | xi |
| Lista de Figuras..... | xii |
| RESUMO..... | xv |
| ABSTRACT..... | xvi |
| | |
| CAPÍTULO 1 – INTRODUÇÃO..... | 01 |
| 1.1 OBJETIVOS..... | 05 |
| 1.1.1 Objetivos Específicos..... | 05 |
| 1.2 HIPÓTESES..... | 05 |
| | |
| CAPÍTULO 2 – REVISÃO DE LITERATURA..... | 07 |
| 2.1 COORDENAÇÃO MOTORA: CONCEITOS GERAIS..... | 07 |
| 2.2 COMPONENTES DA COORDENAÇÃO MOTORA..... | 11 |
| 2.3 TIPOS DE ANÁLISE DA COORDENAÇÃO MOTORA..... | 15 |
| 2.3.1 Análise da Coordenação Inter-Sujeito..... | 16 |
| 2.3.2 Análise da Coordenação Intra-Sujeito..... | 17 |
| 2.3.3 Análise da Coordenação Inter-Segmentos..... | 18 |
| 2.3.4 Análise da Coordenação Intra-Segmento..... | 19 |
| 2.3.5 Análise da Coordenação Inter-Membros..... | 20 |
| 2.3.6 Análise da Coordenação Intra-Membro..... | 21 |
| 2.3.7 Análise da Coordenação Multi-Articular..... | 22 |
| 2.3.8 Análise da Coordenação Mono-Articular..... | 22 |
| 2.3.9 Análise da Coordenação Inter-Tarefas..... | 23 |
| 2.3.10 Análise da Coordenação Intra-Tarefas..... | 24 |
| 2.3.11 Análise da Coordenação Inter-Muscular..... | 25 |
| 2.3.12 Análise da Coordenação Intra-Muscular..... | 26 |
| 2.4 PRINCÍPIOS DOS MOVIMENTOS COORDENADOS..... | 26 |
| 2.4.1 Princípios Universais..... | 27 |

| | | |
|---------|---|----|
| 2.4.1.1 | Uso do Alongamento Prévio..... | 27 |
| 2.4.1.2 | Minimização do Uso da Energia..... | 28 |
| 2.4.1.3 | Princípio da Complexidade Mínima da Tarefa..... | 29 |
| 2.4.2 | Princípios de Generalidade Parcial..... | 30 |
| 2.4.2.1 | Ação Seqüencial do Músculo..... | 30 |
| 2.4.2.2 | Minimização da Inércia..... | 33 |
| 2.4.2.3 | Princípio da Geração de Impulso..... | 33 |
| 2.4.2.4 | Maximização do Curso da Aceleração..... | 34 |
| 2.4.2.5 | Estabilidade..... | 34 |
| 2.4.2.6 | Inspeção do movimento Linear..... | 35 |
| 2.5 | TEORIAS DO CONTROLE MOTOR..... | 36 |
| 2.5.1 | Abordagem Centralista..... | 37 |
| 2.5.1.1 | Teoria do Controle de Circuito Fechado..... | 37 |
| 2.5.1.2 | Teoria do Controle de Circuito Aberto..... | 38 |
| 2.5.1.3 | Teoria dos Programas Motores..... | 40 |
| 2.5.1.4 | Teoria dos Programas Motores Generalizados..... | 43 |
| 2.5.2 | Abordagem Periferista..... | 46 |
| 2.5.2.1 | Teoria dos Sistemas Dinâmicos..... | 46 |
| 2.5.2.2 | Hipótese do Ponto de Equilíbrio..... | 52 |
| 2.5.3 | Abordagem Ecológica..... | 53 |
| 2.5.3.1 | Teoria da Percepção Direta..... | 53 |
| 2.5.3.2 | Teoria das Tarefas Orientadas..... | 55 |
| 2.5.4 | Abordagem Conexionista..... | 56 |
| 2.5.4.1 | Teoria Clássica do Reflexo..... | 57 |
| 2.5.4.2 | Teoria Hierárquica..... | 58 |
| 2.5.4.3 | Teoria do Processamento Paralelo de Distribuição..... | 59 |
| 2.6 | ARREMESSO DE JUMP NO BASQUETEBOL..... | 62 |
| 2.6.1 | Análise da Trajetória da Bola no Arremesso de Jump..... | 65 |
| 2.6.1.1 | Deslocamento Vertical e Horizontal da Bola..... | 65 |
| 2.6.1.2 | Altura de Lançamento da Bola..... | 65 |
| 2.6.1.3 | Ângulo de Lançamento da Bola..... | 68 |
| 2.6.1.4 | Velocidade de Lançamento da Bola..... | 72 |

| | |
|---|------------|
| 2.6.1.5 Resistência do Ar e Rotação da Bola..... | 72 |
| 2.6.2 Análise da Coordenação do Arremesso de Jump..... | 73 |
| 2.6.2.1 Fase de Preparação..... | 74 |
| 2.6.2.2 Fase de Elevação da Bola..... | 75 |
| 2.6.2.3 Fase de Estabilidade..... | 76 |
| 2.6.2.4 Fase de Lançamento..... | 77 |
| 2.6.2.5 Fase de Inércia ou Continuidade de Movimento..... | 78 |
| 2.6.3 Variáveis que Influenciam a Coordenação do Arremesso..... | 79 |
| 2.6.3.1 Características Físicas..... | 79 |
| 2.6.3.2 Nível de Experiência..... | 83 |
| 2.6.3.3 Altura da Cesta e Características da Bola..... | 84 |
| 2.6.3.4 Fadiga..... | 86 |
| 2.6.3.5 Distância do Arremesso..... | 87 |
| 2.6.3.6 Habilidades e Deslocamentos Prévios..... | 88 |
| 2.6.3.7 Informação Visual..... | 89 |
| 2.6.3.8 Presença de Um Marcador..... | 90 |
| | |
| CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA..... | 92 |
| 3.1 AMOSTRA..... | 92 |
| 3.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS..... | 92 |
| 3.2.1 Aquecimento e Adaptação..... | 92 |
| 3.2.2 Local de Filmagem da Coleta de Dados..... | 95 |
| 3.3 MODELO BIOMECÂNICO..... | 97 |
| 3.4 VARIÁVEIS DE ESTUDO..... | 99 |
| 3.5 TRATAMENTO DOS DADOS..... | 103 |
| 3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA..... | 104 |
| | |
| CAPÍTULO 4 – RESULTADOS..... | 107 |
| 4.1 TESTES DE PRECISÃO DOS ARREMESSOS..... | 107 |
| 4.2 TRAJETÓRIA DA BOLA NOS ARREMESSOS..... | 109 |
| 4.3 VARIÁVEIS LINEARES DO CENTRO DE MASSA..... | 110 |
| 4.4 VARIÁVEIS ESPAÇO-TEMPORAIS DO MOVIMENTO..... | 112 |

| | |
|---|------------|
| 4.4.1 Variáveis Espaciais de Deslocamento Angular..... | 113 |
| 4.4.2 Variáveis Temporais de Deslocamento Angular..... | 122 |
| 4.4.3 Comportamento Angular das Articulações Adjacentes..... | 126 |
| 4.4.4 Variáveis Espaciais de Velocidade Angular..... | 130 |
| 4.4.5 Variáveis Temporais de Velocidade Angular..... | 139 |
| CAPITULO 5 – DISCUSSÃO..... | 142 |
| 5.1 PRECISÃO DOS ARREMESSOS..... | 142 |
| 5.2 TRAJETÓRIA DA BOLA..... | 145 |
| 5.3 CENTRO DE MASSA..... | 147 |
| 5.4 VARIÁVEIS ESPACIAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR..... | 150 |
| 5.4.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco..... | 150 |
| 5.4.2 Ombro, Cotovelo e Punho..... | 153 |
| 5.5 VARIÁVEIS TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR..... | 156 |
| 5.5.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco..... | 156 |
| 5.5.2 Ombro, Cotovelo e Punho..... | 158 |
| 5.6 COMPORTAMENTO ANGULAR DAS ARTICULAÇÕES ADJACENTES..... | 158 |
| 5.6.1 Comportamento Angular do Tornozelo e Joelho..... | 158 |
| 5.6.2 Comportamento Angular do Quadril e Joelho..... | 159 |
| 5.6.3 Comportamento Angular do Quadril e Tronco..... | 159 |
| 5.6.4 Comportamento Angular do Ombro e Tronco..... | 160 |
| 5.6.5 Comportamento Angular do Ombro e Cotovelo..... | 160 |
| 5.6.6 Comportamento Angular do Punho e Cotovelo..... | 161 |
| 5.7 VARIÁVEIS ESPACIAIS DE VELOCIDADE ANGULAR..... | 162 |
| 5.7.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco..... | 162 |
| 5.7.2 Ombro, Cotovelo e Punho..... | 164 |
| 5.8 VARIÁVEIS TEMPORAIS DE VELOCIDADE ANGULAR..... | 166 |
| 5.8.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco..... | 166 |
| 5.8.2 Ombro, Cotovelo e Punho..... | 168 |
| CAPÍTULO 6 – RECOMENDAÇÕES..... | 170 |

| | |
|---|------------|
| 6.1 CONSISTÊNCIA E ESTABILIZAÇÃO DO PADRÃO MOTOR..... | 170 |
| 6.2 PRECISÃO DOS ARREMESSOS..... | 172 |
| CAPÍTULO 7 – CONCLUSÕES..... | 174 |
| REFERÊNCIAS..... | 178 |
| ANEXO..... | 195 |

LISTA DE TABELAS

| | | |
|-------------|--|-----|
| TABELA 01 - | ÂNGULOS DE LANÇAMENTO DA BOLA VERIFICADOS NOS ESTUDOS..... | 69 |
| TABELA 02 - | ANÁLISE DA TRAJETÓRIA DA BOLA NO ARREMESSO..... | 103 |
| TABELA 03 - | TESTE DE REPRODUTIBILIDADE..... | 106 |
| TABELA 04 - | VARIÁVEIS DA TRAJETÓRIA DA BOLA DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 109 |
| TABELA 05 - | VARIÁVEIS LINEARES DO CENTRO DE MASSA DE ADULTOS E CRIANÇAS NAS DISTÂNCIAS LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 111 |
| TABELA 06 - | VARIÁVEIS ESPACIAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR (TORNOZELO, JOELHO, QUADRIL E TRONCO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 117 |
| TABELA 07 - | VARIÁVEIS ESPACIAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR (OMBRO COTOVELO E PUNHO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 121 |
| TABELA 08 - | VARIÁVEIS TEMPORAIS DO ARREMESSO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 122 |
| TABELA 09 - | VARIÁVEIS TEMPORAIS DO DESLOCAMENTO ANGULAR (TORNOZELO, JOELHO, QUADRIL E TRONCO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 124 |
| TABELA 10 - | VARIÁVEIS TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR (OMBRO, COTOVELO E PUNHO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 125 |

| | | |
|-------------|--|-----|
| TABELA 11 - | VARIÁVEIS ESPACIAIS DE VELOCIDADE ANGULAR (TORNOZELO, JOELHO, QUADRIL E TRONCO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 133 |
| TABELA 12 - | VARIÁVEIS ESPACIAIS DA VELOCIDADE ANGULAR (OMBRO COTOVELO E PUNHO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 137 |
| TABELA 13 - | VARIÁVEIS TEMPORAIS DA VELOCIDADE ANGULAR (TORNOZELO, JOELHO, QUADRIL E TRONCO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 140 |
| TABELA 14 - | VARIÁVEIS TEMPORAIS DA VELOCIDADE ANGULAR (OMBRO, COTOVELO E PUNHO) DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 141 |

LISTA DE QUADROS

| | |
|--|-----|
| QUADRO 01 - PROCEDIMENTOS DA COLETA DE DADOS..... | 94 |
| QUADRO 02 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS ESPACIAIS E TEMPORAIS DO MOVIMENTO..... | 100 |
| QUADRO 03 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS LINEARES DO CENTRO DE MASSA..... | 101 |
| QUADRO 04 - DESCRIÇÃO DAS VARIÁVEIS DA TRAJETÓRIA DA BOLA..... | 102 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|-----|
| FIGURA 01 - SISTEMA DE CONTROLE DE CIRCUITO ABERTO E FECHADO..... | 40 |
| FIGURA 02 - VARIÁVEIS INTERVENIENTES NA PERFORMANCE DO ARREMESSO NO BASQUETEBOL..... | 64 |
| FIGURA 03 - ENTRADA DA BOLA NA CESTA EM FUNÇÃO DO ÂNGULO DE ENTRADA DO ARREMESSO (ADAPTADO DE MILLER E BARTLET, 1993)..... | 70 |
| FIGURA 04 - DETERMINAÇÃO DO ÂNGULO DE LANÇAMENTO QUE REQUER A MENOR VELOCIDADE DE LANÇAMENTO DA BOLA (ADAPTADO DE BRANCAZIO 1981)..... | 71 |
| FIGURA 05 - FASES DO ARREMESSO DE JUMP..... | 74 |
| FIGURA 06 - ALTERAÇÕES DECORRENTES DA PRESENÇA DE UM MARCADOR NO ARREMESSO DE JUMP (ADAPTADO DE OUDEJANS ET AL., 2002)..... | 91 |
| FIGURA 07 - LOCAL DE FILMAGEM DA COLETA DE DADOS..... | 96 |
| FIGURA 08 - MODELO BIOMECÂNICO..... | 98 |
| FIGURA 09 - ANÁLISE DA TRAJETÓRIA DA BOLA NO ARREMESSO..... | 103 |
| FIGURA 10 - NÚMERO DE PONTOS NO TESTE DE PRECISÃO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 107 |
| FIGURA 11 - PORCENTAGEM DE ACERTO NO TESTE DE PRECISÃO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 108 |
| FIGURA 12 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO TORNOZELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 113 |

| | |
|---|-----|
| FIGURA 13 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO JOELHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 114 |
| FIGURA 14 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO QUADRIL DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 114 |
| FIGURA 15 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO TRONCO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 115 |
| FIGURA 16 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO OMBRO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 118 |
| FIGURA 17 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO COTOVELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 119 |
| FIGURA 18 - DESLOCAMENTO ANGULAR DO PUNHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 119 |
| FIGURA 19 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO TORNOZELO E JOELHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 127 |
| FIGURA 20 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO QUADRIL E JOELHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 127 |
| FIGURA 21 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO QUADRIL E TRONCO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 128 |
| FIGURA 22 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO OMBRO E TRONCO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 128 |
| FIGURA 23 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO OMBRO E COTOVELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 129 |

| | |
|--|-----|
| FIGURA 24 - COMPORTAMENTO ANGULAR DO PUNHO E COTOVELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO..... | 129 |
| FIGURA 25 - VELOCIDADE ANGULAR DO TORNOZELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 130 |
| FIGURA 26 - VELOCIDADE ANGULAR DO JOELHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 131 |
| FIGURA 27 - VELOCIDADE ANGULAR DO QUADRIL DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 131 |
| FIGURA 28 - VELOCIDADE ANGULAR DO TRONCO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 132 |
| FIGURA 29 - VELOCIDADE ANGULAR DO OMBRO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 135 |
| FIGURA 30 - VELOCIDADE ANGULAR DO COTOVELO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 136 |
| FIGURA 31 - VELOCIDADE ANGULAR DO PUNHO DE ADULTOS E CRIANÇAS NA DISTÂNCIA LONGE, MÉDIO E PERTO (MÉDIA E DESVIO PADRÃO)..... | 136 |
| FIGURA 32 - RESTRIÇÃO DO ALVO EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA DISTÂNCIA NO ARREMESSO..... | 144 |
| FIGURA 33 - RELAÇÃO ENTRE A INCLINAÇÃO DE TRONCO E A ALTURA DE LANÇAMENTO..... | 151 |
| FIGURA 34 - RELAÇÃO ENTRE O ÂNGULO DE FLEXÃO DO OMBRO NO LANÇAMENTO E A ALTURA DE LANÇAMENTO..... | 155 |

RESUMO

O presente estudo objetivou analisar e comparar a coordenação do arremesso de jump no basquetebol de adultos e crianças, em função do aumento da distância. Adultos ($n = 15$; experiência $11,47 \pm 6,10$ anos) e crianças ($n = 15$; experiência $1,31 \pm 1,21$ anos) foram analisados cinematicamente no plano sagital desempenhando arremessos em três distâncias da cesta (2,8m; 4,8m; 6,8m). Um modelo biomecânico de 8 segmentos forneceu as variáveis espaciais e temporais do tornozelo, joelho, quadril, tronco, ombro, cotovelo e punho. A precisão do arremesso e a trajetória da bola também foram analisadas. Os adultos atrasaram o instante de salto e aumentaram a velocidade angular do cotovelo. Os adultos também demonstraram grande consistência no padrão coordenativo do arremesso em função do aumento na distância. Assim, as maiores modificações encontradas nos adultos para suprir a demanda do aumento da distância, aconteceram nos parâmetros de controle do movimento. As crianças geraram maior velocidade e deslocamento linear horizontal do centro de massa em resposta ao aumento na distância. Também foi observado o aumento da amplitude angular do quadril e tronco, em conjunto com a maior velocidade angular do joelho, quadril e tronco. Desta forma, modificações nos parâmetros de controle e na coordenação foram verificadas nas crianças em função do aumento na distância. Diferença no padrão coordenativo entre adultos e crianças também foi verificada. Os adultos utilizaram um contra-movimento ao redor das articulações do cotovelo e punho para potencializar a geração de impulso para o lançamento. As crianças lançaram a bola no instante ascendente do salto. Um movimento em fase ao redor das articulações do ombro, cotovelo e punho também foi verificado nas crianças. O presente estudo demonstrou as diferentes estratégias entre empregadas por adultos e crianças no arremesso de jump do basquetebol em várias distâncias que podem ser utilizadas por atletas e técnicos na prescrição das rotinas de treinamento.

Palavras-Chave: Coordenação e Controle Motor, Arremesso de Jump, Experiência e Distância.

ABSTRACT

The present study aimed to analyze and compare basketball jump shoot coordination of adults and children in response to distance variation. Adults (n = 15; experience $11,47 \pm 6,10$ years) and children (n = 15; experience $1,31 \pm 1,21$ years) volunteered to be kinematically analysed in the sagittal plane during the performance of shoots at three distances from the basket (2,8 m; 4,8 m; 6,8 m). A biomechanical model of 8 segments provided the kinematics spatial and temporal variables of the ankle, knee, hip, trunk, shoulder, elbow and wrist joints. Accuracy and trajectory of the shoots were also analysed. Adults delayed the jump instant and increased the elbow angular velocity. Adults also showed great consistency in the movement pattern irrespective of the increases in movement distance. Therefore, the greatest changes in adults occurred in movement control were imposed to meet the requirements of the increased distances. Children generated greater centre of mass linear displacement and velocity in response to distance increases. It was also observed greater hip and trunk range of movement in conjunction with greater knee, hip and trunk angular velocity. Thus, changes in control and coordination parameters were observed in children as shoot distance was increased. Differences in movement coordination between adults and children were also verified. Adults presented a countermovement around the elbow and wrist joints as strategy to increase movement impulse. Children released the ball during their ascendent phase of the jump. Movements in phase around the shoulder, elbow and wrist was also verified in children. The present study showed differences between the strategy employed by adults and children to perform basketball jump shoots from varying distances that are useful to athletes and coaches to take such findings into account while conduction their training routines.

Key-Words: Motor Control and Coordination, Jump Shoot, Experience and Distance.

1.0 INTRODUÇÃO

O arremesso é o fundamento mais importante no basquetebol (BUTTON et al., 2003; MALONE et al., 2002; KNUDSON, 1993), pois é através deste que se obtém os pontos no jogo (MARQUES, 1980). Entre as técnicas de arremesso o jump se destaca por proporcionar vantagens como: precisão, velocidade de execução, proteção contra a marcação e execução a diversas distâncias da cesta (OKAZAKI, 2002). Por esta razão, o jump tem demonstrado ser a técnica de arremesso mais eficiente (KNUDSON, 1993; COLEMAN e RAY, 1976) e utilizada (NUNOME et al., 2002; MARQUES, 1980), independente da função desempenhada pelos jogadores (OKAZAKI et al., 2004a). O arremesso de jump também é considerado a técnica mais complexa quanto ao processo ensino-aprendizagem (OKAZAKI et al., 2006a; OKAZAKI e RODACKI, 2005), pois sua performance pode ser influenciada por fatores como: o aumento da distância em relação à cesta (MILLER e BARTLET, 1996 e 1993; WALTERS et al., 1990; SATERN, 1988), o nível de experiência (OKAZAKI et al., 2005a; BUTTON et al., 2003; HUDSON, 1985a, 1982) e as características físicas dos jogadores (MALONE et al., 2002; LOONEY et al., 1996; ELLIOTT, 1992).

O aumento da distância do arremesso requer a aplicação de maior velocidade da bola (MILLER e BARTLETT, 1993; SATERN, 1993; WALTERS et al., 1990), alcançada por adaptações nos parâmetros de controle (variáveis absolutas) e no padrão coordenativo (variáveis relativas) do movimento para que o arremesso seja bem sucedido (RODACKI et al., 2005; OKAZAKI, 2004a; MILLER e BARTLETT, 1996). Satern (1988) atribuiu ao aumento da velocidade da bola, em função do aumento da distância, uma maior amplitude ao redor

das articulações responsáveis pela produção das forças de lançamento (SATERN, 1988). Elliott e White (1989) demonstraram que o aumento da distância ocasiona uma maior velocidade angular do ombro e maior amplitude de deslocamento do ombro e punho. Miller e Bartlett (1993) apontam a contribuição da flexão do ombro e da extensão do cotovelo, associados ao aumento da velocidade do centro de massa em direção à cesta, como mecanismo compensatório para o aumento da distância do arremesso. Desta forma, diferentes estratégias adaptativas são reportadas na literatura, não sendo ainda claros os efeitos de variações na distância sobre a coordenação do arremesso.

Outro fator que pode influenciar a performance do arremesso de jump no basquetebol é o nível de experiência dos jogadores (OKAZAKI et al., 2005a; BUTTON et al., 2003; HUDSON, 1985a, 1982). Jogadores novatos tendem a reduzir (congelar) os graus de liberdade do movimento (ZATSIORSKY, 2004; SIDAWAY et al., 1995; ANDERSON e SIDAWAY, 1994) como estratégia para simplificar a demanda de controle do sistema nervoso central (NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; VEREIJKEN et al., 1992). Tal estratégia de controle não possibilita uma utilização adequada de um contra-movimento através de um pré-estiramento da musculatura (ZAJAC et al., 2002; YOUNG e MARTENIUK, 1995; HUDSON, 1986), ou a transferência de energia entre articulações através de uma seqüência próximo-distal (CHOWDHARY e CHALLIS, 2001; PUTNAN, 1993, 1991). Por outro lado, os jogadores experientes possuem maior altura de lançamento da bola (HUDSON, 1985a, 1982) e amplitude angular das articulações responsáveis pela projeção da bola (BUTTON et al., 2003). Estes também têm demonstrado maior estabilidade no

arremesso através de uma menor inclinação de tronco e deslocamento do centro de gravidade em direção à cesta (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985a, 1982). Por conseguinte, diferenças na performance do arremesso de jump no basquetebol podem ser encontradas em função do nível de experiência dos jogadores. Contudo, poucos estudos procuraram analisar as variáveis que determinam tais diferenças e que caracterizam a performance habilidosa.

Estratégias coordenativas diferenciadas no arremesso de jump também podem ser encontradas em função das diferenças físicas dos jogadores (OKAZAKI et al., 2005a; LOONEY et al., 1996; MALONE et al., 2002; NUNOME et al., 2002; MILLER e BARTLETT, 1996; ELLIOTT, 1992). Por exemplo, a utilização de um passo à frente e do deslocamento do centro de gravidade em direção à cesta, maior flexão plantar na fase de preparação do salto, maior amplitude angular da articulação do ombro, maior ângulo e a menor velocidade de projeção da bola, são estratégias observadas em função de uma menor capacidade de gerar força apresentada pelas mulheres na performance do arremesso (ELLIOTT, 1992). Nunome et al. (2002), analisando jogadores de basquetebol de cadeira de rodas, verificou que o déficit de força da musculatura flexora do punho resultou numa menor velocidade angular ao redor desta articulação. Em associação, foi verificado um maior deslocamento angular da articulação do ombro (flexão e adução horizontal) próximo ao instante de lançamento da bola. Tais estratégias permitiram a otimização da ação ao redor das articulações do ombro e cotovelo, para compensar a diminuição da força ao redor da musculatura flexora do punho (NUNOME et al., 2002). Outros estudos verificaram que os jogadores com menor estatura ou baixa capacidade em saltar podem apresentar uma altura de lançamento mais

baixa (HUDSON, 1985a, 1985b), fazendo-se necessária a mudança no ângulo e na velocidade de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; BRANCAZIO, 1981). Por conseguinte, a diminuição da consistência e precisão do movimento pode ocorrer, pois o aumento no ângulo e velocidade de lançamento requer a geração de maior força e velocidade de lançamento (HUDSON, 1985a, 1985b; BRANCAZIO, 1981). Estes fatores têm sido diretamente relacionados à variabilidade no movimento (TANI, 2000a; TEIXEIRA, 1999; DARLING e COOKE, 1987a). Desta forma, algumas estratégias coordenativas, em função de diferenças físicas, têm sido verificadas. Entretanto, ainda não é completamente entendido o efeito das estratégias coordenativas realizadas sobre a performance do arremesso de jump no basquetebol.

Devido às particularidades que determinam a performance do arremesso de jump no basquetebol (distância, experiência e as características físicas dos jogadores), esta técnica tem sido amplamente estudada através de observações qualitativas, modelos matemáticos de dedução e evidências experimentais (OKAZAKI et al., 2006c; KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982). Contudo, nenhum estudo comparou a performance do arremesso de jump de adultos e crianças, em função do aumento da distância. Em associação ao nível de experiência e às discrepâncias físicas entre adultos e crianças, diferenças nos padrões coordenativos do arremesso de jump e nas estratégias adaptativas em função do aumento da distância são esperadas.

O presente estudo objetivou analisar e comparar a coordenação e controle motor do arremesso de jump no basquetebol em adultos e crianças experientes em função do aumento da distância do arremesso.

A análise da performance do arremesso de adultos e crianças em função do aumento da distância do arremesso pode auxiliar a compreender as variáveis que influenciam a performance habilidosa. Assim, permitindo a otimização do processo ensino-aprendizagem, através de subsídios para um treinamento mais especializado.

1.1 OBJETIVOS

O presente estudo objetivou analisar e comparar a coordenação e controle motor do arremesso de jump no basquetebol de adultos e crianças, em função do aumento da distância do arremesso.

1.1.1 Objetivos Específicos

- a) Analisar o efeito da distância sobre a coordenação e controle motor do arremesso de jump no basquetebol de adultos.
- b) Analisar o efeito da distância sobre a coordenação e controle motor do arremesso de jump no basquetebol de crianças.
- c) Comparar a coordenação e controle motor do arremesso de jump no basquetebol de adultos e crianças.

1.2 HIPÓTESES

- H₁ Os adultos apresentarão diferenças nas variáveis espaciais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol, em função da manipulação da distância.

- H₂ Os adultos apresentarão diferenças nas variáveis temporais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol, em função da manipulação da distância.
- H₃ As crianças apresentarão diferenças nas variáveis espaciais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol, em função da manipulação da distância.
- H₄ As crianças apresentarão diferenças nas variáveis temporais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol, em função da manipulação da distância.
- H₅ Os adultos e as crianças apresentarão diferenças nas variáveis espaciais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol.
- H₆ Os adultos e as crianças apresentarão diferenças nas temporais espaciais que descrevem a performance do arremesso de jump no basquetebol.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 COORDENAÇÃO MOTORA: CONCEITOS GERAIS

Todos os dias habilidades motoras cotidianas (pegar um copo, sentar, levantar, etc.) e mais complexas (escrever, datilografar, movimentos esportivos, etc.) são realizadas pelas pessoas de forma aparentemente simples (GALAHUE e OZMUN, 2003; CONNOLY, 2000). Entretanto, o controle realizado para a organização destes movimentos envolve mecanismos extremamente complexos (RODACKI, 2001; TEMPRADO et al., 1997). Desta forma, a coordenação empregada nestes movimentos, ou seja, como as ações de movimentos são organizadas e ordenadas em direção a um objetivo determinado (MAGILL, 2000; WEINECK, 1991), tem despertado um amplo interesse entre os pesquisadores da área do comportamento motor (SIDAWAY et al., 1995; HUDSON, 1992; TURVEY, 1990).

A coordenação pode ser entendida com o significado de combinação ordenada (HUDSON, 1992), sendo reportada como um aspecto desejável da performance (BUTTON et al., 2003; RODACKI e FOWLER, 2002; HUDSON, 1992), onde as partes integrantes do corpo desempenham movimentos harmônicos (WALTER, 1998; HUDSON, 1992; FOWLER e TURVEY, 1978) através da integração dos movimentos musculares num padrão de movimento eficiente (RODACKI et al., 2001a; NEWELL e VALLANCOURT, 2001; ALEXANDER, 1997). Esta habilidade é conseguida através da ação conjunta entre o sistema nervoso central e da musculatura esquelética dentro de uma seqüência de movimentos objetivos (COSTA e VIEIRA, 2000; FOWLER e TURVEY, 1978). Dois aspectos merecem atenção neste contexto atribuído à coordenação, a ação harmônica ou relativa de todos os elementos do sistema,

de forma a produzir um movimento fluente e eficiente (RODACKI e FOWLER, 2002; CLARK et al., 1989; HUDSON, 1986), e, os objetivos e eventos constituintes do ambiente (TEIXEIRA, 1997; BEEK et al., 1995; FOWLER e TURVEY, 1978).

A coordenação resulta no desenvolvimento de um padrão estável e, idealmente, ótimo do movimento relativo aos membros envolvidos (TEMPRADO et al., 1997; SIDAWAY et al., 1995; CLARK et al., 1989) através da relação entre as variáveis do movimento que os restringem (congelam) em uma unidade comportamental (PUTNAN, 1991; FOWLER e TURVEY, 1978). Por conseguinte, o problema básico da coordenação é a redundância dos graus de liberdade envolvida num movimento particular, ou seja, a redução do número de variáveis independentes a ser controlada (NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; TURVEY, 1990; STELMACH e DIGGLES, 1982). Este problema é conhecido como o “Problema dos Graus de Liberdade” ou “O Problema de Bernstein” (KO et al., 2003; COSTA e VIEIRA, 2000; STELMACH e DIGGLES, 1982).

O problema dos graus de liberdade pode ser visto de várias formas, como, por exemplo, o número de graus de liberdade nas diferentes articulações que participam do movimento, o número de músculos que agem sobre elas, e até mesmo o número de unidades motoras que devem ser ativadas para produzir um determinado movimento (TANI, 2000a; TURVEY, 1990; TULLER et al., 1982). Quanto mais microscópico o nível de análise, maior o número de graus de liberdade, as possibilidades de movimento, o número de variáveis que devem ser restringidas e mais complexo se torna o sistema de controle (TANI, 2000a; TURVEY, 1982). Desta forma, a coordenação também pode ser

entendida como o processo através do qual a potencialidade dos graus de liberdade das articulações é constrangida para agir como uma unidade para completar uma tarefa em questão (KO et al., 2003; COSTA e VIEIRA, 2000; NEWELL e VALLANCOURT, 2001; SIDAWAY et al., 1995). De uma forma mais sucinta, é a organização dos aparatos de controle motor (TURVEY, 1990) num sistema controlável (NEWELL e VALLANCOURT, 2001) que é sensível às variações originárias do contexto (KO et al., 2003; TURVEY et al., 1982; PELLEGRINI, 1997).

As ações coordenadas do corpo humano são executadas através da aplicação controlada de força muscular a qual produz distintos padrões de movimentos do segmento (PUTNAN, 1991). Um movimento é padronizado quando a ativação muscular e os padrões cinemáticos são estereotipados quando desempenhado por diferentes sujeitos (RODACKI et al., 2001a; JACOBS e VAN INGEN SCHENAU, 1992). Dependendo da tarefa, um determinado padrão de movimento pode ser mais eficiente que outro (TEMPRADO, 1997; TEIXEIRA, 1997; BRISSON e ALLAIN, 1996). Contudo, apesar de certos movimentos básicos dos segmentos serem comuns dentro de um determinado padrão de movimento, qualidades individuais na performance de uma habilidade motora podem ser verificadas (SALTZBERG et al., 2001; BRANDÃO et al., 2001; BRISSON e ALLAIN, 1996). Pois, diferenças discretas individuais podem ser encontradas em diversas habilidades motoras, como os arremessos de basquetebol (OKAZAKI et al., 2004d; BUTTON et al., 2003; SATERN, 1988), handebol (SIBILLA et al., 2003) e dardo (MENZEL, 2001), o saque no voleibol (COLEMAN et al., 1993; OKA et al., 1976), o salto vertical (RODACKI, 2001; JENSEN et al., 1989), ou o chute na capoeira (SALTZBERG,

2001), independente do sucesso na performance (BRISSON e ALLAIN, 1996; WALTERS et al., 1990; OKA et al., 1976).

Uma performance de movimento consistente indica e caracteriza um padrão de coordenação bem estabelecido, de tal forma que apenas as variáveis de controle devem ser ajustadas na execução do movimento (OKAZAKI e RODACKI, 2005; TEIXEIRA, 1997; ANDERSON e SIDAWAY, 1994). O controle é a parametrização do sistema motor, ou seja, o processo de atribuição de valores à unidade que está sendo coordenada (COSTA e VIEIRA, 2000). Em outras palavras, o controle procura descobrir a escala ótima do padrão relativo do movimento através do diferente valor de acesso da coordenação (SIDAWAY et al., 1995). Entretanto, o sistema nervoso central aparenta ser confrontado com muitos caminhos possíveis de coordenação dos músculos para produzir um movimento (YOUNG e MARTENIUK, 1998; KUO, 1994). Desta forma, a mesma ou similar resposta de movimento pode ser alcançada através de diferentes combinações musculares (DOORENBOSCH et al., 1997). Este fenômeno é conhecido como equivalência motora e refere-se aos comandos motores não específicos (STELMACH e DIGGLES, 1982). Por conseguinte, um padrão consistente pode apenas ser estabelecido depois de um período de prática no qual tem-se a oportunidade de ajustar os parâmetros de controle em função dos requerimentos da tarefa (RODACKI et al., 2001b; BOBBERT e VAN SOEST, 1994; SATERN, 1993).

O desenvolvimento de um padrão de movimento ótimo pode proporcionar uma maior efetividade na execução de uma habilidade motora (RODACKI e FOWLER, 2001; NEWELL e VALLANCOURT, 2001; MAGILL, 2000). A maior interação do organismo com o ambiente permite uma redução

dos esforços percebidos através de um melhor aproveitamento das forças reativas do movimento (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; KUO, 1994; HUDSON, 1986), movimentos com menor variabilidade (BUTTON et al., 2003; KO et al., 2003; YAMADA, 1995; DARLING e COOKE, 1987a), menor geração de força e otimização da energia muscular (KO et al., 2003; ALEXANDER, 1997; KUO, 1994; KNUDSON, 1993), e, desta forma, atrasando o aparecimento da fadiga (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; RODACKI et al., 2001b). Movimentos novos e mais complexos (com grande número de componentes e/ou interação entre as partes que o compõe) podem ser aprendidos de forma mais rápida (COSTA e VIEIRA, 2000), além de permitir uma resposta mais rápida e objetiva, em situações inesperadas, para evitar quedas, colisões, etc (NEPTUNE et al., 1999; BARTLETT, 1999).

2.2 COMPONENTES DA COORDENAÇÃO MOTORA

A coordenação depende de fatores que estão combinados de forma complexa, são estes: coordenação intra-muscular e inter-muscular, a condição funcional dos analisadores, a capacidade de aprendizagem motora, o repertório de movimentos (experiência de movimentos), a capacidade de adaptação e reorganização motora, idade, enfermidade e fadiga, podendo estar também relacionada a outros fatores (WEINECK, 1991).

A coordenação intra-muscular refere-se ao controle neuromuscular interno de um determinado músculo, ou seja o recrutamento de unidades motoras determinando a intensidade, tempo e velocidade de contração muscular (OKAZAKI, 2004b). A coordenação inter-muscular está relacionada ao controle neuro-muscular entre diferentes músculos na organização de um

determinado movimento, ou seja, como diferentes músculos são ativados, quanto a intensidade, tempo e velocidade de contração para produzirem um determinado movimento (OKAZAKI, 2004b).

A condição funcional dos analisadores representa os sistemas parciais do sistema sensorial que recebem informações através de receptores específicos para a análise de um movimento (WEINECK, 1991). Como os movimentos estão sempre associados à apresentação de estímulos (MANOEL et al., 2001), as informações obtidas por estes sistemas sensoriais (de feedback ou retro-alimentação) possibilitam a escolha de um ato motor (BARELA, 1999), comparação e os ajustes no movimento (MANOEL et al., 2001; MAGILL, 2000), de acordo com o conjunto de restrições que norteiam a ação (BARELA, 1999) e com as possibilidades motoras individuais (WEINECK, 1991). Cinco analisadores são essencialmente importantes para a coordenação, onde, estes influenciam de forma diferenciada o processo de controle e regulação dos movimentos e agem, geralmente, juntos ou de forma complementar. São eles: analisador cinestésico, tátil, estático-dinâmico, óptico e acústico (WEINECK, 1991).

O analisador cinestésico informa sobre as posições das extremidades e do tronco, assim como sobre as forças que agem sobre eles. Seus receptores localizam-se em todos os músculos, tendões, ligamentos e articulações. O analisador tátil informa sobre a forma e superfície dos objetos tocados, seus receptores estão localizados na pele. O analisador estático dinâmico está localizado no aparelho vestibular do ouvido interno e informa a alteração da direção e velocidade da cabeça. A informação sobre os movimentos próprios e estranhos (visão central e periférica) acontece através dos receptores de

distância que são fornecidos pelo analisador óptico. O analisador acústico recebe informações sonoras do ato motor e/ou do ambiente (WEINECK, 1991).

A capacidade para se movimentar envolve trocas e processamento de informações (MANOEL et al., 2001). Os mecanismos de absorção, organização e armazenamento de informações estão relacionados à capacidade de aprendizagem motora (LADEWIG et al., 2001), onde os processos perceptivos (analisadores), cognitivos (avaliar/organizar), e mnemônicos (processos que dependem da memória) estão em primeiro plano, e se baseiam nos desempenhos de síntese neurofisiológicos (WEINECK 1991).

O repertório de movimentos é um fator determinante para o desenvolvimento das qualidades coordenativas (GALAHUE e OZMUN, 2003; WILLIAMS et al., 2002; PELLEGRINI, 2000), pois um movimento novo é executado com base em velhas combinações de coordenação (COSTA E VIEIRA, 2000; PELLEGRINI, 2000). A capacidade de adaptação e reorganização motora depende de uma base de movimentos previamente experimentados e aprendidos (SIDAWAY et al., 1995; CAMPOS e SILVA, 1990), onde uma comparação sobre os processos apreendidos anteriormente permite que a adaptação ocorra (PELLEGRINI, 2000; WEINECK, 1991).

Os processos cognitivos são sensíveis à idade (WILLIAMS et al., 2002). Desta forma, a idade é um fator que pode influenciar a coordenação (NEWELL e VALLANCOURT, 2001). A coordenação tem seu desenvolvimento mais intenso no início da adolescência e diminui progressivamente as possibilidades de seu desenvolvimento a partir desta fase (WEINECK, 1991). Por esta razão, a coordenação deve ser trabalhada nas primeiras idades de forma prioritária em relação às capacidades físicas, pois a organização e absorção das

informações diminuem, em função à involução da idade fisiológica (WILLIAMS et al., 2002; GOGGIN e MEEUWSEN, 1992; WEINECK, 1991). O envelhecimento provoca uma mudança da restrição, complexidade ou dimensão do comportamento (NEWELL e VALLANCOURT, 2001) e no controle do movimento (WILLIAMS et al., 1998).

A enfermidade, assim como o envelhecimento, também pode induzir à perda da complexidade no comportamento dos sistemas de suporte biológico, incluindo a regulação da frequência cardíaca e pressão, da postura de pé (ereta), tremor no mal de Parkinson, e na função neuro-endócrina (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; WEINECK, 1991). O conceito da perda da complexidade implica que uma dimensão menor é refletida da mais pobre performance e/ou da menor efetividade (adaptativa) do sistema de controle (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; FITTS, 1954).

A fadiga muscular é definida como uma diminuição da capacidade de geração de força ou inabilidade de manter a performance de movimento (WOOLSTENHULME et al., 2004; JARIC et al., 1997; ENOKA, 1995). A fadiga, em nível periférico ou central, provoca uma inibição das estruturas centro-nervosas responsáveis pelo controle motor (ENOKA, 1995; WEINECK, 1991). Após a fadiga, um movimento continuado é efetuado cada vez mais pelos músculos auxiliares do movimento (RODACKI et al., 2002; ENOKA, 1995), implicando em movimentos não econômicos, que se manifestam em movimentos prejudicados e em uma degradação do desempenho figural (RODACKI et al., 2001a, 2001b).

Os processos de controle e regulação do movimento habilitam o domínio sob uma ação motora em situações previstas e imprevistas de forma

econômica (COSTA e VIERA, 2000; TEMPRADO et al., 1997), possibilitando o aprendizado relativamente mais rápido de determinados movimentos (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; MAGILL, 2000). Desta forma, encontrando as melhores maneiras de coordenar os movimentos em todas as situações (BUTTON et al., 2003) através da integração dos movimentos musculares num padrão de movimento eficiente (RODACKI e FOWLER, 2001; SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

2.3 TIPOS DE ANÁLISES DA COORDENAÇÃO MOTORA

A coordenação pode ser descrita microscopicamente, por exemplo, em termos de configurações dos estados de tensão ou padrões das atividades celulares e vasculares ou mais macroscopicamente (TURVEY, 1990), através do tempo e seqüência dos movimentos dos segmentos do corpo relativos uns aos outros (RODACKI, 2001; RODACKI e FOWLER, 2001; HUDSON, 1986), ou seja, através das características topológicas que descrevem o movimento (ANDERSON e SIDAWAY, 1994). Como a contração muscular é o maior componente de força interna para criar, sustentar, divergir, ou retardar movimentos para permitir que os segmentos do corpo interajam com o ambiente, o movimento coordenado pode ser investigado através da análise dos resultados cinemáticos das ações musculares (RODACKI e FOWLER, 2001). Mudanças nestes padrões podem demonstrar evidências de aspectos específicos da mudança da coordenação (ANDERSON e SIDAWAY, 1994).

A organização das características temporais e espaciais dos movimentos, ou seja, a coordenação, não é apenas um requisito essencial para movimentos simples coordenados, mas também para alcançar a excelência na

performance de habilidades motoras esportivas mais complexas (RODACKI et al., 2001a). Desta forma, a coordenação motora tem sido amplamente estudada tanto através de pesquisas básicas e aplicadas buscando a melhoria na performance, a prevenção e o tratamento de lesões, e a melhora na qualidade de vida (ZATSIORSKY, 2004; OKAZAKI et al., 2004b). A análise da coordenação pode ser dividida de acordo com o objetivo da pesquisa. Em geral, a coordenação tem sido analisada quanto as diferenças inter- e intra-sujeitos, inter- e intra- segmentos, inter- e intra-membros, multi- e mono-articular, inter- e intra tarefas, e inter- e intra-muscular.

2.3.1 Análise da Coordenação Inter-Sujeito

A coordenação inter-sujeito analisa as diferenças entre diferentes sujeitos desempenhando a mesma habilidade motora. Apesar de certos movimentos serem básicos, dentro de um padrão de movimento, variações individuais na performance podem ser verificadas (SALTZBERG et al., 2001; COLEMAN et al., 1993; OKA et al., 1976). Em estudo da performance de arremessadores de dardo de alto nível, Menzel (2001) verificou padrões de movimento distintos nesta habilidade motora. Diferenças individuais também são reportadas na execução de arremessos de jump no basquetebol, sendo estas capazes de distinguir diferentes estilos de arremesso (SATERN, 1988). Por conseguinte, alguns autores têm recomendado uma análise mais individualizada dos padrões de movimento, particularmente em estudos do comportamento e aprendizagem motora (OKAZAKI et al., 2004d; BUTTON et al., 2003; SATERN, 1993).

2.3.2 Análise da Coordenação Intra-Sujeito

A coordenação intra-sujeito analisa o efeito de uma ou mais variáveis na coordenação de um sujeito desempenhando a mesma habilidade motora, sem considerar as variações inter-sujeitos.

Soest e colaboradores (1994) analisaram a coordenação intra-sujeitos para demonstrar que a performance do salto de vertical, realizada em diferentes posições iniciais (diferentes graus de flexão de quadril e joelho) é controlada por uma mesma estimulação muscular para todas as posições iniciais. Desta forma, um estímulo muscular padrão, que não é ótimo para qualquer posição específica inicial, resulta numa performance satisfatória dentro de uma determinada amplitude de movimento (posições iniciais) (SOEST et al., 1994). Saltzberg et al. (2001) analisaram a performance do chute de meia lua de frente da capoeira, após um período de prática. Estes autores verificaram que a prática não modificou a precisão do chute, entretanto, foram reportadas modificações posturais capazes de melhorar o equilíbrio durante a realização do chute.

A coordenação intra-sujeitos também é utilizada para analisar a variabilidade dos movimentos (BUTTON et al., 2003; TANI, 2000b; SIDAWAY et al., 1995). Como o ser humano não repete a realização de um movimento de forma idêntica (DARLING e COOKE, 1987b; FREUND, 1983; STELMACH e DIGGLES, 1982), um certo grau de variabilidade espaço-temporal é verificado devido a diversos fatores relacionados aos processos de processamento e execução do movimento (OWINGS e GRABINER, 2003; DARLING e COOKE, 1987a). Em estudo comparando a performance de arremessadores de basquetebol em diferentes níveis de experiência, Button e colaboradores

(2003) verificaram que os arremessadores novatos apresentavam uma maior variabilidade espaço-temporal, e que esta variabilidade aumentava em direção ao final do movimento. Vereijken, Van Emmerik, Whiting e Newell (1992) analisaram a coordenação durante o aprendizado da habilidade de zig-zag (*swallow*) num simulador de esqui. Estes autores verificaram que, a medida com que os sujeitos praticavam a habilidade, uma redução na variabilidade do movimento ocorria.

2.3.3 Análise da Coordenação Inter-Segmentos

A coordenação inter-segmentos analisa a relação entre diferentes segmentos na organização de diversas habilidades motoras. Rodacki, Fowler e Bennet (2001b), analisaram o efeito da fadiga na performance do salto vertical analisando a coordenação inter-segmentos. Estes autores verificaram que quando as características do movimento utilizado para desenvolver a força muscular não coincidem com os requerimentos funcionais da tarefa, o controle não é ótimo e conseqüentemente a performance não é máxima, a não ser que acompanhada de períodos específicos de prática do movimento. Dörge e colaboradores (2002) analisaram a performance do chute no futebol com o membro dominante e não-dominante. Estes autores verificaram que as altas velocidades do pé foram causadas através da grande quantia de trabalho no segmento da perna, decorrente da velocidade angular do joelho. A diferença na velocidade máxima da bola entre a perna preferida e não-preferida é causada através de um melhor padrão de movimento inter-segmento (coxa-perna) e uma transferência de velocidade do pé para a bola quando esta é chutada com a perna dominante. (DÖRGE et al., 2002).

2.3.4 Análise da Coordenação Intra-Segmento

A coordenação intra-segmento analisa um segmento particular do corpo. Este tipo de análise é verificado em estudos que procuram entender uma porção mais específica de uma determinada tarefa. Algumas análises da marcha analisando o padrão de caminhada podem direcionar parte da atenção do estudo a apenas um segmento do corpo. Hills e Parker (1991) analisaram o comportamento da caminhada de crianças obesas e não-obesas e verificaram, através da análise do segmento do pé, que as crianças obesas possuíam maior instabilidade a uma velocidade abaixo da velocidade preferida (HILLS e PARKER, 1991). Hudson (1982) em estudo com atletas experientes e novatos desempenhando o arremesso de jump no basquetebol, verificou que os atletas mais experientes mantêm o segmento do antebraço em uma posição mais próxima à vertical que os novatos. Tal estratégia permite um melhor posicionamento da bola (próximo ao corpo), o que acarreta em melhores condições para a geração de força. McLean e Tumilty (1993) analisaram o posicionamento do pé de apoio na execução do chute no futebol verificando um melhor posicionamento do pé de apoio, mais próximo e ao lado da bola, quando o chute era executado com o membro dominante. Desta forma, uma maior geração de velocidade era realizada com o membro dominante, pois o posicionamento do pé de apoio favorecia o tempo de sincronização dos picos de velocidade num momento mais próximo ao contato do pé com a bola (McLEAN e TUMILTY, 1993).

2.3.5 Análise da Coordenação Inter-Membros

A coordenação inter-membros demonstra a relação entre dois ou mais membros do corpo na performance de uma habilidade motora (COSTA e VIEIRA, 2000). Esta é verificada em análises de membros colaterais (esquerdo e direito) e entre os membros inferiores, superiores e tronco.

Alguns estudos analisando a coordenação inter-membros na marcha têm utilizado a simetria dos membros inferiores como parâmetro de análise (HANSEN et al., 2004; GEIL et al., 2000; SADEGHI et al., 2000). Normalmente, a assimetria é interpretada como um indicativo de patologia (HANSEN et al., 2004). Por conseguinte, um padrão simétrico tem sido utilizado para comparar o padrão dos membros em casos de lesões, implementação e design de uma prótese, verificação da eficiência do movimento, etc. (HANSEN et al., 2004; GEIL et al., 2000; SADEGHI et al., 2000). Todavia, alguns autores têm proposto papéis distintos do membro dominante e não-dominante, sendo estes associados respectivamente à mobilidade (propulsão) e à estabilidade (suporte) durante a marcha (SADEGHI et al., 2000). Desta forma, a análise dos membros colaterais tem contribuído para melhores esclarecimentos na relação entre os membros dominantes e não-dominantes em tarefas simétricas.

Outros estudos procuraram determinar as influências dos membros inferiores e do tronco na performance dos membros superiores (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; ELLIOTT e WHITE, 1989). Miller e Bartlett (1993), e Elliott (1992), analisaram a performance do arremesso no basquetebol, e verificaram que a velocidade de lançamento da bola aumentava em função do aumento na distância, devido às variações nas orientações dos membros superiores e não dos membros inferiores e do tronco. Sibila, Pori e Bom (2003)

analisaram a influência de dois tipos de salto no arremesso do handebol, utilizando a mesma perna de salto da mão que realiza o arremesso e a perna contrária. Estes autores verificaram uma melhor eficiência, maior altura de salto, maior ângulo de flexão de ombro e quadril no salto, quando o salto foi impulsionado com a perna contrária da mão de lançamento. O arremesso com o salto, realizado com a mesma perna correspondente à mão de lançamento, demonstrou um menor deslocamento horizontal do centro de gravidade (SIBILA et al., 2003).

2.3.6 Análise da Coordenação Intra-Membro

A coordenação intra-membro analisa a relação entre os segmentos e articulações num determinado membro do corpo. Quando a tarefa é realizada predominantemente com um dos membros não é necessário uma análise da organização de vários membros do corpo. Conseqüentemente, um modelo biomecânico simplificado é utilizado representando apenas a coordenação do membro do corpo de interesse.

Okazaki e colaboradores (2006a) analisaram a performance do arremesso de jump no basquetebol, em função do aumento da distância do arremesso, através da análise do braço propulso (braço que realiza o lançamento da bola). O aumento da distância não demonstrou alterar o padrão do movimento, entretanto, foi encontrada uma maior flexão de punho e velocidade nas articulações do ombro, cotovelo e punho (OKAZAKI et al., 2006a). Temprado e colaboradores (1997) analisaram o braço de serviço (saque) no voleibol através da coordenação intra-membro de novatos e experientes. Estes autores demonstraram diferenças qualitativas nos padrões

de novatos e experientes na relação espaço-temporal da articulação ombro-punho e concluíram que, nesta habilidade particular, o desenvolvimento da habilidade consiste na passagem de um estado (estável) de coordenação para outro, ao invés da geração de um novo padrão de coordenação completamente novo (TEMPRADO et al., 1997).

2.3.7 Análise da Coordenação Multi-Articular

A coordenação multi-articular analisa a relação entre as articulações na performance de um determinado movimento, podendo também ser classificada como inter-membro ou intra-membro. Em geral, a maioria dos estudos da aprendizagem e comportamento motor analisa a coordenação multi-articular. Okazaki e Rodacki (2005) analisaram a organização das articulações do ombro, cotovelo e punho na performance do arremesso de basquetebol de crianças, participantes da etapa de iniciação desportiva, utilizando bolas com diferentes pesos e tamanhos. Estes autores verificaram que o efeito do peso e tamanho da bola teve um efeito mínimo sobre a coordenação do arremesso. Desta forma, um padrão de movimento consistente foi verificado, pois apenas as variáveis de controle foram modificadas.

2.3.8 Análise da Coordenação Mono-Articular

A coordenação mono-articular diz respeito ao estudo de uma articulação específica. A análise de uma única articulação pode demonstrar particularidades no controle dos movimentos em condições específicas. VAN ZUYLEN e colaboradores (1988) demonstraram que a ativação dos músculos flexores de cotovelo depende do ângulo do cotovelo, onde mudanças nos

ângulos do cotovelo afetam a vantagem mecânica dos músculos diferentemente (VAN ZUYLEN et al., 1988). Van Eijden, Kouwenhoven e Weijs (1987) analisaram a mecânica da articulação patelar através de autopsias de 5 joelhos. Estes autores, a partir do ângulo de flexão-extensão do joelho e do comprimento do ligamento, verificaram que o comprimento do ligamento patelar influencia o comportamento mecânico da articulação patelar. Estas análises têm sido realizadas para a construção de próteses (HANSEN et al., 2004), tratamento e prevenção de lesões (POWERS et al., 2004a, 2004b; CHEN et al., 1993; VAN EIJDEN et al., 1987) e melhoria na performance esportiva (ZATSIORSKY, 2004).

2.3.9 Análise da Coordenação Inter-Tarefas

A coordenação inter-tarefas analisa a coordenação de diferentes tarefas, especificando os princípios comuns e divergentes em tarefas distintas. Putnan (1991) analisou a aplicação do princípio de organização próximo-distal em três diferentes tarefas (andar, correr e chute) e verificou esta forma de organização nas três diferentes tarefas. Zajac, Neptune e Kautz (2002) analisaram a redistribuição de energia muscular, co-funções musculares e sinergias na habilidade de salto vertical, pedalar e caminhada. Através de simulações foi verificado que a cinemática da tarefa dita os requerimentos de geração de força muscular que coordena o movimento (ZAJAC et al., 2002). Por conseguinte, cada tarefa tem um desenvolvimento de energia mecânica entre os segmentos específicos a demanda da tarefa e à estrutura do corpo solicitada (ZAJAC et al., 2002).

2.3.10 Análise da Coordenação Intra-Tarefas

A coordenação intra-tarefa analisa a coordenação de uma única tarefa para compreender os princípios e leis específicas que a regem, em geral, através de diferentes restrições ou perturbações (variável que pode modificar a coordenação) impostas à sua performance.

Rodacki e colaboradores (2001a) verificaram as alterações nos padrões cinemáticos do ressalto em pêndulo pliométrico, através da manipulação dos graus iniciais de flexão do quadril. Estes autores demonstraram que as mudanças posturais não modificaram o comprimento das musculaturas nas articulações simples, a habilidade de produzir força e a cinemática do movimento. Entretanto, apesar da variação seqüencial e temporal de reversão nas articulações, o tempo relativo do pico de velocidade angular demonstrou um alto grau de consistência (RODACKI et al., 2001a). Por conseguinte, foi sugerido um modelo de controle pré-programado, onde, independente da variação da tarefa (restrição com diferentes graus de flexão de quadril), um movimento consistente e automático foi encontrado na performance dos ressaltos no pêndulo pliométrico (RODACKI et al., 2001a).

Fleisig et al. (1999) analisou a performance do arremesso no beisebol em diversas faixas etárias (crianças, adolescentes e jovens) e de jogadores profissionais. Não foram encontradas diferenças entre as variáveis temporais, somente as variáveis cinéticas (força e torque) e espaciais demonstraram diferença sendo a maioria destas encontradas nos valores de velocidade. Desta forma, o padrão coordenativo desenvolvido pelas crianças foi ótimo, onde apenas o desenvolvimento de força e velocidade foi verificado através do avanço da faixa etária (FLEISIG et al., 1999).

2.3.11 Análise da Coordenação Inter-Muscular

A coordenação inter-muscular analisa a relação entre diferentes músculos na execução de um determinado movimento, ou seja, como os músculos são ativados quanto a intensidade, tempo e velocidade de contração na realização do movimento (OKAZAKI et al., 2004b). O sistema nervoso central aparenta ser confrontado com muitos caminhos possíveis de coordenação dos músculos para produzir um movimento (KUO, 1994). Quando os músculos são coordenados, eles produzem ações com componentes opostos a e de ação conjunta. Conseqüentemente, algumas combinações podem ser mais efetivas que outras durante um movimento (KUO, 1994). Alguns estudos têm demonstrado esta relação agonista-antagonista da musculatura nos mecanismos de controle em condições normais (HIROKAWA et al., 1991; VAN ZUYLEN et al., 1988; MARSDEN et al., 1983), fadiga (JARIC et al., 1997; RODACKI e FOWLER, 2002; RODACKI et al., 2001), e estimulações elétricas (YANAGI et al., 2003).

Van Zuylen, Gielen e Van Der Gon (1981) demonstraram que a musculatura pode ser ativada mesmo quando sua ação não contribui diretamente para o torque externo. Por exemplo, a musculatura do tríceps é ativada durante torques de supinação compensando a flexão da musculatura do bíceps (VAN ZUYLEN et al., 1988). Jaric e colaboradores (1997) demonstraram as alterações decorrentes da fadiga na musculatura agonista e antagonista num movimento rápido de flexão-extensão de cotovelo. A fadiga na musculatura agonista demonstrou maiores alterações na velocidade do movimento, mesmo quando a musculatura antagonista demonstrava maior atividade mecânica e eletromiográfica (JARIC et al., 1997). Marsden, Obeso e

Rothwell (1983) verificaram que a co-ativação está relacionada com o ângulo e velocidade da ação. Os maiores valores de co-ativação são encontrados em movimentos com pequena amplitude e grandes velocidades (MARSDEN et al., 1983). Em movimentos repetitivos (flexão-extensão de cotovelo), a musculatura antagonista pode funcionar para uma diminuição da variabilidade do movimento e correções na trajetória deste em função de perturbações (DARLING e COOKE, 1987a).

2.3.12 Análise da Coordenação Intra-Muscular

A coordenação intra-muscular refere-se ao controle neuromuscular interno de um determinado músculo, ou seja, o recrutamento das unidades motoras determinando a intensidade, tempo e velocidade da contração muscular (OKAZAKI et al., 2004b). As unidades motoras formam a menor e indivisível unidade de produção de força e momento no interior dos músculos, e nem sempre compartilham comandos motores comuns. Desta forma, esta ativação diferencial depende da configuração particular dos graus de liberdade do músculo, onde diferentes unidades motoras no interior de um músculo são ativadas dependendo da demanda da tarefa (KUO, 1994). Por exemplo, algumas unidades motoras que são ativadas no bíceps durante os torques de flexão, podem não ser ativadas durante os torques de supinação (VAN ZUYLEN et al., 1988).

2.4 PRINCÍPIOS DOS MOVIMENTOS COORDENADOS

Os princípios do movimento coordenado podem ser descritos como leis gerais baseadas na física e biologia as quais determinam o movimento humano

(ZATSIORSKY, 2004; BARTLETT, 1999). Diversos estudos do comportamento motor têm procurado explicar a coordenação e controle motor através destes princípios (MAGILL, 2000; SCHMIDT e WRISBERG, 2001; BARTLETT, 1999), procurando um melhor entendimento da organização e controle do movimento humano. Estes princípios, podem ser divididos em: princípios universais e princípios de generalidade parcial.

2.4.1 Princípios Universais:

Os princípios universais são as leis gerais relacionadas à biomecânica que se aplicam para todas as atividades. Dentro dos princípios universais encontra-se o princípio do uso do alongamento prévio, minimização do uso da energia e a complexidade da tarefa (ZATSIORSKY, 2004).

2.4.1.1 Uso do Alongamento Prévio:

Diversas habilidades motoras esportivas (arremesso, rebatida, chute, etc.) ou cotidianas (andar, correr, saltar, etc.), iniciam com um contra movimento, ou seja, num movimento em direção oposta à direção pretendida (SIBILA et al., 2003; RODACKI, 2001; UGRINOWITSCH e BARBANTI, 1998). Este movimento contrário inicial favorece a execução do movimento através do ciclo de alongamento-encurtamento da contração muscular (RASSIER e HERZOG, 2002; TRIMBLE et al., 2000; BOSCO et al., 1981). Diversos estudos em ensaios experimentais com músculos isolados (RASSIER e HERZOG, 2004) e movimentos humanos (BOBBERT et al., 1996; LARKINS e SNABB, 1998; KYRÖLÄINEN e KOMI, 1995; WILSON et al., 1992) e animais (ASKEW e MARSH, 1997; BOSCO et al., 1981) demonstraram que mais trabalho é

realizado quando um esforço inicia de forma excêntrica (alongamento) e posteriormente passa para a forma concêntrica (encurtamento) (NEPTUNE et al., 1999; RASSIER et al., 1999; ASKEW e MARSH, 1997). Este movimento inicial permite benefícios como: aumento do caminho da aceleração, início do reflexo de alongamento, armazenamento da enérgica elástica e alongamento do músculo para o comprimento ótimo para uma contração vigorosa (referente à curva de comprimento-tensão do músculo) (BARTLETT, 1999; KYRÖLÄINEN e KOMI, 1995). A capacidade de armazenar e utilizar a energia elástica depende da velocidade do pré-estiramento, do comprimento final do músculo, e do desenvolvimento de força no final do pré-estiramento (ASKEW e MARSH, 1998; KYRÖLÄINEN e KOMI, 1995; BOSCO et al., 1981).

2.4.1.2 Minimização do Uso da Energia

O princípio da minimização do uso da energia, ou princípio da limitação da excitação dos músculos, refere-se à energia metabólica usada para executar uma tarefa específica (ZATSIORSKY, 2004; ALEXANDER, 1997). Quando uma habilidade está sendo aprendida, há um maior gasto energético em sua execução, pois diversos movimentos desnecessários são realizados, entretanto, quando o movimento passa ser desenvolvido, este se torna mais econômico (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; VEREIJKEN et al., 1992; ANDERSON e SIDAWAY, 1994). A otimização é realizada através de uma melhor distribuição das forças musculares minimizando o custo da ação (KUO, 1994; ALEXANDER, 1997). Esta minimização do uso da energia pode estar relacionada à diminuição da variabilidade do movimento (BUTTON et al., 2003; TANI, 2000a; SIDAWAY et al., 1995) e a uma melhor coordenação do

movimento utilizando-se da energia reativa (proveito das características visco-elásticas do corpo, transferências de força e velocidade entre os segmentos, etc.) de sua execução (KO et al., 2003; HUDSON, 1986).

2.4.1.3 Princípio da Complexidade Mínima da Tarefa

Este princípio refere-se ao controle dos graus de liberdade redundantes na cadeia cinemática (ou também chamada de cadeia cinética) (ZATSIORSKY, 2004). A coordenação da cadeia cinemática torna-se mais complexa a medida em que o número de graus de liberdade dos segmentos envolvidos aumenta (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; TANI, 2000b).

Vereijken e colaboradores (1992) demonstraram que em um experimento com adultos em uma tarefa de *swallow* utilizando um simulador de esqui, os sujeitos aprendizes nas tentativas iniciais congelaram os muitos segmentos articulares do corpo. Tais achados apontam que o iniciante no aprendizado de uma habilidade motora reduz o número de graus de liberdade da periferia para um mínimo de forma a simplificar o controle desta habilidade (KO et al., 2003; ANDERSON e SIDAWAY, 1994; SIDAWAY et al., 1995). Este princípio da complexidade da tarefa, entretanto, também se aplica a sujeitos habilidosos, onde determinadas habilidades motoras necessitam de um congelamento dos graus de liberdade para que as forças sejam aplicadas na direção exigida pelo movimento (ZATSIORSKY, 2004). Por exemplo, no arremesso de jump do basquetebol os atletas congelam os graus de liberdade na articulação do ombro (rotação, abdução e adução), para que o movimento do braço que impulsiona a bola mantenha alinhado o ombro, cotovelo e punho para o lançamento.

2.4.2 Princípios de Generalidade Parcial:

Os princípios de generalidade parcial são as leis gerais relacionadas à biomecânica que se aplicam a um grande grupo de atividades. Dentro dos princípios de generalidade parcial encontra-se a ação seqüencial do músculo, minimização da inércia, princípio da geração de impulso, maximização do curso da aceleração, estabilidade e inspeção do movimento linear (ZATSIORSKY, 2004; ELLIOTT, 1999).

2.4.2.1 Ação Seqüencial do Músculo

A ação seqüencial do músculo é representada através da somatória das forças internas, da organização em série e da transferência do momento angular ao longo da cadeia cinética (VAN BOLHUIS et al., 1998). Este padrão seqüencial envolve o recrutamento dos segmentos do corpo num tempo ótimo de ativação muscular (RODACKI e FOWLER, 2001; HUDSON, 1986).

A força resultante da articulação no final de um segmento é o vetor da soma das forças de todos os músculos, ligamentos e ossos que atuam através da articulação (PUTNAM, 1991). As magnitudes e direções das forças resultantes são relacionadas às forças externas (ex.: gravidade) aplicadas na aceleração linear do centro de massa do segmento (PUTNAM, 1991). Estas geram os momentos angulares ao redor das articulações, sendo estes não apenas dependentes dos efeitos da aceleração numa determinada articulação, mas também da aceleração nas outras articulações na cadeia cinética (VAN BOLHUIS et al., 1998; JACOBS et al., 1996). Desta forma, a ação de um segmento influencia outro segmento que pertença ao mesmo sistema da cadeia cinética (YOUNG e MARTENIAUK, 1995; ANDERSON e SIDAWAY,

1994; PUTNAN, 1993, 1991). Duas seqüências de ação dos segmentos são encontradas na coordenação dos movimentos dentro de uma cadeia cinética, a seqüência próximo-distal e a ação simultânea, sendo estas reportadas como seqüências de ação ótimas na performance de algumas habilidades motoras.

A ação seqüencial próximo-distal tem uma organização de ativação dos músculos que permite aos segmentos proximais mover antes dos distais. O segmento distal adjacente, entretanto, só deve iniciar sua ação quando o segmento proximal alcançar sua velocidade angular máxima. Um aumento na velocidade angular de um segmento proximal tipicamente precede um aumento na velocidade angular de um segmento distal. Tal seqüência de movimento permite uma velocidade angular muito maior do segmento distal, desta forma, quanto mais distal for o segmento, mais rápido ele se deslocará no espaço (DÖRGE et al., 2002; ANDERSON e SIDAWAY, 1994; PUTNAM, 1993 e 1991).

A seqüência próximo-distal proporciona que os movimentos sejam iniciados por grandes grupos de músculos que, em geral, são peniformes e produzem força para superar a inércia de todo o corpo, passando para os músculos mais rápidos que continuam o movimento. Tais músculos possuem uma amplitude de movimento e velocidade maiores, além de melhorarem a precisão do movimento, devido ao menor número de fibras musculares que cada um dos neurônios motores inerva (padrão de inervação) (ZATSIORSKY, 2004). Esta seqüência de movimento também permite um estiramento dos músculos para o desenvolvimento de tensão ao se contraírem, e uma transferência da energia reativa através da cadeia cinética para o segmento mais distal (ANDERSON e SIDAWAY, 1994; PUTNAN, 1993 e 1991). A ação

seqüencial próximo-distal é normalmente associada a movimentos rápidos (chute, arremesso ou saque no tênis) (DÖRGE et al., 2002), em geral em sistemas segmentares de cadeia cinética aberta (PUTNAN, 1993), mas também pode caracterizar habilidades nas quais uma extremidade é movimentada mais lentamente (caminhada e corrida) (PUTNAM, 1991) ou mesmo em movimentos em sistemas segmentares de cadeia cinética fechada (salto vertical) (RODACKI, 2001; JACOBS et al., 1996; JENSEN e PHILIPS, 1991). As proposições da seqüência próximo-distal têm como base o princípio da somatória das forças e/ou velocidades (ANDERSON e SIDAWAY, 1994; PUTNAN, 1993, 1991). A seqüência próximo distal permite a transmissão do desenvolvimento de velocidade e/ou força ao longo da cadeia cinética do sistema. Ou seja, a velocidade e/ou força gerada nos segmentos mais distais são transferidas para os segmentos mais distais, onde, quanto mais distal for um segmento, maior será a velocidade e/ou força aplicada a este devido à somatória de energia desenvolvida ao longo da cadeia cinética do sistema (ANDERSON e SIDAWAY, 1994; PUTNAN, 1991 e 1993).

A seqüência de ação simultânea, ou também conhecida como princípio ótimo do momento parcial (VAN GHELUWE e HEBBELINCK, 1985; JORIS et al., 1985), aponta que para alcançar uma velocidade máxima em uma extremidade distal em um sistema de cadeia cinética aberta, a velocidade angular de todos os segmentos deveria alcançar seu valor máximo ao mesmo tempo. Dado que a velocidade da extremidade distal de um corpo rodando, pivoteia em sua extremidade proximal, é igual ao comprimento do corpo multiplicado pela velocidade angular do corpo, é lógicos que todas as articulações deveriam ser totalmente estendidas e todos os segmentos

deveriam ser rodados com a mesma velocidade angular no instante de máxima velocidade da extremidade final de uma extremidade desejada. Enquanto este comportamento tem sido observado em alguns movimentos de rebater, como o voleio e o *forehand* do tênis, a maioria das ações de arremessar ou rebater tipicamente não combinam com este princípio. Ao invés disto, estes demonstram mais afinidade com o princípio da soma das velocidades, demonstrando uma seqüência proximal-distal (PUTNAM, 1993).

2.4.2.2 Minimização da Inércia

Este princípio explica que a geração e transferência do momento angular são afetadas por alterações no momento de inércia. Desta forma, deve-se utilizar estratégias de movimento capazes de minimizar o momento de inércia das articulações responsáveis pelo movimento. Este princípio tem sido considerado mais importante em lançamentos que exigem uma velocidade de liberação alta. Os movimentos em qualquer articulação devem ter início com as articulações mais distais em uma posição que minimize o movimento de inércia, para maximizar a aceleração de rotação. Por exemplo, no lançamento de dardo, a fase de liberação se inicia com o cotovelo flexionado para reduzir o momento de inércia do braço e do dardo próximo do ombro (ZATSIORSKY, 2004).

2.4.2.3 Princípio da Geração de Impulso

Este princípio explica as variáveis responsáveis pela geração do impulso no movimento. O princípio da geração de impulso é explicado pela seguinte equação:

$$\text{Impulso} = \text{Alteração do Momento} = \text{Força Média} \times \text{Tempo de Ação Muscular}$$

A equação de impulso-movimento demonstra a necessidade de um grande impulso para produzir alteração no momento, o que faz necessário uma grande aplicação de força média ou um longo tempo de ação. Na geração de impulso, analisando as modalidades desportivas que realizam lançamentos (provas do atletismo, arremesso no handebol e basquetebol, entre outros), o aumento da força média deve predominar, em razão da duração explosiva curta dos movimentos (ZATSIORSKY, 2004; ELLIOTT, 1999).

2.4.2.4 Maximizando o Curso da Aceleração

O princípio da maximização do curso da velocidade origina-se da relação trabalho-energia. Esta demonstra que a energia aplicada em movimento é diretamente relacionada à força média e à distância de aplicação da força. Desta forma, para aumentar a energia aplicada num determinado movimento, deve-se aumentar a força média ou a distância sobre qual a força é aplicada.

2.4.2.5 Estabilidade

A estabilidade é um dos princípios relacionados à performance habilidosa em movimentos onde a precisão é um dos objetivos da tarefa (SPINA et al., 1993). Entretanto, movimentos onde o objetivo principal é a geração de potência do movimento (exemplo: lançamento de dardo), ocorrem alterações repentinas no vetor de movimento (ZATSIORSKY, 2004). Em geral, uma base larga tem sido atribuída para o aumento na estabilidade dos

movimentos. O componente horizontal da força de reação do solo, particularmente aquela sobre o pé da frente do arremessador, é importante para estabelecer uma base de apoio firme e para eliminar deslizamentos em lançamentos vigorosos. Calçados com travas ou cravos são normalmente utilizados para aumentar essa força de tração (ZATSIORSKY, 2004).

Em estudo comparando a estabilidade e mobilidade do arremesso de jump, Spina e colaboradores (1993) compararam a performance de um arremessador experiente e outro intermediário, que utilizaram respectivamente o posicionamento dos pés em paralelo e com um dos pés a frente. Foi verificada uma excelente estabilidade médio-lateral, entretanto a mobilidade médio-lateral apresentada pelo experiente foi maior. Ambos os arremessadores demonstraram pouca mobilidade antero-posterior durante a fase de propulsão do salto, entretanto, é especulado que o jogador intermediário pode ter alcançado esta performance ao custo da altura do salto (SPINA et al., 1993).

2.4.2.6 Inspeção do movimento Linear

O princípio da inspeção do movimento linear, ou também denominado como princípio do momento articular, é utilizado para explicar movimentos de lançamento que envolvam uma corrida de aproximação (lançamento de dardo no atletismo). Este princípio explica o efeito das forças de reação do solo sobre a performance do lançamento, onde é especulado que as forças de contato com o solo no passo de liberação fazem todo o corpo acelerar. Todavia, este princípio diz que essas forças fazem a parte superior do corpo, e o objeto a ser arremessado, rodar em torno do pé de apoio e acelerar. Para que este princípio seja válido, as forças nos pés deveriam agir atrás do centro de massa do

corpo, não na frente ou atrás dele (ZATSIORSKY, 1992). Os poucos estudos sobre plataforma de força desses lançamentos sugerem que esse não é o caso para aquelas partes do passo de liberação para as quais as forças de contato do solo são as maiores. Novamente há falta de pesquisas para fundamentar esse princípio (ZATSIORSKY, 2004).

2.5 TEORIAS DO CONTROLE MOTOR

O controle motor compreende os mecanismos básicos de produção de movimento (YOUNG e MARTENIAUK, 1995), ou seja, suas naturezas e causas (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003). As teorias do controle motor propõem leis e princípios para orientar o comportamento motor humano (MAGILL, 2000), com o objetivo principal de entender como o sistema neural e muscular resolve os problemas de controle do movimento (STELMACH e DIGGLES, 1982). E geral, quatro abordagens procuram explicar o paradigma do controle motor, a centralista, periférica, ecológica e conexionista.

A abordagem centralista foi baseada nos modelos computacionais e de engenharia e compreende as teorias de circuito fechado, circuito aberto, programas motores e programas motores generalizados. Para contrapor a idéia da abordagem centralista, aparece a abordagem periférica com novos conceitos baseados na auto-organização e não-linearidade do sistema, explicados pela teoria dos sistemas dinâmicos e a hipótese do ponto de equilíbrio. Com base em alguns destes novos conceitos dos sistemas dinâmicos surge a abordagem ecológica (teoria ecológica e das tarefas orientadas), que destaca o papel do meio ambiente no controle motor. A abordagem conexionista aparece com o intuito de explicar as causas do

movimento relacionadas à estrutura e propriedades funcionais internas do corpo. Esta abordagem teve como base a teoria clássica do reflexo, hierárquica e processamento de distribuição paralela.

Nesta seção são reportadas as abordagens centralista, periférica, ecológica e conexionista. As teorias que fundamentaram cada uma destas abordagens são discutidas apresentando suas fundamentações e limitações.

2.5.1 Abordagem Centralista

2.5.1.1 Teoria de Controle de Circuito Fechado

Ainda que alguns trabalhos procuraram verificar a função da informação de retro-alimentação no controle do movimento (ELLIOTT et al., 2001) e na relação velocidade-precisão (CROSSMAN e GOODEVE, 1983), a primeira teoria consolidada a verificar a função da retro-alimentação em ambos, aprendizagem e controle motor, foi a teoria do circuito fechado de Adams em 1971 (ABERNETHY e SPARROW, 1992). Esta teoria destaca a informação periférica, via retro-alimentação, no controle do movimento, por esta razão também conhecida como teoria periférica.

A teoria de circuito fechado propõe que, o movimento normal é controlado através da comparação contínua entre a informação aferente atual chegando durante o próprio movimento e um conjunto de armazenagem de conseqüências sensoriais chegando de movimentos bem sucedidos anteriormente (ADAMS, 1971, in ABERNETHY e SPARROW, 1992). Por conseguinte, o controle do movimento utiliza a retro-alimentação e a atividade dos processos de detecção e correção de erros para manter a meta desejada. A retro-alimentação é a informação aferente enviada pelos vários receptores

sensoriais para o centro de controle ser constantemente atualizado sobre a execução do movimento (MAGIL, 2000). Esta forma de controle é verificada em movimentos mais lentos e intencionais onde um centro executivo envia um comando aos efetores, suficiente apenas para iniciar o movimento (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). A execução real e a finalização do movimento dependem da informação da retro-alimentação que chega ao centro de controle para auxiliar no controle do movimento (MAGILL, 2000).

A teoria do circuito fechado foi baseada nos modelos engenharia e foi consistente com o conhecimento pré-existente na função da retro-alimentação na aprendizagem e performance motora, e na operação dos princípios de reflexos de estiramento simples (ABERNETHY e SPARROW, 1992). Desta forma, a teoria do circuito fechado utilizou os estudos que enfatizavam a importância da retro-alimentação (conhecimento de performance e resultado), no controle e aprendizagem do movimento, como sua base de sustentação empírica. Contudo, esta teoria não conseguiu explicar o controle dos movimentos balísticos (rápidos), no qual não há tempo para a utilização da informação de retro-alimentação, e a produção contínua de movimentos na ausência de informação sensorial aferente.

2.5.1.2 Teoria do Controle de Circuito Aberto

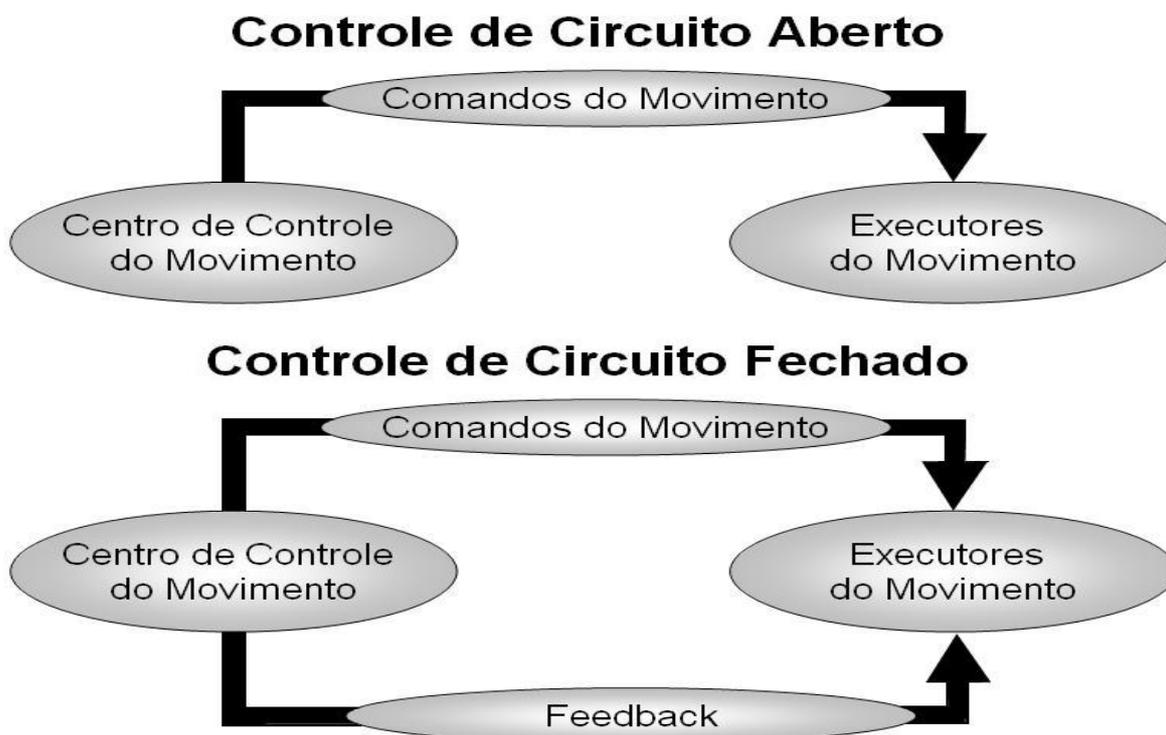
A teoria do controle de circuito aberto propôs que o controle de movimentos balísticos utilizava um conjunto de comandos eferentes pré-programados (centralmente) executados essencialmente na ausência de informação aferente (retro-alimentação) (ABERNETHY e SPARROW, 1992). Embora a retro-alimentação possa ser produzida e esteja disponível ela não é

utilizada no controle do movimento, pois a retro-alimentação não é necessária ou não há tempo suficiente para sua utilização no controle do movimento (MAGILL, 2000). Esta forma de controle é verificada em movimentos rápidos (balísticos) e discretos, e consiste basicamente de duas partes: um executivo (centro de controle) e um efetor (músculos e articulações) (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). O executivo processa um estímulo para decidir que ação será executada e enviam os comandos aos efetores que a executam (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; MAGILL, 2000). Uma vez que o programa tenha sido iniciado, o sistema executa fielmente as instruções sem modificação. Como há a ausência da retro-alimentação, virtualmente não existe a capacidade de erros serem detectados e corrigidos durante a realização do movimento (SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

Em função a ênfase dada ao controle central no movimento através de comandos pré-programados (na teoria de controle de circuito aberto), surge a primeira idéia de programa motor. O programa motor foi definido como um conjunto pré-estruturado centralmente armazenado de comandos normais eferentes específicos, os quais, quando executados, permitem um padrão de movimento desejado a ser produzido sem depender da informação sensorial existente (ABERNETHY e SPARROW, 1992). Neste conceito de programa motor, o controle do movimento é realizado da mesma forma que um computador processa informações.

A figura 01 ilustra uma representação esquemática do sistema de circuito aberto e fechado no controle do movimento.

Figura 01 – Teoria do Controle de Circuito Aberto e Fechado.



2.5.1.3 Teoria dos Programas Motores

A base das teorias orientadas para o controle central é constituída pelo programa motor, uma estrutura fundamentada na memória (MAGILL, 2000), baseada em experiências passadas (DIETZ, 1992), armazenada nos geradores de modelos centrais em forma de circuitos neurais específicos para gerar um movimento estereotipado (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003; ABERNETHY e SPARROW, 1992). O movimento é controlado por um armazenamento central de comandos motores, pré-estruturados no nível executivo, definindo os detalhes essenciais de uma ação habilidosa sem influência periférica (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; ABERNETHY e SPARROW, 1992; DIETZ, 1992). Desta forma, um programa motor especifica informações para a execução de um movimento determinado, ou seja, quais

músculos devem se contrair, bem como a ordem, sincronização, forças e tempos relativos das contrações musculares (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; MAGILL, 2000).

Inicialmente um programa motor controla apenas uma curta seqüência de ações. Todavia, com a prática este pode controlar séries de comportamento mais longas, e talvez até mesmo modular várias atividades reflexas. Nesta teoria, não se considera um reflexo como uma ação primitiva, mas sim como o programa motor mais simples que permite respostas mais rápidas, sem a necessidade do aprendizado, e que fornece suporte à meta do movimento global. Uma vez aprendido, os programas são armazenados e resgatados quando necessário para movimentos futuros (SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

As teorias que privilegiam o sistema nervoso central no processo de controle são unânimes em considerar alguma forma de programa motor (MAGILL, 2000). Um argumento primário é a habilidade de executar movimentos complexos na ausência de retro-alimentação (LACQUANITI et al., 1999; GHEZ et al., 1995). Alguns estudos animais utilizando a técnica de deafferição (procedimento cirúrgico que elimina a informação aferente no movimento) têm demonstrado que as redes neurais da medula espinhal podem produzir comandos padronizados na geração de movimentos como o andar, trotar, galopar e coçar (EARHART e STEIN, 2000; STEIN et al., 2000; HIEBERT e PEARSON, 1999; BRINK et al., 1985). Pesquisas com movimentos balísticos têm demonstrado outras duas evidências de suporte à teoria dos programas motores: o aumento do tempo de reação em função do aumento da complexidade da tarefa e a permanência do padrão de ativação muscular em condições de perturbações mecânicas no movimento.

O tempo de reação, ou seja, o intervalo de tempo entre o estímulo não-antecipado ao início da resposta (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; STELMACH, 1982; MARTENIUK, 1975), aumenta quando elementos adicionais são somados a um movimento, quando os movimentos exigem a coordenação de um maior número de membros e quando a duração dos movimentos torna-se mais longas (SCHMIDT e WRISBERG, 2001; MAGILL, 2000; STELMACH, 1982). A interpretação dessas descobertas é que quando a ação for mais complexa o tempo de reação será mais longo porque mais tempo será necessário para organizar o sistema para iniciar o movimento (STELMACH, 1982; MARTENIUK, 1975). Alguns estudos também demonstraram padrões eletromiográficos consistentes em movimentos balísticos (como o salto vertical), mesmo na presença da fadiga (RODACKI et al., 2001) ou em diferentes restrições no movimento (diferentes posições iniciais) (SOEST et al., 1994). Isto sugere que o controle do movimento segue um padrão pré-programado na execução de habilidades balísticas, o qual não depende das propriedades do contexto (geração de força muscular diminuída em função da fadiga, e as diferentes condições na posição inicial do movimento) (RODACKI et al., 2001; SOEST et al., 1994). Contudo, apesar das evidências experimentais empíricas, a teoria dos programas motores não conseguiu explicar o problema do armazenamento e da novidade.

O problema do armazenamento diz respeito à grande demanda de memória necessária para armazenar os programas motores independentes, que controlam o número quase que incontável de movimentos particulares (SPORNS e EDELMAN, 1993; ABERNETHY e SPARROW, 1992; STELMACH e DIGGLES, 1982). Esta teoria também não conseguiu explicar como

movimentos nunca antes praticados poderiam ser realizados (problema da novidade) (SPORNS e EDELMAN, 1993; ABERNETHY e SPARROW, 1992; STELMACH e DIGGLES, 1982). Em função a estas limitações encontradas na teoria dos programas motores, surge a teoria dos programas motores generalizados (e o esquema motor), como forma de tentar solucionar estas lacunas deixadas pela teoria do programa motor.

2.5.1.3 Teoria dos Programas Motores Generalizados

A teoria dos programas motores generalizados assume que um programa motor é responsável por uma classe de ações, determinando um padrão de movimento armazenado, pré-fabricado, inerente ou aprendido, que pode ser levemente modificado permitindo ajustes no movimento para atingir as demandas ambientais desejadas (MAGILL, 2000; LACQUANITI et al., 1999; STELMACH e DIGGLES, 1982). Desta forma, o controle do movimento coordenado ocorre através de esquemas motores, ou seja, uma regra ou um conjunto de regras que fornece as bases para uma tomada de decisão (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). O esquema é desenvolvido a partir da abstração de partes importantes da informação acumulada de experiências anteriores e combinada numa forma de regra (ABERNETHY e SPARROW, 1992). O início da ação é um sistema de controle de circuito aberto. Entretanto, uma vez iniciada a ação, a retro-alimentação pode influir no seu desenvolvimento, se houver tempo suficiente para processar a retro-alimentação (MAGILL, 2000; DIETZ, 1992).

Esta teoria procura resolver o problema dos graus de liberdade na coordenação dos movimentos, através de uma operação de controle executivo

que organiza os esquemas e programas motores (MAGILL, 2000; ABERNETHY e SPARROW, 1992). O programa motor generalizado é responsável pela seleção das classes de ações que definem o padrão de movimento (MAGILL, 2000). As classes de ações são macro estruturas definidas por variáveis que permanecem invariáveis através de mudanças na restrição (aspectos invariáveis ou parâmetros de ordem) (TANI, 2000; CLARK et al., 1989). Em geral, estas variáveis são representadas pelos valores relativos de força e tempo, ordem ou seqüência dos componentes e por padrões básicos de atividade muscular (TANI, 2000; VEREIJCKEN et al., 1992; STELMACH e DIGGLES, 1982). O esquema de resposta motora é responsável pelos parâmetros ou características de superfície fornecida ao programa motor (MAGILL, 2000) onde ocorre a parametrização do movimento (restabelecimento do plano de ação) (STELMACH e DIGGLES, 1982). A parametrização do movimento diz respeito à micro estrutura, ou seja, as variáveis facilmente modificáveis num movimento (MANOEL, 2000; TANI, 2000b) que proporcionam os valores das variáveis físicas que determinam as características do comportamento observado (STELMACH e DIGGLES, 1982) para atender as demandas ambientais (MAGILL, 2000). Parâmetros de movimento normalmente reportados nos estudos são os valores absolutos de força, tempo, velocidade, amplitude e a seleção dos músculos (MANOEL, 2000; ANDERSON e SIDAWAY, 1994; STELMACH e DIGGLES, 1982).

Evidências a favor da teoria dos programas motores generalizados são encontradas em experimentos que demonstraram os aspectos invariáveis do movimento em tarefas realizadas com alguma perturbação adicionada (ABERNETHY e SPARROW, 1992). Por exemplo, mesmo com o aumento da

velocidade na locomoção, o tempo relativo das fases do movimento permaneceram invariáveis (LACQUANITI, 1999). O aumento da distância do arremesso no basquetebol (RODACKI et al., 2005), ou o aumento do peso e tamanho da bola de basquetebol (OKAZAKI e RODACKI, 2005), não provocaram modificações na coordenação do movimento. Desta forma, os padrões de movimentos já aprendidos podem ser modificados, apenas através de ajustes nos parâmetros de controle, para atingir as demandas ambientais (TANI, 2000b; OKAZAKI e RODACKI, 2005; TEIXEIRA, 1997). Esta variabilidade de movimento também explica a origem de novos padrões de movimento não antes realizados (SCHMIDT e WRISBERG, 2000; MAGILL, 2000; TEMPRADO et al., 1997).

Como são armazenadas apenas classes de ações, e não toda a especificação de um movimento, a demanda de memória é reduzida consideravelmente (SCHMIDT e WRISBERG, 2000). Por conseguinte, são resolvidos os problemas da novidade e armazenagem encontradas na teoria do programa motor. Todavia, esta teoria ainda não explica como são formados os programas motores no processo de aprendizagem (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003; SPORNS e EDELMAN, 1993), além de não considerar a interferência de outras variáveis na produção do movimento (sistema músculo-esquelético e outros fatores ambientais) (COSTA e VIEIRA, 2000; THELEN e SMITH, 1994; TULLER et al., 1982). Esta teoria também não explica a transição de fase entre os estados estáveis de um padrão comportamental e as variações que podem ocorrer no tempo relativo de algumas habilidades quando aplicado algum tipo de perturbação (MAGILL, 2000).

2.5.2 Abordagem Periferista

2.5.2.1 Teoria dos Sistemas Dinâmicos

A teoria dos sistemas dinâmicos, ou perspectiva de Bernstein (1967), tem oferecido uma estrutura conceitual que é livre da determinação maturacional e da primícia do sistema nervoso central como o executor de todo o movimento (CLARK et al., 1989). Nesta perspectiva, para se entender o controle do movimento, deve-se conhecer as características do sistema que está se movendo e as forças que atuam neste sistema (COSTA e VIEIRA, 2000; WALTER, 1998; BEEK et al., 1995). A teoria dos sistemas dinâmicos é fundamentada em dois problemas do controle do movimento levantados por Bernstein em 1967: o problema dos graus de liberdade e a variabilidade do contexto (SPORNS e EDELMAN, 1993; TULLER et al., 1982; TURVEY et al., 1982).

O problema dos graus de liberdade diz respeito ao grande número de variáveis independentes que devem ser controladas no movimento (TURVEY et al., 1982; KELSO e SCHÖNER, 1988). Por exemplo, o número de graus de liberdade nas diferentes articulações que participam do movimento, o número de músculos que agem sobre elas, e até mesmo o número de unidades motoras que devem ser ativadas para produzir um determinado movimento (TURVEY, 1990; TANI, 2000). Quanto mais microscópico o nível de análise, maior o número de graus de liberdade, as possibilidades de movimento, o número de variáveis que deve ser restringido e, mais complexo se torna o sistema de controle (TANI, 2000; KELSO, 1995; TURVEY et al., 1982). A teoria dos sistemas explica que a coordenação dos movimentos procura dominar a redundância dos graus de liberdade do organismo em movimento, ou seja,

convertê-lo num sistema controlável (NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; TURVEY, 1990; STELMACH e DIGGLES, 1982). Isto é possível, pois uma simplificação ocorre através da distribuição da ativação de níveis superiores do sistema nervoso para níveis inferiores, constituindo as sinergias funcionais (ou estruturas coordenativas) (COSTA e VIEIRA, 2000; KELSO e SCHÖNER, 1988; TULLER et al., 1982). Desta forma, as sinergias funcionais possibilitam que uma redução na demanda de controle ocorra nos níveis mais superiores de comando (TURVEY et al., 1982), onde uma estrutura heterárquica de controle passa a ser adotada (ALBERNETHY e SPARROW, 1992).

O problema da variabilidade do contexto está relacionado ao fato de que o contexto (relação ambiente tarefa) pode influenciar no controle do movimento (COSTA e VIEIRA, 2000; SPORNS e EDELMAN, 1993). Três fontes de variabilidades do contexto são destacadas: variabilidade por fatores anatômicos, variabilidade mecânica e variabilidade fisiológica (TURVEY et al., 1982). A variabilidade por fatores anatômicos demonstra que, dependendo da posição em que um determinado segmento do corpo se encontra, em função dos efeitos da gravidade particulares em posições diferenciadas, este pode ser movido por diferentes ações musculares alcançando um mesmo objetivo (COSTA e VIEIRA, 2000; SPORNS e EDELMAN, 1993; TURVEY et al., 1982). A variabilidade mecânica aponta que a relação entre o estado inicial da musculatura e o movimento é variada, pois depende do contexto (TURVEY et al., 1982). Por exemplo, a perturbação de um segmento numa cadeia cinética, composta por várias ligações, afeta os outros segmentos da cadeia cinética (PUTNAN, 1991; TULLER et al., 1982). Os fatores fisiológicos, como estão em constante mudança (excitação, temperatura, acidez, etc.) não permitem que

uma relação entre o estado muscular e o movimento seja estabelecida. Por conseguinte, as variações fisiológicas, mesmo em níveis microscópicos, também podem influenciar na resposta do movimento (TURVEY et al., 1982).

A teoria dos sistemas dinâmicos aponta que o sistema nervoso central tira vantagem das propriedades visco-elásticas dos músculos e das articulações, através da eficiência dos seus mecanismos inerentes e das características dinâmicas (COSTA e VIEIRA, 2000; STELMACH e DIGGLES, 1982). O comportamento motor emerge de propriedades de um sistema dinâmico complexo auto-organizacional, onde as variações comportamentais seguem uma dinâmica não-linear (WALTER, 1998; THELEN e SMITH, 1994; CLARK et al., 1989). A auto-organização diz respeito a movimentos gerados por ações complexas, compostas por inúmeros elementos que se interagem, podendo se adaptar flexivelmente a condições internas e externas variáveis, adotando um padrão de coordenação através da utilização das sinergias, e sem qualquer prescrição explícita deste padrão (WALTER, 1998; TEMPRADO et al., 1997; BEEK et al., 1995). Ou seja, as condições internas e externas do sistema caracterizam uma situação que originam um padrão de movimento específico e estável (TEIXEIRA, 1997; THELEN e SMITH, 1994; CLARK et al., 1989). Os padrões de movimento emergem de regiões estáveis de operação preferenciais, denominadas de atraidores (estados estacionários comportamentais estáveis e preferenciais) (BEEK et al., 1995; KELSO e SCHÖNER, 1988), governados por estados ideais de energia suficiente (MAGILL, 2000; ALEXANDER, 1997; THELEN e SMITH, 1994).

Alguns argumentos a favor da existência de estados atraidores são verificados em estudos de locomoção e tarefas de movimentos rítmicos com os

dedos (THELEN e SMITH, 1994; SPORNS e EDELMAN, 1993; KELSO e SCHÖNER, 1988). Quando uma pessoa se locomove em uma esteira, e gradualmente é aumentada a velocidade, em uma determinada velocidade a pessoa deixará de utilizar o padrão de caminhada e passará a utilizar um padrão de trote (CONNLLY, 2000). Se a velocidade da esteira ainda continuar a aumentar, outro estado atraidor emergirá onde a pessoa utilizará um padrão de corrida (MAGILL, 2000; WALTERS, 1998; TULLER et al., 1982). Em estudo realizado com uma tarefa de ritmo utilizando o movimento dos dedos indicadores, foi verificado que a perturbação gerada através da velocidade determina dois estados atraidores nesta tarefa, um padrão fora de fase (movimento alternado dos dedos) e um padrão em fase (movimento simultâneo dos dedos) (KELSO e SCHÖNER, 1988; BEEK et al., 1995). Desta forma, quando um sistema é ligeiramente perturbado, este retornará espontaneamente para um estado preferencial (atraidor) (KO et al., 2003; LEE, 1998; SIDAWAY et al., 1995). Também é verificada uma dinâmica não-linear, pois o aumento na velocidade do movimento resultou numa variação não-linear no tipo fundamental de movimento (MAGILL, 2000; WALTER, 1998; LEE, 1998).

Existem evidências de que o controle do movimento não é realizado individualmente por cada músculo (COSTA e VIEIRA, 2000; TULLER et al., 1982; TURVEY et al., 1982), mas ao invés disso, através de sinergias de forma cooperativa como uma unidade (JARIC e LATASH, 1998; SIDAWAY et al., 1995; JENSEN et al., 1989). As sinergias funcionais são definidas como um conjunto de regras que reúnem os sinais de controle hipotéticos para as articulações individuais em uma equação (ou conjunto de equações) (JARIC e

LATASH, 1998) definindo padrões espontâneos e cooperativos formados num ambiente neural (KELSO e SCHÖNER, 1988). As sinergias atuam como uma unidade através de grupos musculares para dar a estabilização de um movimento e/ou postura como unidades de ação (COSTA e VIEIRA, 2000; PEREZ, 1997; VEREIJKEN et al., 1992) e são desenvolvidas através da experiência, treinamento, ou podem emergir naturalmente (KELSO, 1995; SPORNS e EDELMAN, 1993; TURVEY, 1990). Os comandos motores não específicos, ou a equivalência motora, podem ser utilizados para justificar a existência das sinergias (COSTA e VIEIRA, 2000; TULLER et al., 1982). A equivalência motora refere-se a situações onde uma mesma ou similar resposta de movimento pode ser desempenhada através do uso de diferentes combinações musculares (YOUNG e MARTENIAUK, 1995; KUO, 1994; STELMACH e DIGGLES, 1982). Outra evidência a favor da existência de sinergias é o fato de que as perturbações aplicadas em um segmento provocam alterações em toda a cadeia cinemática do qual este segmento pertence (TULLER et al., 1982). Pois, de acordo com as características restritivas dos membros e do ambiente, as sinergias se auto-organizam para realizar ações coordenadas e adequadas às necessidades da situação (MAGILL, 2000).

Estudos com deafferentação em animais (técnica cirúrgica que corta a via aferente, evitando que os impulsos nervosos da periferia cheguem à medula espinhal) têm demonstrado que o controle do movimento não depende do sistema nervoso central para iniciar e controlar diversos padrões de movimentos como: andar, trotar, coçar, nadar, etc (EARHART e STEIN, 2000; STEIN et al., 2000; HIEBERT e PEARSON, 1999; BRINK et al., 1985). Por

consequente, níveis inferiores (sinergias) podem ser ativados para gerar e controlar alguns movimentos (KELSO e SCHÖNER, 1988). Isto reduz a demanda de atenção, pois o sistema nervoso central não necessita controlar todos os elementos do sistema (ex.: articulações, músculos, unidades motoras, etc.) (COSTA e VIEIRA, 2000).

O sistema nervoso central é capaz de tirar vantagem das propriedades visco-elásticas dos músculos e das articulações para simplificar o comando do sinal. Os músculos são posicionados para atuar em uma articulação através da eficiência dos seus mecanismos inerentes e das características dinâmicas (NEWELL e VALLANCOURT, 2001; COSTA e VIEIRA, 2000; STELMACH e DIGGLES, 1982). Por exemplo, a estabilidade durante a caminhada contra distúrbios imprevistos, é garantida pelas próprias características mecânicas dos músculos (COSTA e VIEIRA, 2000).

A teoria dos sistemas dinâmicos utiliza equações não-lineares do movimento para definir a estabilidade e a perda de estabilidade do desempenho, além das variações que decorrem da aprendizagem e do desenvolvimento (WALTER, 1998; LEE, 1998; SPORNS e EDELMAN, 1993). Para tal, são identificadas variáveis que caracterizam um padrão de movimento (variáveis coletivas ou parâmetros de ordem) e variáveis que variam livremente de acordo com as características da situação (parâmetros de controle) (MANOEL, 2000; WALTER, 1998; CLARK et al., 1989). Esta dinâmica não-linear do comportamento, ou seja, a transição de um padrão de movimento para outro quando perturbações são aplicadas demonstrando os estados atraidores também têm sido um argumento a favor desta teoria (WALTER, 1998; LEE, 1998; SIDAWAY et al., 1995; FOWLER e TURVEY, 1978).

Entretanto, a teoria dos sistemas dinâmicos não explica as propriedades não-lineares do sistema, pois esta não verifica a contribuição do sistema nervoso no movimento, alegando que o comportamento do movimento pode ser explicado em termos físicos (STELMACH e DIGGLES, 1982). Assim, a ênfase na mecânica do movimento compromete a análise do ambiente como influenciador no controle (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003). Outra limitação é a necessidade de antecipar comandos em muitas situações na forma de respostas pré-programadas (COSTA e VIEIRA, 2000).

2.5.2.2 Hipótese do Ponto de Equilíbrio

A hipótese do ponto de equilíbrio sugere que o movimento pode ser em parte controlado pela especificação de alguma localização final e pela relação comprimento-tensão de um conjunto muscular agonista-antagonista (ENOKA, 1983). Os movimentos voluntários de um membro são controlados pelo sistema nervoso central, não através da execução do cálculo da dinâmica inversa e da geração apropriada de padrões de torques articulares, mas através da manipulação de estados de equilíbrio do sistema “membro mais carga”. Um importante aspecto desta hipótese é que os músculos são vistos não como geradores de padrões de força, mas ao invés como geradores de campos elásticos de força, nos quais suas propriedades são manipuladas a tempo pelo sistema nervoso central (CESARI et al., 2001).

O sistema nervoso central tira vantagem das propriedades viscoelásticas dos músculos e articulações para simplificar o comando do sinal (BEEK et al., 1995; TULLER et al., 1982). Por conseguinte, os músculos são posicionados para atuar em uma articulação através da eficiência dos seus mecanismos

inerentes e das características dinâmicas (COSTA e VIEIRA, 2000; STELMACH e DIGGLES, 1982). As trajetórias dos membros são controladas através do estabelecimento de um ponto de equilíbrio, ou valor neutro de comprimento (descanso), entre as propriedades elásticas dos músculos agonistas e antagonistas, onde, se o valor atual não é igual ao escolhido, o movimento ocorre (STELMACH e DIGGLES, 1982; TULLER et al., 1978).

A seleção de um ponto de equilíbrio apropriado é alcançada através do sistema nervoso central pela especificação de um dado nível de atividade do moto-neurônio alfa de ambos os músculos. Desta forma, os sinais de controle do sistema nervoso central são em termos de descarga de taxas de atividade do moto-neurônio à configuração agonista-antagonista (STELMACH e DIGGLES, 1982). Alterações na rigidez (tônus) e nos parâmetros de amortecimento governariam então a mudanças na taxa da aceleração. A vantagem deste modelo de músculo é sua predição do terminal de acuracidade sem a informação aferente do movimento ou da localização inicial (SOEST et al., 1994), o qual poderia considerar a algum grau de equivalência motora (STELMACH e DIGGLES, 1982).

2.5.3 Abordagem Ecológica

2.5.3.1 Teoria da Percepção Direta

A teoria da percepção direta, ou teoria ecológica, explorou o comportamento motor através de estudos que interagiram o sistema motor com o ambiente (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003; FOWLER e TURVEY, 1978). Nesta perspectiva, procura-se demonstrar como são detectadas as

informações no ambiente que são relevantes as ações, e como são utilizadas as informações para formar o controle dos movimentos (BEEK et al., 1995).

A teoria da percepção direta demonstra que as ações são geradas para o ambiente e requerem informações perceptivas que são específicas ao desejo realizado em um ambiente determinado (MAGILL, 2000; PEREZ, 1997). Ou seja, a organização da ação é específica à tarefa e ao ambiente no qual a tarefa esta sendo realizada (BARELA, 2000; TEIXEIRA, 1997). Desta forma, a percepção assume um importante papel, pois é responsável por detectar a informação do ambiente que fornece suporte à ação necessária para alcançar o objetivo (BARDY et al., 2002; WALTERS, 1998; SALVESBERGH et al., 1991).

O sistema sensório-motor busca e se estabelece em estados de maior adaptabilidade dentro das restrições impostas por múltiplas fontes, o que sugere um sistema que por um lado possui uma capacidade de produção de movimento bastante ampla e por outro lado é moldado especificamente pelas restrições particulares que lhe são apresentadas (TEIXEIRA, 1997; FOWLER e TURVEY, 1978). Barela (2000) aponta a restrição do ambiente sobre o controle do movimento, citando estudos que analisaram o controle postural. Este autor verificou que as oscilações posturais de um sujeito colocado dentro de uma sala móvel (especialmente projetada para deslocar o cenário ambiental), seguiram os movimentos da sala. A oscilação corporal verificada na manutenção da postura em pé quase dobra quando a informação visual é eliminada, seja pelo ato de fechar os olhos ou de deixar o ambiente escuro (BARELA, 2000). Desta forma, o sistema neuromuscular aparenta atuar em consonância com a restrição imposta no movimento e reage de acordo às

demandas específicas da tarefa (RODACKI e FOWLER, 2001; BOOT SMA e VAN WIERINGEN, 1990).

Salvesbergh e colaboradores (1991) tentaram demonstrar que a informação ambiental poderia iniciar o comando do controle do movimento. Estes pesquisadores demonstraram que quando um objeto se aproxima, a taxa da imagem deste objeto projetado na retina aumenta, e foi capaz de iniciar o controle do movimento de pegar (*grasping*) de forma reflexa. Este controle iniciado através deste aumento da taxa de imagem projetado na retina, verificado através da dilatação da pupila, é conhecido como variável Tau. Por conseguinte, a restrição imposta pelo ambiente teria iniciado o controle do movimento de pegar um objeto (SALVESBERGH et al., 1991).

Na perspectiva ecológica, é importante determinar como um organismo detecta a informação do ambiente que é relevante para a ação, que forma estas informações possuem, e como esta informação é usada para modificar e controlar o movimento. Desta forma, o organismo tem que efetivamente explorar o ambiente para satisfazer seus objetivos (KO et al., 2003; BARELA, 2000; BEEK et al., 1995).

2.5.3.2 Teoria das Tarefas Orientadas

A teoria das tarefas orientadas auxilia os neurocientistas a encontrar comportamentos que possam ser observados que são relevantes para a tarefa que o cérebro é solicitado para resolver. Esta teoria estuda o controle motor para uma compreensão mais coerente do sistema motor. Os estudos das tarefas orientadas têm como base a reconhecimento de que o objetivo do controle motor é controlar o movimento para cumprir uma tarefa particular, não a

elaboração do movimento com o propósito de movê-lo sozinho (exceto em casos como a dança). A tarefa orientada assume que o controle do movimento é organizado para atingir um objetivo funcional como o andar ou falar (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003).

A intenção e o programa de ação são fontes determinantes na restrição do movimento. A intenção em atingir um objetivo no ambiente constitui-se num fator decisivo para a emergência do comportamento voluntário em contraposição às idéias que colocaram os reflexos como origem destes comportamentos. O estabelecimento de metas prepara os processos posteriores da preparação da resposta, condicionando as vias neurais para a produção do movimento (MANOEL, 2000).

Limitações na teoria das tarefas orientadas, assim como na teoria da percepção direta, são verificadas no reconhecimento das propriedades do sistema (estruturais e funcionais), pois possuem sua ênfase na intenção (tarefas orientadas) e ambiente (percepção direta).

2.5.4 Abordagem Conexionista

A aprendizagem motora tem experimentado recentemente um impacto notório da entrada da modelagem das redes neurais (HORAK, 1992). Esta abordagem conexionista tem proposto modelos para explicar o paradigma do controle motor através de uma concepção estruturalista e funcionalista do sistema nervoso humano. Esta abordagem foi baseada em modelos computacionais neurais (RUMELHART, 1989), e trouxe novos paradigmas de pesquisa para o comportamento motor, onde aparecem a teoria clássica do reflexo, teoria hierárquica e teoria da distribuição paralela de processamento.

2.5.4.1 Teoria Clássica do Reflexo

A teoria clássica do reflexo conceitua os reflexos como blocos construídos de um comportamento complexo que trabalham junto, ou em seqüência, para alcançar um propósito comum. Esta teoria coloca o movimento num nível sensorial assumindo que os estímulos são responsáveis pelo estímulo inicial dos movimentos. Posteriormente, a ativação e a execução de um reflexo ativará outro reflexo, de forma que, um movimento seria o resultado de uma série de eventos reflexos conectados que foram ativados. Desta forma, o movimento pode ser dividido através dos reflexos, que são essenciais para o comportamento (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003).

O reflexo é o modelo mais simples do controle motor, sendo este antigamente considerado a unidade fundamental da ação (STELMACH e DIGGLES, 1982). O arco reflexo consiste basicamente em três estruturas diferentes: um receptor, um condutor nervoso e um efetor. O condutor consiste em pelo menos duas células nervosas, uma conectada no efector e outra conectada no receptor, onde o estímulo é captado pelo receptor, seguindo pelo condutor até chegar ao efector, produzindo a resposta ao estímulo captado (CLARAC et al., 2000). Com todo o sistema nervoso intacto, a reação das várias partes do sistema, os simples reflexos, é combinada em uma melhor ação que constitui o comportamento de um indivíduo como um todo. Todavia, a teoria do reflexo possui algumas limitações para explicar o controle motor (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003).

A teoria do reflexo não pode ser considerada unidade básica dos movimentos voluntários e espontâneos, isto, devido ao fato do reflexo ser ativado por um agente externo. Esta teoria também se limita por não explicar e

predizer os movimentos que ocorrem sem a presença de um estímulo sensorial, a seqüência de movimentos rápidos onde não há tempo do feedback interpretar o movimento feito para auxiliar na execução do próximo, o fato de um estímulo simples poder resultar em várias respostas e a produção de movimentos novos (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003).

2.5.2 Teoria Hierárquica

A teoria hierárquica estabelece uma organização do sistema nervoso composta por altos, médios e baixos níveis de controle, equivalentes a áreas associativas, onde o controle motor é realizado de cima para baixo (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003). Antigamente, era considerado apenas o controle de cima para baixo, onde um nível superior delegava sobre um nível abaixo, não acontecendo o controle da forma inversa ou cruzada (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003). Entretanto, novos estudos têm demonstrado que o sistema nervoso reconhece o fato de que cada nível do sistema nervoso pode atuar sobre outros níveis (superiores ou inferiores a ele), dependendo da tarefa (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003; STELMACH e DIGGLES, 1982).

A forma de organização hierárquica de controle, ou com multi-níveis hierárquicos, é vantajosa por reduzir a complexidade requerida nos estágios mais altos através da delegação computacional para estágios mais baixos. Isto gera uma economia que permite um aumento no armazenamento e processamento das informações (STELMACH e DIGGLES, 1982). Desta forma, um alto nível executivo pode especificar os objetivos fundamentais da ação enquanto a especificação dos detalhes foi deixada para as estruturas

subordinadas. Posteriormente, mais especificações são deixadas para estruturas ainda mais baixas até que o movimento seja completamente especificado (STELMACH e DIGGLES, 1982). Isto permite modificações na performance de movimento específico ao longo de sua execução (STELMACH e DIGGLES, 1982).

Como a teoria hierárquica aponta o controle ocorrendo num nível cortical, o reflexo não é considerado como a unidade fundamental da ação (STELMACH e DIGGLES, 1982). Dentro da concepção desta teoria os reflexos são considerados comportamentos primitivos (STELMACH e DIGGLES, 1982) que eram predominantes em invertebrados e vertebrados inferiores, mas pouco verificado no em animais com grande massa cortical no cérebro. Correlações foram realizadas entre o desaparecimento de certos reflexos primitivos durante o desenvolvimento infantil pós-natal (no córtex desenvolvido da criança) e o reaparecimento de certos comportamentos primitivos depois de lesões neurais tais como o derrame e lesão cerebral.

Uma limitação na utilização das teorias hierárquicas, é que os relacionamentos são presumidos serem relativamente fixados, oferecendo pouca passagem para o impacto no comportamento motor depois de uma interrupção da relação normal em relação à enfermidade ou lesão.

2.5.3 Teoria do Processamento Paralelo de Distribuição

A aprendizagem motora tem experimentado recentemente um impacto notório da entrada da modelagem das redes neurais. A figura do computador seriado é trocada por redes neurais, baseadas em modelos de estruturas do cérebro (HORAK, 1992). Uma estrutura paralela com um grande número de

processadores simples ao invés de uma unidade complexa única é modelada (HUMELHART, 1989). Assim, o sistema nervoso processa a informação de forma seriada e paralela, ou seja, através de um caminho simples e através de múltiplos caminhos, de forma que a informação pode ser transmitida simultaneamente e em diferentes caminhos (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003). Entretanto, maior ênfase é encontrada para o processamento paralelo de distribuição do sistema nervoso central (KUO, 1994). Esta forma de transmissão permite que o fluxo da informação entre os níveis seja substancialmente reduzido (STELMACH e DIGGLES, 2003), onde um nível pode atuar sobre outros níveis superiores ou inferiores (STELMACH e DIGGLES, 1982).

A teoria da distribuição paralela de processamento, ou Darwinismo Neural, descreve como o sistema nervoso processa informações para a ação, através de um processo de seleção neural via comportamento exploratório (CONNOLLY, 2000). O conhecimento é armazenado de uma forma distribuída como um padrão dos “pesos” das conexões entre as unidades (HORAK, 1992; HUMELHART, 1989). Os pesos são determinados pela força das conexões que, um após o outro, contribui para determinar a ativação de uma unidade. Esta unidade individual de ativação é uma função da ativação das unidades conectadas a ela e é proporcional às forças da conexão entre as unidades envolvidas (HORAK, 1992). Desta forma, a força individual e o modelo de conexão são fatores que podem influenciar a performance motora. Os neurônios mais próximos correspondem a movimentos relacionados e tendem a ter sinapses excitatórias, enquanto neurônios distantes espacialmente tendem a ter sinapses inibitórias (KUO, 1994). Desta forma, o sistema procura

determinar uma conexão que seja mais eficiente para uma função particular, onde a repetição de determinadas tarefas permitem ao sistema se auto-corrigir (SHUMWAY-COOK e WOOLLACOT, 2003).

A possibilidade da explicação dos processos do controle e aprendizagem tem sido os principais fatores a favor da sustentação desta teoria. Onde, através da simulação de modelos construídos com base em circuitos neurais, têm-se demonstrado empiricamente a aprendizagem e controle de movimentos. Sporns e Edelman (1993) demonstraram, através de simulação computacional, como um braço com cinco articulações, aprende a coordenar um movimento para tocar um objeto. Estes autores criaram redes de circuitos neurais formando sinergias, e verificaram a redução na demanda dos processos de controle. Horak (1992) demonstrou o efeito da interferência contextual na aprendizagem através da criação de redes neurais, achados similares aos experimentos empíricos (MEIRA JUNIOR et al., 2004; STE-MARIE et al., 2004). Estas simulações têm vantagem sobre os experimentos empíricos no fato de também explicarem os mecanismos internos que possibilitam a aprendizagem e controle do movimento (HORAK, 1992). Contudo, limitações são encontradas nesta teoria pela dificuldade na realização de experimentos fora de ensaios computacionais, ou seja, em ambientes com redes neurais não redes de circuitos (JENKINS et al., 1990).

2.6 ARREMESSO DE JUMP

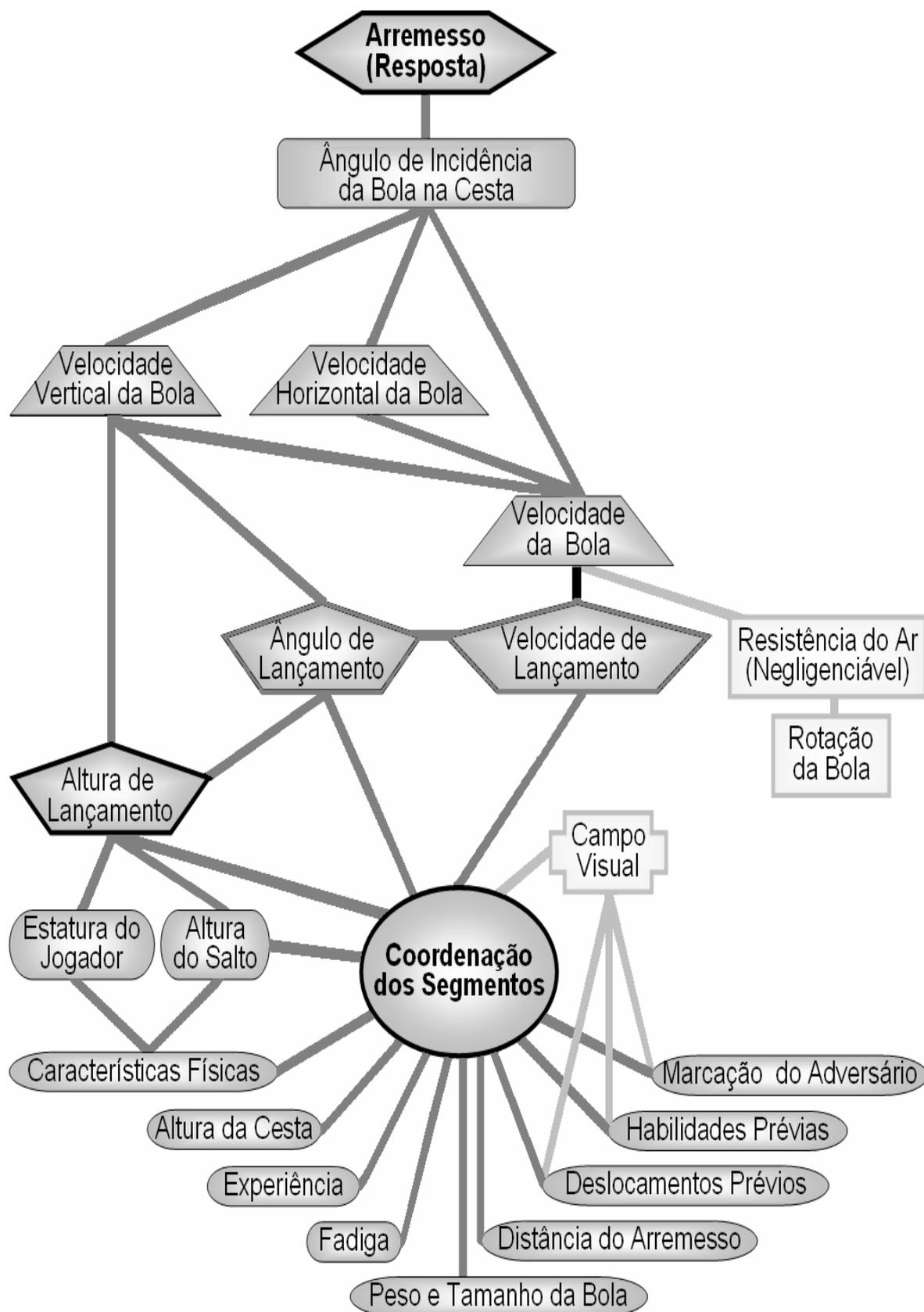
O arremesso é o fundamento mais importante na modalidade do basquetebol (BETRÁN, 1998; MARQUES, 1982; COLEMAN e RAY, 1976). Dentre as técnicas de arremesso existentes, destaca-se o arremesso de jump por proporcionar vantagens como: precisão, velocidade de execução, proteção contra a marcação e execução a diversas distâncias da cesta (OKAZAKI et al., 2006c; OKAZAKI, 2002). Por esta razão esta técnica de arremesso tem demonstrado ser a mais eficiente (KNUDSON, 1993; COLEMAN e RAY, 1976) e utilizada (NUNOME et al., 2002; ELLIOT, 1992; MARQUES, 1980), independente da função desempenhada pelos jogadores (OKAZAKI et al., 2004a; OKAZAKI, 2002).

Esta técnica de arremesso também é considerada a mais complexa quanto ao processo ensino-aprendizado (OKAZAKI et al., 2006a; OKAZAKI e RODACKI, 2005), pois sua performance pode ser influenciada diversos fatores, como: as características físicas dos atletas (ELLIOTT e WHITE, 1989; HUDSON, 1985b), o gênero dos atletas (ELLIOTT e WHITE, 1989; SATERN, 1993), os diferentes níveis de habilidades dos jogadores (KORSAKAS et al., 2005; BUTTON et al. 2003; HUDSON, 1982, 1985a), o peso e tamanho da bola (OKAZAKI e RODACKI, 2005; CHASE et al., 1994; SATERN, 1988), a altura da cesta (CHASE et al., 1994; SATERN, 1988), a presença da fadiga (WOOLSTENHULME et al., 2004; FORESTIER e NOUGIER, 1998), a distância do arremesso em relação à cesta (OKAZAKI, 2004a; MILLER e BARTLET, 1996 e 1993; ELLIOTT, 1992; WALTERS et al., 1990; HUDSON, 1988), a execução de habilidades e deslocamentos prévios ao arremesso (OKAZAKI et al., 2004a; Aragon, 2002), a posição do corpo no instante de lançamento

(RIPOL et al., 1986), a presença de marcação de adversário (ROJAS et al., 2000), e a interferência do campo visual (OUDEJANS et al., 2002; RIPOLL et al., 1986) (figura 02).

Este capítulo é dividido em três seções que analisam os aspectos biomecânicos do arremesso de jump, procurando identificar as variáveis relacionadas à performance do arremesso. Assim, a trajetória da bola, coordenação e as variáveis que podem influenciar a coordenação do arremesso de jump foram descritos.

Figura 02 – Variáveis Intervenção na Performance do Arremesso no Basquetebol.



2.6.1 ANÁLISE DA TRAJETÓRIA DA BOLA NO ARREMESSO DE JUMP

Diversos estudos procuraram encontrar as variáveis determinantes na projeção da bola durante do arremesso no basquetebol para uma performance bem sucedida (OKAZAKI et al., 2006a; SATTI, 2004; KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985 e 1982). O ângulo de entrada da bola na cesta tem sido o principal fator relacionado à performance bem sucedida no arremesso (OKAZAKI et al., 2006c; MILLER e BARTLETT, 1993). O ângulo de entrada da bola na cesta é determinado pelo deslocamento vertical e horizontal e pela velocidade da bola, que dependem de variáveis como o ângulo, a velocidade e a altura de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1996).

2.6.1.1 Deslocamento Horizontal e Vertical da Bola

O deslocamento vertical da bola é inversamente relacionado com a altura de lançamento e diretamente associado com o ângulo de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1993). Desta forma, quanto menor for a altura de lançamento e/ou maior for o ângulo de lançamento, maior será o deslocamento vertical da bola. O deslocamento horizontal da bola esta diretamente relacionado à distância em que o arremesso é realizado e à velocidade da bola, onde maiores distâncias de arremesso necessitam de maiores velocidades da bola.

2.6.1.2 Altura de Lançamento da Bola

O aumento da altura de lançamento proporciona menor ângulo de lançamento, ocasionando uma menor necessidade na geração da velocidade para o lançamento da bola (MALONE et al., 2000; HAMILTON e

REINSCHMIDT, 1997; MILLER e BARTLETT, 1993). A menor geração de velocidade em arremessos realizados com grande altura proporciona um movimento com menos variabilidade (TANI, 2000a, 2000b; TEIXEIRA, 1999) e, conseqüentemente, um aumento na consistência e precisão do arremesso (BUTTON et al., 2003; MILLER e BARTLET, 1996; TEIXEIRA, 1997). Três variáveis estão relacionadas com a altura do arremesso: a estatura do jogador, altura do salto e a configuração dos segmentos que efetuam o arremesso (MILLER e BARTLETT, 1996).

A estatura do jogador e a capacidade de salto estão diretamente relacionadas à altura de lançamento da bola. Quanto mais alto for o jogador e a performance do salto realizado, maior será a altura de lançamento da bola. Em geral, os professores e técnicos de basquetebol recomendam que a bola seja lançada no ponto mais alto do salto (WIDEMAN, 2004; KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992). Tal indicação permite uma maior estabilidade no arremesso (pois a velocidade vertical é próxima a zero) (KNUDSON, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989). Entretanto, alguns estudos têm demonstrado que o lançamento da bola pode acontecer ligeiramente antes ou depois do ponto mais alto no salto (ROJAS et al., 2000; ELLIOTT, 1992; WALTERS et al., 1990). Inferências a favor do lançamento antes do ápice do salto são feitas em função da transferência de parte da velocidade vertical do deslocamento do corpo para a bola, que poderia proporcionar uma maior geração de impulso para o lançamento no arremesso (WALTERS et al., 1990). Contudo, não é claro se a velocidade vertical do corpo é um fator significativo na velocidade da bola (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992). Por outro lado, lançamentos após o ponto

mais alto do salto requerem maior geração de força para arremessar a bola na cesta (KNUDSON, 1993).

A flexão da articulação do ombro antes do lançamento da bola tem sido reportada como um importante fator para aumentar a altura de lançamento da bola (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988; HUDSON, 1982). Quanto maior for a flexão do ombro, maior será a altura de lançamento da bola (MALONE et al., 2002; MILLER e BARTLETT, 1996). Outro fator relacionado ao aumento da altura de lançamento é a inclinação do tronco para trás (SATERN, 1988). Entretanto, a inclinação de tronco tem sido associada a instabilidade do arremesso (KNUDSON, 1993), por esta razão alguns autores aconselham que o tronco permaneça numa posição mais próxima da vertical (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982). Uma grande extensão de cotovelo também tem sido apontada como estratégia utilizada para aumentar a altura de lançamento (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982) e permitir maior geração de velocidade nesta articulação que pode ser transferida à bola (MALONE et al., 2002; ELLIOTT, 1992).

A coordenação dos segmentos também interfere na altura do salto, onde uma organização otimizada pode aumentar a altura do salto (COLEMAN et al., 1993; SAMSON e ROY, 1976), que por sua vez aumentaria a altura de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1993). Desta forma, a organização espacial dos segmentos corporais podem influenciar a execução e o resultado do movimento.

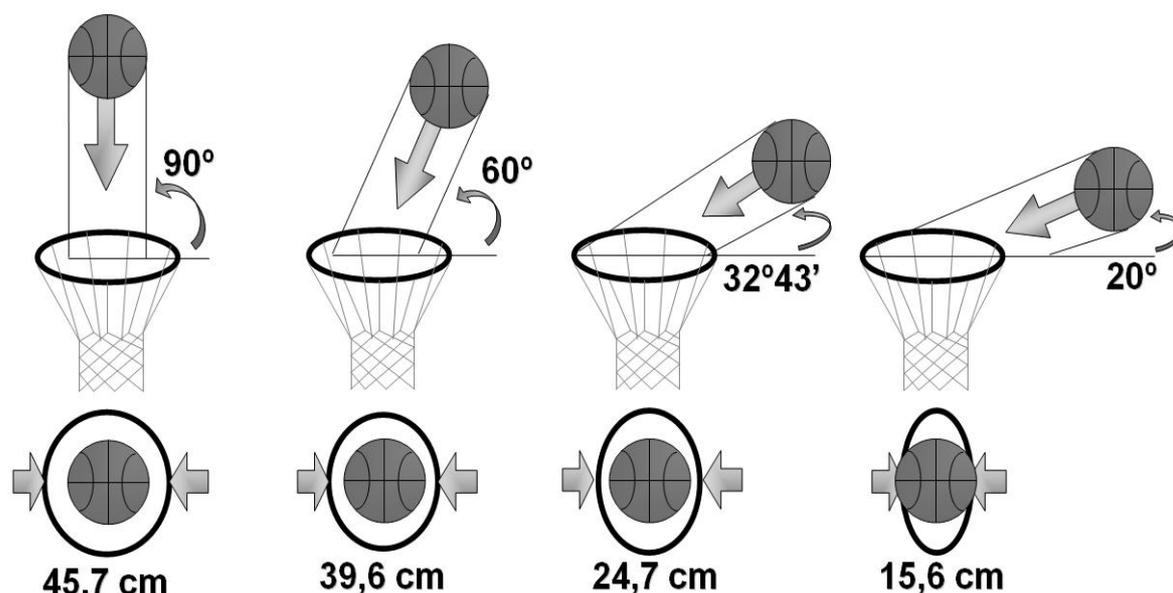
2.6.1.3 Ângulo de Lançamento da Bola

O ângulo de lançamento da bola tem sido amplamente discutido. Diferentes ângulos de arremesso têm sido propostos para o lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1993; KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982) (tabela 01). O ângulo de lançamento da bola está diretamente relacionado com o ângulo de entrada na cesta (MILLER e BARTLETT, 1996). Quanto maior for o ângulo de lançamento, maior será o ângulo de entrada da bola na cesta, e a área de passagem da bola através da cesta (MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993; HAY, 1981) (figura 03). Desta forma, a bola deve obter um ângulo de entrada na cesta o mais próximo a 90° (perpendicular ao cesto) para que uma maior área de passagem seja proporcionada. Tal estratégia necessita de um arremesso com um grande ângulo e velocidade de lançamento, obtidos através do aumento da força (MILLER e BARTLETT, 1993; HUDSON, 1985b) e velocidade (HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997; MILLER e BARTLET, 1993; HAY, 1981) dos segmentos responsáveis pelo lançamento da bola. Contudo, a geração de maior de força e velocidade esta diretamente relacionado ao aumento da variabilidade de movimento (TANI, 2000b; TEIXEIRA, 1999), que, por conseguinte, diminui a consistência e precisão do movimento (BUTTON et al., 2003; TEIXEIRA, 2000, 1997).

Tabela 01 – Ângulos de Lançamento da Bola Verificados nos Estudos.

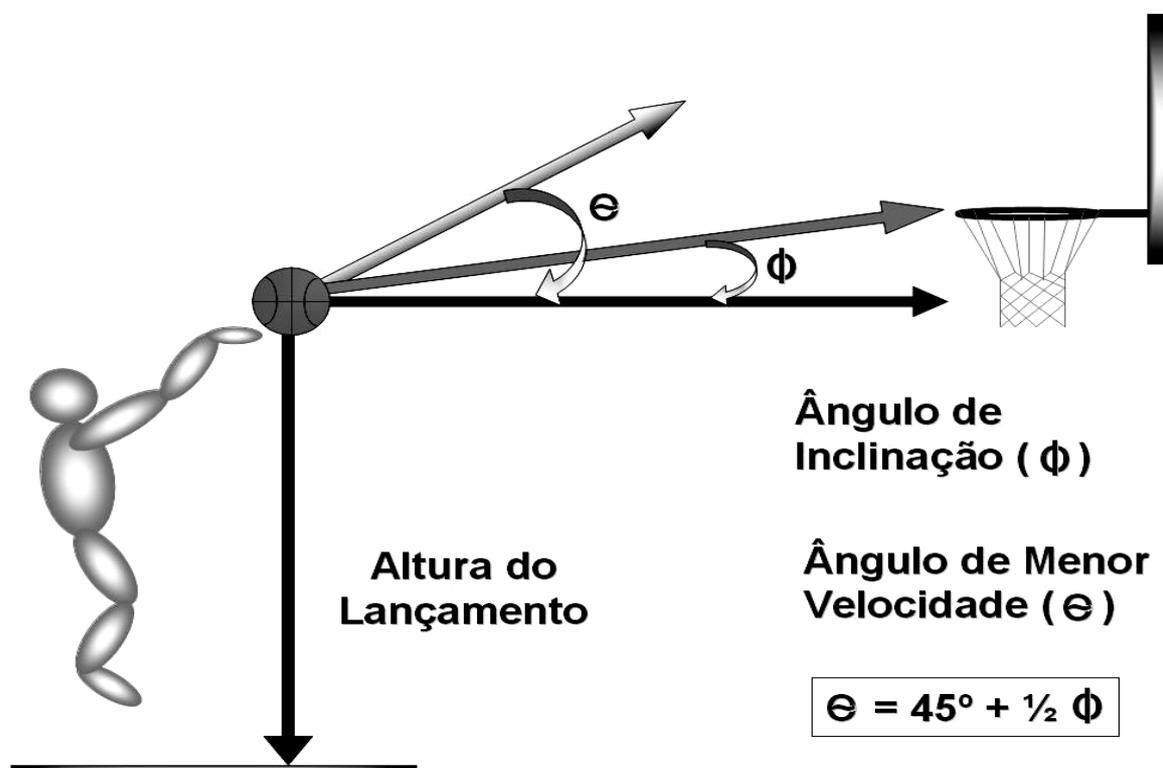
| Autor (ano) | Ângulo | Evidência |
|-------------------------------|---------------|--|
| Brancazio (1981) | 45°-55° | Teoria |
| Hudson (1982) | 52° | Lance livre (mulheres) |
| Hudson (1985) | 53° | Lance livre (mulheres) |
| Satern (1988) | 52°-55° | Lance livre (mulheres) |
| White e Elliott (1989) | 53° | Arr. de jump (mulheres) |
| Elliott e White (1989) | 53° | Arr. de jump (mulheres) |
| Walters et al. (1990) | 52° | Arr. de jump (mulheres) |
| Elliott (1992) | 44°-47° | Arr. de jump (homens) |
| Elliott (1992) | 48°-50° | Arr. de jump (mulheres) |
| Miller e Bartlett (1993) | 47°-52° | Arr. de jump (homens) |
| Satern (1993) | 50°-55° | Arr. de jump (homens) |
| Satern (1993) | 42°-54° | Arr. de jump (mulheres) |
| Knudson (1993) | 52° | Teoria |
| Southard e Miracle (1993) | 58° | Lance livre (mulheres) |
| Miller e Bartlett (1996) | 48°-55° | Arr. de jump (homens) |
| Hamilton e Reinschmidt (1997) | 55°-63° | Lance livre (Teoria) |
| Rojas et al. (2000) | 44°-47° | Arr. de jump (com e sem marcação) |
| Nunome et al. (2002) | 50°-60° | Lance livre (cadeirantes e não cadeirantes) |
| Malone et al. (2002) | 55°-59° | Lance livre (cadeirantes em diferentes níveis de lesão medular) |
| Satti (2004) | 53° | Arr. de duas mãos |
| Maior Valor Encontrado | 63° | Lance livre (Teoria) |
| Menor Valor Encontrado | 42° | Arr. de jump (mulheres) |
| Média dos Estudos | 50°-54° | Teoria e Experimental |

Figura 03 – Passagem da Bola na Cesta em Função do Ângulo de Entrada do Arremesso (Adaptado de MILLER e BARTLET, 1993).



Um ângulo de lançamento ótimo (teórico), com base na menor velocidade de lançamento, é proposto por Brancazio (1981). Para um determinado ângulo, a velocidade aumenta quadraticamente com o aumento da distância da cesta, necessitando da aplicação de um maior impulso durante a fase de lançamento do arremesso (MILLER e BARTLETT, 1993; BRANCAZIO, 1984). Entretanto, para qualquer distância de arremesso, existe um ângulo de lançamento que requer um mínimo de velocidade de lançamento (MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993). Este ângulo é calculado através da equação: $\text{ângulo de lançamento de menor velocidade} = 45^\circ + \frac{1}{2} \text{ângulo de inclinação à cesta}$. O ângulo de inclinação de Brancazio (1984) é dependente apenas da altura de lançamento e da distância do arremesso em relação à cesta (figura 04).

Figura 04 – Determinação do Ângulo de Lançamento que Requer a Menor Velocidade de Lançamento da Bola (Adaptado de Brancazio 1981).



A coordenação dos segmentos do corpo é a variável que determina o ângulo de lançamento da bola. A organização da seqüência das ações que define o padrão de movimento do arremesso de jump pode ser ajustada para realizar os mais diversos ângulos de lançamento. Por exemplo, mantendo-se constante a coordenação dos tempos relativos de todos os segmentos, mas diminuindo a flexão de ombro, pode-se realizar um menor ângulo de lançamento. Se as amplitudes articulares do movimento de um arremesso forem constantes, mas os picos de velocidade de lançamento forem manipulados, podem-se realizar maiores ou menores ângulos de lançamento, dependendo da organização adotada.

2.6.1.4 Velocidade de Lançamento da Bola

Uma menor velocidade no lançamento tem sido relacionada à maior precisão e menor fadiga dos músculos envolvidos no arremesso (TEIXEIRA, 1997; KNUDSON, 1993; SATERN, 1988), sendo esta estratégia verificada na performance de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985a, 1982). Pois uma velocidade reduzida de lançamento reduz a variabilidade dos membros responsáveis pelo lançamento da bola e aumenta a sua consistência (DARLING e COOKE, 1987a e 1987b), pois proporciona um maior tempo para correções via feedback visual e proprioceptivo (TEIXEIRA, 2000, 1999, 1997). Desta forma, os jogadores deveriam utilizar ângulos de lançamento que permitam uma menor velocidade de lançamento da bola. Entretanto, para jogadores com menor capacidade de gerar força ou com baixa estatura (o que diminui a altura de lançamento) o aumento na velocidade dos segmentos pode ser uma estratégia a ser utilizada para a realização do arremesso (HUDSON, 1985b, 1982).

2.6.1.5 Resistência do Ar e Rotação da Bola

Devido às características físicas da bola, esta pôde ser analisada como um projétil lançado em direção à cesta (SATTI, 2004; MILLER e BARTLETT, 1996, 1993). Como a bola em ambientes fechados (ginásio) apresenta uma trajetória semelhante a um projétil lançado, a resistência do ar e a rotação aplicada à bola têm sido consideradas como fatores que não influenciam significativamente a trajetória da bola (SATTI, 2004). Contudo, em estudo utilizando-se de modelos matemáticos, foi verificado que a resistência do ar pode diminuir o ângulo e aumentar a velocidade de lançamento da bola

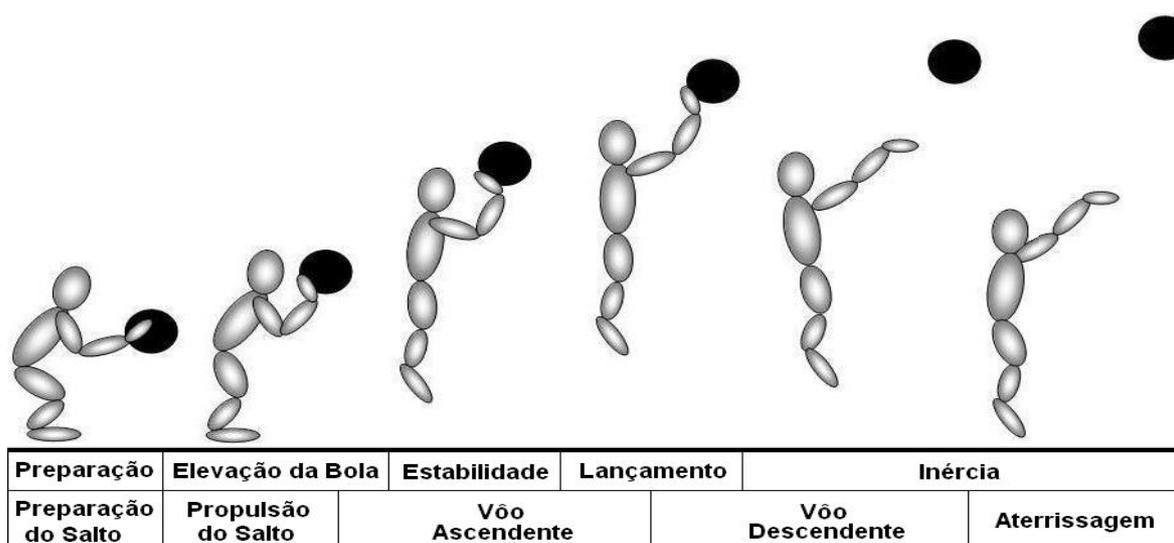
(HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997). Desta forma, alguns autores apontam que a estratégia de aplicar uma rotação à bola pode trazer benefícios ao arremesso como: a diminuição da velocidade horizontal da bola se ela atingir o aro, deflexão para baixo se a bola atingir a tabela, e manutenção da velocidade da bola durante o voo (KNUDSON, 1993; HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997).

Uma grande rotação da bola tem sido associada à performance de jogadores habilidosos (SATERN, 1988; KNUDSON, 1993; OKAZAKI et al., 2005c). As ações articulares que criam a rotação no arremesso de jump são uma combinação da flexão do punho e da pronação radio-ulnar, sendo a ação do punho mais importante que a ação do braço (KNUDSON, 1993). Entretanto, quando um dos cotovelos encontra-se desviado lateralmente durante o arremesso, o braço de ação pode não manter o alinhamento com a cesta. Isto pode causar uma rotação da bola com um componente lateral, o que pode acarretar num desvio do arremesso para fora da cesta (KNUDSON, 1993). Em geral, para um arremesso realizado na distância do lance livre (4,6 m), a bola gira em torno de duas a três vezes antes de chegar à cesta (HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997; KNUDSON, 1993).

2.6.2 Análise da Coordenação do Arremesso de Jump

A coordenação do arremesso de jump é descrita através de cinco fases: preparação, elevação da bola, estabilidade, lançamento e inércia (OKAZAKI et al., 2005b), e encontra-se expressa na figura 05.

Figura 05 – Fases do Arremesso de Jump.



2.6.2.1 Fase de Preparação

No arremesso de jump, a bola posicionada próxima ao corpo com firmeza por ambas as mãos (OKAZAKI et al., 2005b; OKAZAKI, 2002), à altura da cintura, devendo apenas os dedos tocar na bola (ALMEIDA, 1998; PASTRE, 1998). Para facilitar a pegada, os dedos devem ser colocados afastados (COLEMAN e RAY, 1976) para que a bola deslize por estes durante o arremesso (MARQUES, 1980). Apenas uma das mãos, posicionada abaixo da bola, realiza o lançamento e contribui para o ângulo e velocidade de projeção da bola (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988). A mão que não realiza o lançamento é colocada lateralmente à bola e auxilia em seu suporte (RIPOLL et al., 1986).

Os pés devem ficar afastados na linha dos ombros, com peso do corpo igualmente dividido entre eles (ALMEIDA, 1998; PASTRE, 1998). Pode-se utilizar a estratégia do posicionamento do pé, correspondente ao lado do braço de ação, à frente, o que auxilia numa maior estabilidade para o arremessador

(KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; HUDSON, 1985b). A posição do pé a frente elimina a necessidade de rotação do ombro, tronco e pelve durante a fase de propulsão do salto (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; HUDSON, 1985b) permite que o arremessador minimize o movimento do corpo para frente ou para trás durante o salto a fim de manter o alinhamento do braço de ação em relação à cesta (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985b). As articulações do tornozelo, joelho e quadril iniciam um movimento de flexão para preparação do movimento de salto (MILLER e BARTLETT, 1996; KNUDSON, 1993; SATERN, 1988). Durante esta fase, uma inclinação de tronco para frente é verificada em função da flexão de quadril (ALMEIDA, 1998; MILLER e BARTLETT, 1996; SATERN, 1993).

Os olhos devem estar voltados para a cesta e não para a bola (COLEMAN e RAY, 1976; RIPOLL et al., 1986). Um ponto visual deve ser utilizado como referência (no aro da cesta) antes, durante e depois do arremesso (COLEMAN e RAY, 1976; DAIUTO, 1971). Pois, a mudança no foco da visão durante a execução do movimento pode interferir na precisão e consistência do movimento (RIPOLL et al., 1986).

2.6.2.2 Fase de Elevação da Bola

A fase de elevação da bola é iniciada com um movimento de flexão de ombro e cotovelo para o posicionamento da bola para o lançamento (OKAZAKI et al., 2005b). A bola é elevada até que o ombro alcance uma flexão de aproximadamente entre 90° e 135° (ALMEIDA, 1989). O cotovelo encontra-se posicionado abaixo da bola e em direção à cesta (OKAZAKI, 2004a; HUDSON, 1985b; KNUDSON, 1993; DAIUTO, 1971). Os movimentos do braço, ante-

braço e mão devem acontecer predominantemente num único plano (BUTTON et al., 2003; SATERN, 1988; HUDSON, 1985b) através de um alinhamento do ombro, cotovelo, punho e dos olhos para melhorar a precisão através da rotação do ombro no plano horizontal (entre 29° e 55°) (KNUDSON, 1993; MILLER e BARTLETT, 1993). A bola deve permanecer próxima ao corpo para manter a estabilidade e reduzir o deslocamento horizontal do corpo (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988; HUDSON, 1985b).

Simultaneamente à elevação da bola, inicia-se um movimento de extensão das articulações do tornozelo, joelho e quadril para a realização do salto (ELLIOTT, 1992). Estes movimentos de extensão têm como resultado o salto, que acontece aproximadamente na metade da fase de estabilidade do arremesso.

2.6.2.3 Fase de Estabilidade

Coleman e Ray (1976) destacam a estabilidade e controle do movimento como uma forma essencial para a precisão do arremesso. A fase de estabilidade do arremesso é caracterizada por um período de pequena variação no deslocamento angular da articulação do cotovelo e ombro. Nesta fase do arremesso os membros inferiores estão realizando a extensão das articulações até que o salto ocorra, e inicia-se o vôo ascendente para o lançamento da bola (OKAZAKI et al., 2005b).

A articulação do punho realiza nesta fase um movimento de extensão para posicionar a bola antes do movimento de flexão para o lançamento. Uma aplicação de pressão das mãos ao segurar a bola pode ser utilizada para otimizar esta extensão do punho antes do lançamento da bola (COLEMAN e

RAY, 1976). A utilização de um contra-movimento (hiper-extensão antecedendo o movimento de flexão para o lançamento da bola) permite um melhor aproveitamento da energia potencial elástica através de um pré-estiramento da musculatura flexora do punho gerando uma maior força e velocidade para o lançamento da bola (OKAZAKI et al., 2005a).

Alguns jogadores podem apresentar uma fase de estabilidade mais reduzida ou ausente (BUTTON et al., 2003). A redução da fase de estabilidade pode ser uma estratégia realizada para um melhor aproveitamento da energia potencial elástica dos músculos extensores que atuam ao redor da articulação do cotovelo (OKAZAKI et al., 2005b; BUTTON et al., 2003). Tal estratégia, assim como ocorre na articulação do punho, pode proporcionar uma maior geração de força e velocidade (OKAZAKI et al., 2005a), desta forma, reduzindo o esforço muscular necessário para o lançamento da bola no arremesso.

2.6.2.4 Fase de Lançamento

A fase de lançamento é iniciada com um movimento de extensão do cotovelo e flexão do punho (OKAZAKI et al., 2005b) e seu final determinado pelo lançamento da bola. Alguns autores consideram a extensão de cotovelo como o movimento mais importante no lançamento da bola, apontando esta articulação como a maior responsável na geração de velocidade à bola (MILLER e BARTLETT, 1993; BUTTON et al., 2003). Sendo a extensão completa da articulação do cotovelo, uma estratégia utilizada para maior aplicação de velocidade à bola, e consiste numa característica verificada em jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992).

Daiuto (1971) aponta que a flexão do punho deve acontecer com pequeno desvio lateral (pronação) e, somente, após a extensão completa do cotovelo. Contudo, alguns autores apontam que a flexão de punho ocorre antes do maior valor de extensão do cotovelo (OKAZAKI et al., 2005b; ALMEIDA, 1998). Almeida (1998) aponta que a flexão de punho, em direção à cesta, deve ocorrer antes da flexão completa do cotovelo para um melhor aproveitamento da energia gerada ao redor das articulações responsáveis pelo lançamento (ALMEIDA, 1998). O movimento de lançamento deve ser realizado com uma flexão de punho e dedos, de forma que a bola realize uma trajetória parabólica, com rotação para trás após perder o contato com os dedos (ALMEIDA, 1998; COLEMAN e RAY, 1971; DAIUTO, 1971). Uma grande flexão de punho, assim como a aplicação de movimento de rotação à bola, tem sido reportada na performance de jogadores habilidosos (BUTTON et al., 2003; OKAZAKI et al., 2005a).

2.6.2.5 Fase de Inércia ou Continuidade de Movimento

Após o lançamento da bola a fase de inércia é iniciada. Esta fase é caracterizada por uma continuidade no movimento de flexão do punho (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988) e uma redução no movimento de flexão do ombro e extensão do cotovelo (OKAZAKI et al., 2005b). A continuidade dos movimentos é um fator imprescindível no arremesso (DAIUTO, 1971). Uma diminuição na continuidade do movimento pode influenciar a velocidade de flexão do punho, ocasionando uma menor rotação e velocidade no lançamento da bola (KNUDSON, 1993). Por conseguinte, aconselha-se uma grande ação ao redor da articulação do punho no lançamento (KNUDSON, 1993). O

arremesso é terminado com o cotovelo estendido e com a mão paralela ao chão com os dedos apontados para a cesta (COLEMAN e RAY, 1971).

2.6.3 Variáveis que Influenciam a Coordenação do Arremesso

Diversos estudos foram realizados para verificar os efeitos das algumas variáveis encontradas em condições de jogo sobre a coordenação do arremesso de jump. Entre as variáveis estudadas encontram-se: as características físicas dos jogadores (SATERN, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989; HUDSON, 1985b), o nível de experiência dos jogadores (BUTTON et al., 2003; HUDSON, 1985), a distância do arremesso (OKAZAKI et al., 2006b; LIU e BURTON, 1999; SATERN, 1993; WALTERS et al., 1990), o peso e tamanho da bola (OKAZAKI e RODACKI, 2005; CHASE et al., 1994; SATERN, 1988), a execução de habilidades e deslocamentos prévios ao arremesso (OKAZAKI et al., 2004a; ARAGÓN, 2002), o campo visual (OUDEJANS et al., 2002; RIPOLL et al., 1986) e a presença de um marcador (ROJAS et al., 2000). A análise destas variáveis é discutida em detalhes a seguir.

2.6.3.1 Características Físicas

As características físicas dos jogadores podem ser responsáveis pelas particularidades individuais da performance do arremesso (SALTZBERG et al., 2001; BRISSON e ALLAIN, 1996; SATERN, 1988). Diversos estudos procuraram analisar jogadores com diferentes características físicas. Tais estudos analisaram homens e mulheres (LOONEY et al., 1996; ELLIOT, 1992), cadeirantes em diferentes níveis de lesão medular (MALONE et al., 2002;

NUNOME et al., 2002) e diferenças entre as funções dos jogadores (armadores, alas e pivôs) (MILLER e BARTLETT, 1996).

Os estudos comparando a performance de homens e mulheres demonstraram que as mulheres possuem maior dificuldade no desempenho do arremesso (LOONEY et al., 1996; ELLIOTT, 1992). As mulheres apresentaram menor percentual de acerto em condições experimentais e de jogo (ELLIOTT, 1992), atribuído as diferenças físicas entre homens e mulheres (LOONEY et al., 1996; ELLIOTT, 1992). Os homens apresentam maior capacidade de gerar força e maior estatura (LOONEY et al., 1996; ELLIOTT, 1992), que proporcionam melhores condições para execução do arremesso. Em função dessas diferenças, mudanças coordenativas são reportadas na performance entre homens e mulheres no arremesso de jump (ELLIOTT, 1992). Em geral, as mulheres necessitam da colocação de um passo à frente e de uma maior flexão plantar na fase de preparação, apresentam maior deslocamento do centro de gravidade em direção à cesta, realizam um maior deslocamento angular do ombro, maior ângulo e menor velocidade de lançamento da bola (ELLIOTT, 1992). Os homens acomodam a bola numa posição mais alta para o arremesso, possuem maior altura de salto e realizam o lançamento da bola próximo ao ápice do salto (ELLIOTT, 1992).

Diferenças na performance do arremesso de lance livre no basquetebol, em cadeirantes com diferentes níveis de lesão medular, também têm sido reportadas (MALONE et al., 2002; NUNOME et al., 2002). Jogadores com lesão medular com menor mobilidade de tronco apresentaram menor altura de lançamento, maior velocidade e ângulo de lançamento da bola; enquanto os jogadores com maior mobilidade de tronco demonstraram maior ângulo do

ombro no instante de lançamento da bola e menor velocidade angular do ombro e cotovelo (MALONE et al., 2002). Entretanto, não foram encontradas diferenças entre o percentual de acerto dos arremessos entre os jogadores com diferentes níveis de lesão (MALONE et al., 2002). Nunome e colaboradores (2002) analisaram a performance do arremesso do basquetebol de cadeirantes tetraplégicos (lesados a nível de C7 e C8) e não-tetraplégicos e verificaram menores valores de velocidade da bola nos jogadores cadeirantes tetraplégicos, em função da menor velocidade angular gerada ao redor da articulação do punho atribuída ao déficit da musculatura (NUNOME et al., 2002). Também foi verificado um maior deslocamento angular do ombro (flexão e abdução) associado a uma adução horizontal próximo ao instante de lançamento da bola. Tais estratégias permitem a maximização da função muscular ao redor das articulações do ombro e cotovelo para aumentar a velocidade da bola (NUNOME et al., 2002).

Devido às necessidades específicas atribuídas às funções dos jogadores (armadores, alas e pivôs) de basquetebol, diferentes características físicas são encontradas (OKAZAKI et al., 2004a; OKAZAKI, 2002; MILLER e BARTLETT, 1996; BALE, 1991). Os armadores têm sido reportados como jogadores de menor estatura e apresentam grande velocidade e agilidade (OKAZAKI, 2002; BALE, 1991). Os pivôs apresentam maior estatura e força, entretanto, são jogadores com menor velocidade e agilidade (BALE, 1991; COLEMAN e RAY, 1976). Os alas são jogadores intermediários entre os armadores e pivôs (OKAZAKI et al., 2004a; BALE, 1991). Miller e Barttlet (1996) analisaram a performance do arremesso de jump de armadores, alas e pivôs, em função do aumento da distância e verificaram que os armadores e alas necessitam de

movimentos de flexão de ombro e extensão de cotovelo mais acentuado para suprir as demandas do aumento da distância. Além disso, os pivôs tendem a realizar o lançamento antes da maior altura do salto (MILLER e BARTLETT, 1996). A estratégia de realizar o lançamento antes de alcançar a maior altura de salto permite que o jogador utilize parte da velocidade de deslocamento do corpo para ser transferida à bola (ELLIOTT, 1992; KNUDSON, 1993).

Em geral, as características físicas que mais influenciam na performance do arremesso são: estatura do jogador e comprimento dos membros, capacidade de gerar força e velocidade. A estatura do jogador e o comprimento dos membros relacionam-se à altura de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1996). Desta forma, jogadores com maior estatura e comprimento de membros, possibilitam uma maior altura de lançamento da bola (HUDSON, 1985b). Um ponto de lançamento da bola mais elevado está relacionado a uma menor distância a ser percorrida pela bola, menor velocidade de lançamento, menor ângulo de projeção no lançamento e, conseqüentemente, uma maior precisão (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988). Jogadores com menor capacidade em gerar força ou velocidade podem apresentar dificuldade em realizar o lançamento (ELLIOTT, 1992), pois menor impulso é transferido à bola. Contudo, o déficit em gerar força pode ser compensado através da estratégia da realização de uma maior velocidade nos segmentos responsáveis pelo lançamento (HUDSON, 1985b). O mesmo ocorre com o déficit em gerar velocidade, que poderia ser compensado por uma maior geração de força para o lançamento da bola. Entretanto, o aumento na força e/ou velocidade deve ser evitado, pois estas duas variáveis são diretamente relacionadas à variabilidade

do movimento (TANI, 2000b; TEIXEIRA, 1997; DARLING e COOKE, 1987a, 1987b).

2.6.3.2 Nível de Experiência

Jogadores mais experientes tendem a selecionar os parâmetros de controle mais apropriados e de forma mais consistente na execução do arremesso (OKAZAKI et al., 2005a). Miller e Bartlett (1996) verificaram que os armadores demonstraram mudanças mais consistentes nos padrões cinemáticos, em função do aumento da distância, quando comparado aos pivôs. Tais inferências são justificadas pela maior experiência apresentada pelos armadores em desempenhar arremessos a maiores distâncias (MILLER e BARTLETT, 1996). Os jogadores mais experientes também conseguem utilizar melhor a energia reativa no movimento (OKAZAKI et al., 2005a; NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; HUDSON, 1986). Por exemplo, jogadores novatos tendem a restringir (congelar) os graus de liberdade do movimento (ZATSIORSKY, 2004; ANDERSON e SIDAWAY, 1994) para simplificar a demanda de controle do sistema nervoso central (NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; VEREIJKEN et al., 1992). Por conseguinte, os novatos não conseguem aproveitar a energia reativa do movimento (por exemplo: a energia de um pré-estiramento, ou a somatória de energia transferida numa seqüência próximo-distal) (OKAZAKI et al., 2005a).

Em estudo comparando a performance de crianças e adultos arremessando à cesta no lance livre, Okazaki et al. (2005a) demonstrou que os jogadores experientes (adultos) utilizaram uma estratégia de um contra-movimento para melhor aproveitamento da energia potencial elástica de um

pré-estiramento na musculatura extensora do cotovelo. Os jogadores novatos (crianças), por outro lado, demonstraram um movimento do cotovelo com menor amplitude e sem a caracterização de um contra-movimento no lançamento da bola. Neste estudo, os novatos também demonstraram deficiência em sincronizar os picos de velocidade angular com o instante de lançamento da bola no arremesso (OKAZAKI et al., 2005a). Hudson (1982) demonstrou que jogadores experientes possuem um maior índice de precisão e altura de lançamento da bola (HUDSON, 1982). Tais achados foram comprovados por outro estudo realizado por esta autora. Em 1985, Hudson demonstrou uma maior altura de lançamento da bola e uma maior precisão dos arremessos em situação de estresse na performance do arremesso de jogadores experientes (HUDSON, 1985a). Os jogadores novatos, por outro lado, tendem a deslocar o centro de gravidade em direção à cesta e a inclinar mais o tronco para trás, caracterizando uma maior instabilidade durante a performance do arremesso (HUDSON, 1985a). Korsakas e colaboradores (2005) demonstraram que atletas da categoria mini apresentam maior inclinação de tronco que atletas da categoria mirim e infantil (KORSAKAS et al., 2005). Os atletas da categoria mini também utilizam maior flexão de joelho

2.6.3.3 Altura da Cesta e Características da Bola (Peso e Tamanho)

Alguns estudos foram realizados para verificar as alterações na performance do arremesso de jump em função da altura da cesta e das características físicas da bola (peso e tamanho) (OKAZAKI e RODACKI, 2005; McKEY, 1997; CHASE et al., 1994; SATERN, 1988). Estes estudos analisam a

performance do arremesso de crianças com o intuito de melhorar as condições de aprendizagem na etapa de iniciação desportiva.

Satern (1989, 1988) verificou que a performance do arremesso de lance livre de crianças (~13 anos) em cestas com diferentes alturas modificaram o ângulo da articulação do ombro no instante de lançamento e o ângulo de projeção da bola (SATERN, 1989, 1988). Alterações em função do tamanho e peso da bola têm modificado a velocidade de lançamento bola, posição do antebraço em relação ao alinhamento vertical no instante de lançamento, e a flexão do cotovelo na preparação para o arremesso (SATERN, 1989, 1988). Chase e colaboradores (1994) analisaram a eficácia de arremessos de lance livre de crianças (entre 9 a 12 anos), em função da utilização de dois modelos de bola (masculino e feminino) combinados com duas alturas da cesta em relação ao solo (~2,45 m e 3,05 m). Estes autores demonstraram que as crianças obtiveram uma melhor performance de acerto nos arremessos com a cesta em uma altura mais baixa. Todavia, os dois modelos de bola utilizados não demonstraram diferenças sobre a eficácia dos arremessos. Okazaki e Rodacki (2005) demonstraram que crianças de 10 anos com experiência superior a dois anos de prática sistemática não apresentaram mudanças no padrão de arremesso em função de três modelos de bolas (diferentes pesos e tamanhos de bola) (OKAZAKI e RODACKI, 2005). Desta forma, apenas as variáveis de controle do movimento foram modificadas em função das características da bola.

2.6.3.4 Fadiga

Um dos fatores que pode intervir na habilidade de realizar uma habilidade motora é a fadiga (ENOKA, 1995). Como o basquetebol é uma modalidade esportiva acíclica, dinâmica, com diversas formas de deslocamentos e movimentos (OKAZAKI, 2002; DAIUTO, 1991; MARQUES, 1980), a fadiga é uma variável que também se faz presente em diversas situações do jogo (WOOLSTENHULME et al., 2004). A fadiga pode ser definida como a redução na capacidade muscular de gerar força (fadiga periférica) e uma diminuição da atividade neural do músculo (fadiga central) em função do exercício, resultando na incapacidade de manter a performance de movimento (WOOLSTENHULME et al., 2004; JARIC et al., 1997), provocando uma inibição das estruturas centro-nervosas responsáveis pelo controle motor, seja a nível periférico ou central (WEINECK, 1991). Em estudo analisando o efeito de uma rotina de treinamento de força demonstrou que a precisão dos arremessos e outras variáveis físicas (salto vertical e potência anaeróbica no teste de Wingate) não foi alterada pela fadiga gerada (WOOLSTENHULME et al., 2004). Todavia, mesmo que não foram reportadas modificações na eficácia do arremesso (percentagem de acerto), este estudo não procurou analisar as modificações na eficiência do movimento (coordenação). Desta forma, ainda não são claros os efeitos da fadiga sobre a coordenação do movimento de arremesso.

2.6.3.5 Distância do Arremesso

O aumento da distância do arremesso requer uma maior geração de velocidade à bola (MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993; SATERN, 1993; WALTERS et al., 1990). Por conseguinte, os segmentos do corpo devem se reorganizar para suprir a nova necessidade da tarefa (SATERN, 1993). Alteração na distância é capaz de alterar a altura, o ângulo e a velocidade de lançamento da bola. O aumento da distância do arremesso diminui a altura de lançamento através da redução na altura de salto (MILLER e BARTLETT, 1993), diminuição na flexão do ombro (MILLER e BARTLETT, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989) e pelo fato da bola ser lançada antes do ápice do salto (ELLIOTT, 1992). Com o aumento da distância a bola tem seu ângulo de lançamento diminuído (MILLER e BARTLETT, 1996; SATERN, 1993) e sua velocidade aumentada (MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993; SATERN, 1993; WALTERS et al., 1990). Isto é reportado como decorrência de diversos fatores associados como: o aumento da velocidade angular do ombro (OKAZAKI et al., 2006b; MILLER e BARTLETT, 1996; SATERN, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989), cotovelo (OKAZAKI, 2004a; MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993; SATERN, 1993) e punho (OKAZAKI et al., 2006b; OKAZAKI, 2004a); aumento da velocidade (MILLER e BARTLETT, 1996; WALTERS et al., 1990) e do deslocamento horizontal do centro de gravidade em direção à cesta (MILLER e BARTLETT, 1993; SATERN, 1993; ELLIOTT, 1992); do aumento na amplitude angular do ombro (ELLIOTT e WHITE, 1989) e punho (OKAZAKI, 2004a; ELLIOTT e WHITE, 1989). A diminuição do deslocamento angular do ombro (MILLER e BARTLETT, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989) e cotovelo no instante de lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1993); a inclinação do tronco à

frente (ELLIOTT e WHITE, 1989); e a maior geração de força no lançamento da bola (MILLER e BARTLETT, 1996) também tem sido reportados em arremessos executados de longa distância. A precisão dos arremessos demonstrou ser diminuída com o aumento da distância (ELLIOTT, 1992). Alterações na altura, ângulo e velocidade de lançamento da bola que são modificados em função das alterações na coordenação do movimento têm sido sugeridas como as principais variáveis que influenciam na diminuição da precisão.

2.6.3.6 Habilidades e Deslocamentos Prévios

O basquetebol é uma modalidade desportiva dinâmica com diversas ações técnicas e táticas (DE ROSE JÚNIOR et al., 2001; QUEIRÓGA e JÚNIOR, 1997; DAIUTO, 1991; ERRAIS e HERR, 1976). Desta forma, antes que um atleta realize um arremesso à cesta, alguma forma de movimento (um drible, ou uma ação de finta para se desmarcar e conseguir um melhor posicionamento para o arremesso) é quase sempre necessária (OKAZAKI et al., 2004a; HOFFMAN e MARESH, 2000; BETRÁN, 1998; DAIUTO, 1991).

Aragon (2002) analisou a ação técnica prévia ao arremesso durante o jogo de basquetebol e verificou o número de utilização de habilidades prévias ao arremesso e a eficácia dos arremessos. Foram analisados as ações prévias de recepção da bola, fintas, pivoteamentos (movimento com o corpo utilizando o pé de pivô) e rebotes ofensivos. As ações prévias aos arremessos em situações de jogo demonstraram diferentes percentuais de acerto, desta forma estas podem influenciar a performance dos arremessos (ARAGON, 2002; SOUTHARD e MIRACLE, 1993).

Southard e Miracle (1993), analisaram a performance do arremesso de lance livre em função de ações prévias conceituadas como rituais ou costumes, realizados antes do arremesso à cesta. Foram analisadas quatro condições: o ritual normal de preparação para o arremesso, o ritual realizado num período de tempo reduzido à metade, o ritual realizado com o tempo dobrado e alterações nos tempos relativos das ações seqüenciais do arremesso. As condições analisadas demonstraram a redução da precisão do arremesso, sendo esta mais evidente quando o tempo relativo das ações seqüenciais do arremesso foi alterado. Estes resultados reforçam a idéia de que as ações prévias podem influenciar a performance do arremesso no basquetebol (SOUTHARD e MIRACLE, 1993).

2.6.3.7 Informação Visual

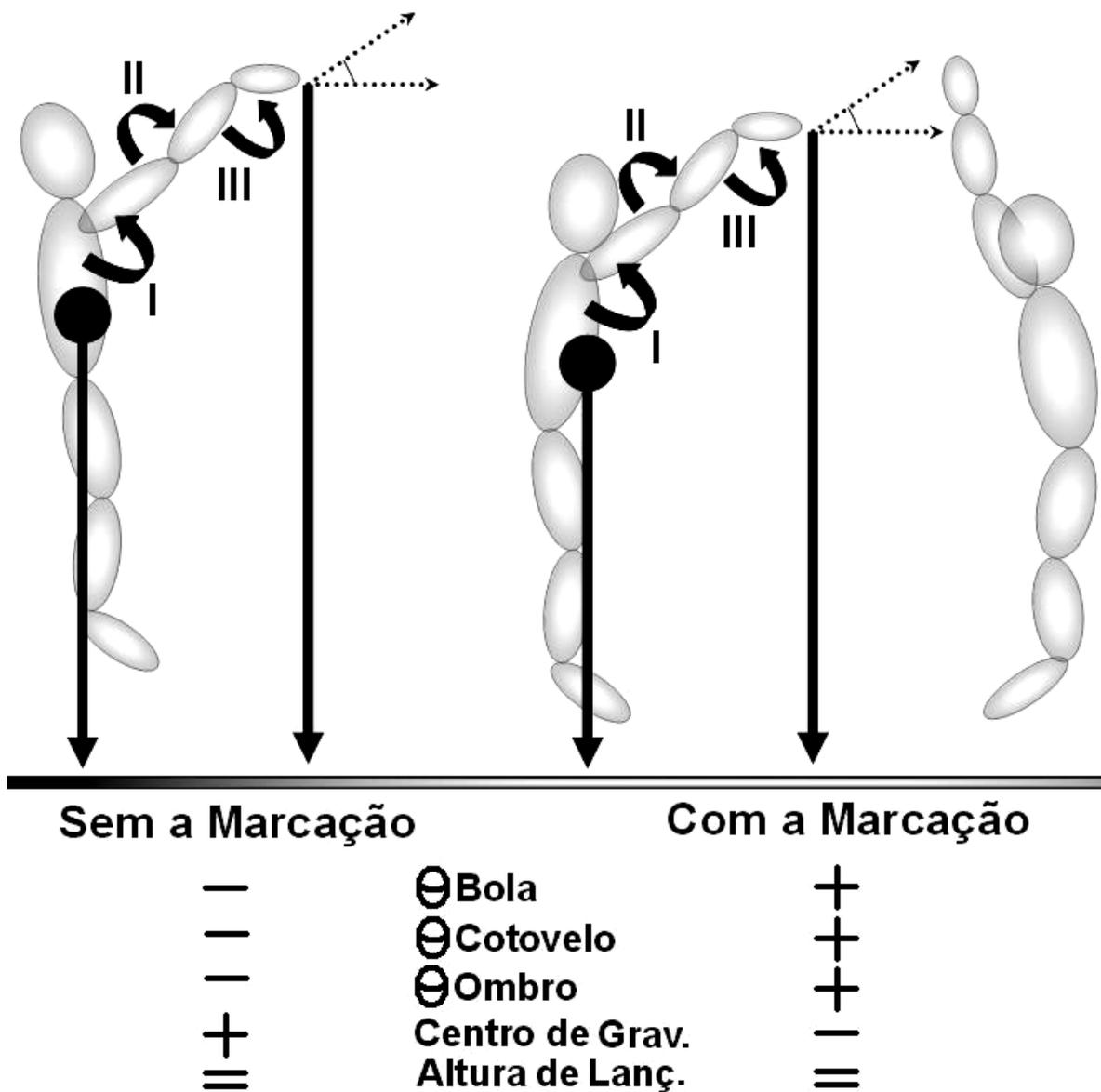
O basquetebol é uma modalidade dinâmica caracterizada pela mudança constante de ações motoras ofensivas e defensivas (HOFFMAN e MARESH, 2000; QUEIRÓGA e JÚNIOR, 1997; ERRAIS e HERR, 1976). Conseqüentemente, alterações no campo visual podem ocorrer em diversas situações do jogo em função de marcadores, deslocamentos ou outras ações motoras prévias ao arremesso (dribles ou fintas) (ARAGON, 2002). Estas situações alteram a informação visual dos jogadores e devem ser evitadas, pois podem intervir na performance do arremesso (OUDEJANS et al., 2002; RIPOLL et al., 1986; COLEMAN e RAY, 1976). Oudejans et al. (2002) comparou a performance do arremesso de jump com interrupções do campo visual em diferentes instantes do arremesso. Quando a informação visual era interrompida nos instantes finais do arremesso, a performance do arremesso

era prejudicada através da redução da eficácia dos arremessos (OUDEJANS et al., 2002). Desta forma, a informação visual parece ser um importante fator na performance do arremesso, e sua influência é reforçada por outros autores. Ripoll e colaboradores (1986) demonstraram que os atletas experientes tendem a focar sua visão em direção à cesta de forma mais rápida, quando comparado aos jogadores novatos. Esta estratégia permite aos jogadores experientes um maior tempo para a seleção dos parâmetros de controle do movimento antes da execução do arremesso.

2.6.3.8 Presença de Um Marcador

A presença de um marcador próximo a um jogador com a posse de bola ocorre em grande parte do jogo de basquetebol. Em função disto, algumas vezes um atleta tem que realizar um arremesso frente a seu oponente tentando dificultar a efetividade e eficácia do arremesso. Rojas et al. (2000) analisou a influência da presença de um jogador tentando bloquear o arremesso de jump durante sua execução (ROJAS et al., 2000). A performance do arremesso de jump com a presença de um oponente demonstrou um maior ângulo de lançamento da bola, maior extensão de ombro, maior flexão de ombro, menor deslocamento vertical do centro de gravidade e menor altura de lançamento da bola. Estas estratégias foram utilizadas para que o arremesso fosse realizado de forma rápida, antes que o marcador realiza-se o bloqueio do arremesso, e, ao mesmo tempo, tentando manter um alto ponto de lançamento e a precisão do arremesso (OUDEJANS et al., 2002). A figura 06 demonstra um resumo dos achados de Oudejans et al. (2002) que comparou a presença de um marcador na performance do arremesso de jump.

Figura 06 - Alterações decorrentes da presença de um marcador na performance do arremesso de jump (adaptado de OUDEJANS et al., 2002).



3.0 METODOLOGIA

3.1 AMOSTRA

A amostra foi constituída por 30 atletas masculinos de basquetebol (destros) divididos em dois grupos: adultos ($n = 15$; $24,47 \pm 5,40$ anos; $89,27 \pm 18,42$ kg; $1,86 \pm 0,10$ m) e crianças ($n = 15$; $12,07 \pm 1,44$ anos; $53,33 \pm 14,41$ kg; $1,62 \pm 0,16$ m). Foram selecionados sujeitos com experiência na prática sistemática de basquetebol (adultos $11,47 \pm 6,10$ anos; crianças $1,31 \pm 1,21$ anos) e que ainda participavam de treinamentos (pelo menos 2 sessões semanais) e competições (Federação Paranaense de Basquetebol) com alguma equipe no segundo semestre de 2005.

Antes do início da avaliação, todos os sujeitos (adultos e os responsáveis pelas crianças) foram informados dos procedimentos necessários para o estudo e assinaram um termo livre e esclarecido de participação e consentimento. Nenhum dos atletas reportou qualquer tipo de lesão ou incapacidade que pudesse interferir na execução dos arremessos. Os procedimentos de pesquisa foram aprovados pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Paraná (Anexo).

3.2 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

3.2.1 Aquecimento e Adaptação

Inicialmente, um aquecimento de 10-20 minutos composto por exercícios generalizados e específicos (arremessos à cesta) foi realizado. O aquecimento foi controlado pelo professor (técnico) dos atletas de forma a não proporcionar fadiga. Após o aquecimento, os sujeitos receberam um conjunto de marcas

para a análise cinemática (vide seção 3.3) por um único avaliador experiente, enquanto foram detalhados os procedimentos experimentais.

Os sujeitos foram informados que deveriam realizar apenas a técnica de arremessos de jump com salto (MILLER e BARTLETT, 1996; KNUDSON, 1993; DAIUTO, 1971). Também foi solicitado que os arremessos fossem realizados sem o recurso da tabela, ou seja, procurando passar a bola diretamente através da cesta (aro). Após a demarcação e instrução, foram praticados arremessos (10-30 arremessos) para adaptação e familiarização aos marcadores cutâneos, em uma posição frontal e perpendicular à cesta (diâmetro do aro de 0,45 m e altura do aro de 3,05 m), em diferentes distâncias (perto → 2,8 m; médio → 4,8 m; e longe → 6,8 m). As distâncias dos arremessos foram selecionadas para representar condições de arremesso mais realizadas no jogo e nas sessões de treinamento (ARAGÓN, 2002; OKAZAKI, 2002). A distância “perto” foi selecionada para representar um arremesso dentro do garrafão, enquanto que os arremesso “médio” e “longe” foram selecionados para representarem arremessos de lance livre e três pontos, respectivamente (MILLER e BARTLETT, 1996; ERRAIS e HERR, 1976).

As séries de dez arremessos realizadas em cada uma das distâncias foram executadas em ordem balanceada (ou seja, perto-médio-longe, perto-longe-médio, médio-longe-perto, médio-perto-longe, longe-médio-perto e longe-perto-médio). O design de aleatorização utilizado foi uma adaptação do quadrado latino (THOMAS e NELSON, 2002) e permitiu eliminar o efeito da distância sobre a performance dos arremessos.

Três movimentos foram selecionados a partir de um conjunto de dez arremessos filmados em cada uma das distâncias. Os arremessos foram

selecionados de acordo com a maior pontuação no teste de precisão da trajetória da bola (vide seção 3.4). Os movimentos selecionados foram normalizados e agrupados em uma média para representar o padrão de movimento em cada uma das distâncias analisadas. A normalização transformou o tempo do arremesso de valores absolutos (segundos) para relativos (%), permitindo o agrupamento dos movimentos em uma média de cada sujeito e grupo (vide seção 3.6).

O início do movimento de arremesso foi determinado no instante em que o sujeito inicia a elevação da bola (a partir de uma flexão de ombro ou cotovelo) ou o agachamento para o salto (flexão do joelho ou quadril). O final do movimento foi determinado 0,1 segundos (*10 frames*) após o instante em que a bola perdeu contato com a mão. O quadro 01 apresenta uma representação esquemática dos procedimentos da coleta de dados.

Quadro 01 – Procedimentos da Coleta de Dados

| Ordem | Descrição da Tarefa | Tempo Aproximado |
|--|---|-------------------------|
| 1 | Aquecimento generalizado e específico. | 10-15 minutos. |
| 2 | Colocação dos marcadores cutâneos e instrução dos procedimentos da coleta de dados. | 2-5 minutos. |
| 3 | Arremessos para adaptação aos marcadores cutâneos. | 3-5 minutos. |
| 4 | Filmagem de dez arremessos em cada distância. | 15-20 min |
| Total de tempo estimado para a coleta de dados do estudo | | 30-45 minutos. |

3.2.2 Local de Filmagem da Coleta de Dados

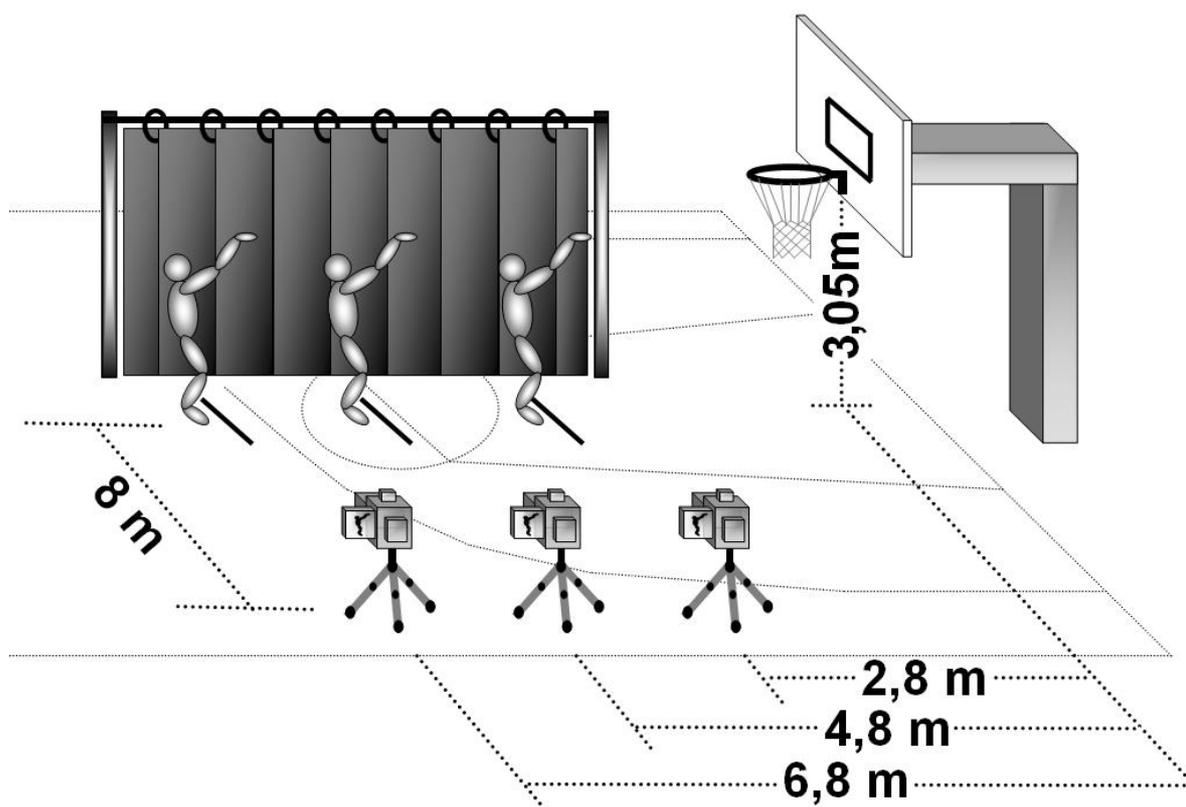
Os movimentos do arremesso destas articulações foram quantificados através de parâmetros cinemáticos que descreveram as relações espaço-temporais dos movimentos realizados ao redor das articulações do tornozelo, joelho, quadril, ombro, cotovelo, punho e do segmento do tronco. A análise cinemática foi conduzida a partir da filmagem dos arremessos por meio de uma filmadora (JVC GR-DVL 9500E, JVC, Japão) posicionada perpendicularmente do plano sagital do lado dominante (direito) e com o centro focal direcionado sobre a articulação do ombro. As imagens foram capturadas com uma frequência de amostragem de 100 Hz (*shutter-speed* 1/250). A frequência de 100 Hz, e até mesmo frequências mais baixas (60Hz) tem sido utilizadas em diversos estudos analisando a habilidade de arremesso de jump no basquetebol (RODACKI et al., 2005; BUTTON et al. 2003; MILLER e BARTLETT, 1996 e 1993; ELLIOTT, 1992). Como o arremesso é predominantemente desempenhado em um único plano, uma análise em 2 dimensões tem sido considerada adequada (BUTTON et al., 2003; ELLIOTT, 1992; ELLIOTT e WHITE, 1989).

Para uma melhor visualização do movimento, uma cortina de cor preta foi colocada no plano de fundo do arremessador. Esta estratégia permitiu melhorar o contraste dos marcadores, facilitando sua identificação durante o processo de digitalização (BUTTON et al., 2003; OKAZAKI et al., 2005c). A representação do local de filmagem pode ser visualizada na Figura 07.

Para a realização dos arremessos foi utilizada uma bola (*penalty* modelo 6.1; 600-650 g; circunferência de 76-78cm) e uma cesta (3,05 m de altura) de

acordo com as regras oficiais utilizadas em jogos da categoria adulto (FIBA, 2005).

Figura 07 – Local de Filmagem.



A área de execução foi calibrada antes do início da realização da coleta de dados através de um objeto retângulo (1,93 m de altura x 1,03 de largura), colocado sobre o plano do movimento (arremessos).

As imagens foram armazenadas em fita de vídeo (VHS-C) e posteriormente transferidas para um computador. Um único avaliador com experiência em análise de movimento e familiarizado com o software específico (SIMI Motion[®]) de análise de movimento realizou a digitalização manual dos vídeos (OKAZAKI et al., 2005c; CLARK et al., 1989). Os dados foram

digitalizados através da identificação do centro dos marcadores do modelo biomecânico e forneceu um conjunto de coordenadas cartesianas que possibilitou determinar as variáveis do estudo (GIAKAS e BALZPOULOS, 1997b; STATES, 1997; BALL e PIERRYNOWSKI, 1996). A bola foi digitalizada através da identificação de um ponto referente ao seu centro geométrico (MALONE et al., 2002).

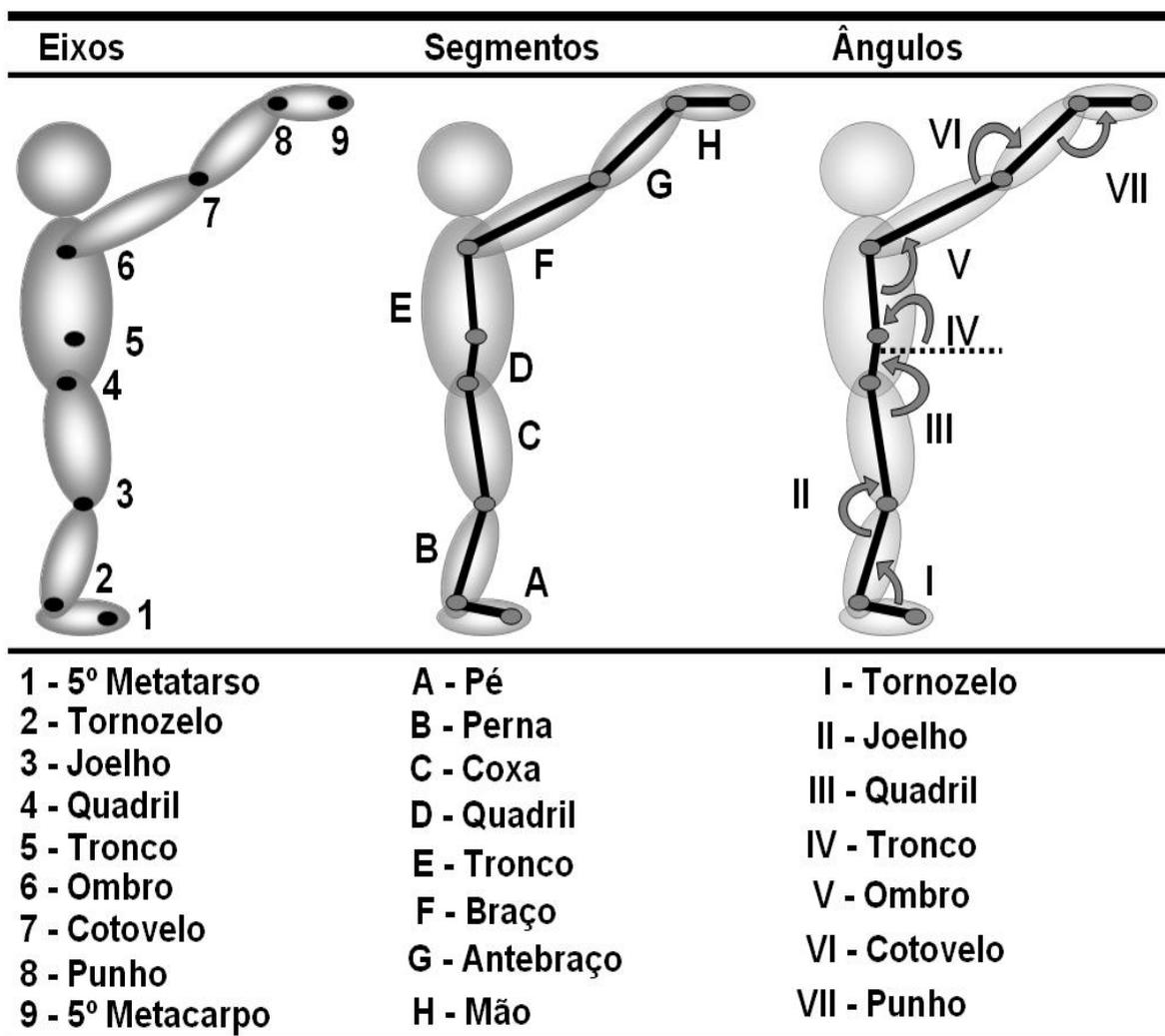
3.3 MODELO BIOMECÂNICO

Para a determinação dos movimentos, uma série de marcadores (15mm de diâmetro, em formato de $\frac{1}{2}$ esfera) foi aderida no sujeito, através de uma fita adesiva dupla-face (CHÉZE et al., 1995; NUNOME et al., 2002), sobre os seguintes pontos anatômicos: (1) eixo articular da quinta falange do pé – base do quinto metatarso-falangeano (posicionado sobre o calçado); (2) tornozelo – maléolo lateral da fíbula; (3) joelho – epicôndilo lateral do fêmur; (4) quadril – trocânter maior do fêmur; (5) tronco – crista ilíaca; (6) ombro – tubérculo maior do úmero (3-5 cm abaixo do acrômio); (7) cotovelo - epicôndilo lateral do úmero; (8) punho - processo estilóide da úlna; e (9) eixo articular da quinta falange – base do quinto metacarpo-falangeano. Este conjunto de pontos anatômicos foi utilizado para definir os segmentos do pé (1-2), perna (2-3), coxa (3-4), pelve (4-5), tronco (5-6), braço (6-7), antebraço (7-8) e mão (8-9). A junção formada por dois segmentos adjacentes forneceu os ângulos relativos do modelo biomecânico de nove pontos e oito segmentos proposto: articulação do tornozelo (pé+perna), joelho (perna+coxa), quadril (coxa+pelve), tronco (pelve+tronco), ombro (tronco+braço), cotovelo (braço+antebraço) e punho (antebraço+mão). O ângulo absoluto do segmento do tronco, determinado em

relação à horizontal também foi analisado. A representação do modelo biomecânico encontra-se expressa na Figura 08.

Como o braço de apoio (segmento que não participa diretamente na propulsão da bola) não influencia no ângulo ou velocidade de projeção no arremesso (SATERN, 1988), apenas o lado respectivo ao braço de propulsão (braço direito) foi analisado (OKAZAKI e RODACKI, 2005; MILLER e BARTLETT, 1993 e 1996; ELLIOTT, 1992;).

Figura 08 – Modelo Biomecânico.



As setas indicam o sentido de extensão no movimento.

O deslocamento e a velocidade linear (vertical e horizontal) do centro de massa também foram analisados. O centro de massa foi representado pelo ponto do tronco colocado sobre a crista ilíaca. O ponto da crista ilíaca foi escolhido por apresentar um comportamento próximo ao do centro de massa do corpo.

3.4 VARIÁVEIS DE ESTUDO

Para analisar as estratégias coordenativas dos movimentos do arremesso um conjunto de variáveis que descrevem o movimento foi selecionado. O Quadro 02 apresenta as variáveis analisadas. As variáveis absolutas correspondem a aspectos que definem a parametrização do movimento (magnitude de deslocamentos e velocidades). As variáveis temporais relativas representam as características topológicas do movimento que descrevem os deslocamentos e velocidades do movimento (COSTA e VIEIRA, 2001; RODACKI e FOWLER, 2001; SIDAWAY et al., 1995). As variáveis lineares que descrevem o comportamento do centro de massa encontram-se expressas no quadro 03.

Quadro 02 - Descrição das Variáveis Espaciais e Temporais do Movimento.

| | Variáveis | Descrição / Definição da Variável |
|----------------------------|-----------------------------------|---|
| Variáveis Espaciais | Deslocamento angular | Valor do deslocamento em função do tempo (graus). |
| | Menor ângulo | Menor valor angular de uma articulação (graus) |
| | Maior ângulo | Maior valor angular de uma articulação (graus). |
| | Amplitude do deslocamento angular | Diferença entre o valor do maior e menor ângulo formado por uma articulação (graus). |
| | Ângulo inicial | Valor angular em que o movimento inicia (graus). |
| | Ângulo no lançamento | Valor angular no instante anterior à perda de contato da bola com a mão do sujeito (graus). |
| | Velocidade angular | Valor da velocidade angular do movimento em função do tempo (graus/s). |
| | Maior velocidade angular | Maior valor de velocidade angular de uma articulação (graus/s). |
| | Menor velocidade angular | Menor valor de velocidade angular de uma articulação (graus/s). |
| | Velocidade angular no lançamento | Valor de velocidade angular no instante anterior à perda de contato da bola com a mão do sujeito (graus/s). |
| Variáveis Temporais | Tempo total do arremesso | Tempo total de duração do movimento de arremesso (segundos e porcentagem). |
| | Tempo de lançamento | Tempo no instante anterior à perda de contato da bola com a mão do sujeito (s e %). |
| | Tempo de salto | Tempo no instante anterior à perda de contato do pé com o solo (s e %). |
| | Tempo do maior ângulo | Tempo de ocorrência do maior ângulo de uma articulação (s e %). |
| | Tempo do menor ângulo | Tempo de ocorrência do menor ângulo de uma articulação (s e %). |
| | Tempo da maior velocidade angular | Tempo de ocorrência da maior velocidade angular de uma articulação (s e %). |
| | Tempo da menor velocidade angular | Tempo de ocorrência da menor velocidade angular de uma articulação (s e %). |

Quadro 03 – Descrição das Variáveis Lineares do Centro de Massa.

| Variável | Descrição |
|--|--|
| Maior deslocamento horizontal e vertical | Maior valor de deslocamento linear (horizontal e vertical) do centro de massa (m). |
| Deslocamento horizontal e vertical no lançamento | Valor do deslocamento linear (horizontal e vertical) do centro de massa no instante de lançamento (m). |
| Maior velocidade horizontal e vertical | Maior valor de velocidade linear (horizontal e vertical) do centro de massa (m/s). |
| Velocidade horizontal e vertical no lançamento | Valor da velocidade linear (horizontal e vertical) do centro de massa no instante de lançamento (m/s). |

Para melhor compreensão da coordenação do movimento também foram analisadas variáveis referentes à trajetória da bola após o lançamento (ângulo de lançamento, velocidade de lançamento, altura de lançamento e ângulo de menor velocidade de lançamento da bola). A descrição das variáveis referente à trajetória da bola encontra-se no Quadro 04.

Quadro 04 – Descrição das Variáveis da Trajetória da Bola.

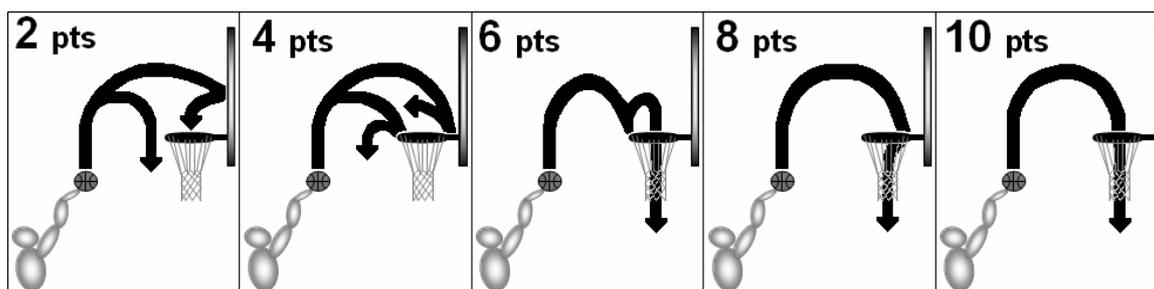
| Variável | Descrição |
|----------------------------------|---|
| Altura de lançamento da bola | Altura do centro da bola em relação ao solo, no instante em que a bola perde o contato com a mão do sujeito (m). |
| Ângulo de lançamento da bola | Ângulo formado pela trajetória da bola e a horizontal, 0,05 segundos (5 <i>frames</i>) após a perda de contato da bola com a mão do sujeito (graus). |
| Velocidade de lançamento da bola | Velocidade linear (resultante, horizontal e vertical) da bola no lançamento (m/s). |

A precisão dos arremessos também foi analisada através de dois testes baseados no número de arremessos bem sucedidos e na trajetória da bola dos arremessos durante a filmagem. O teste que analisou o número de arremessos bem sucedidos forneceu em porcentagem o número de acerto dos 10 arremessos realizados a cada distância durante a filmagem. O teste que analisou a precisão dos arremessos em função da trajetória da bola forneceu uma pontuação para cada um dos dez arremessos realizados a cada distância conforme a tabela 02 e figura 09. Posteriormente, foi calculada a média da pontuação de cada arremesso analisado através da trajetória da bola para cada distância de arremesso.

Tabela 02 – Análise da Trajetória da Bola no Arremesso.

| Pontos | Descrição |
|--------|--|
| 2 | A bola não toca o aro, ou atinge primeiro na tabela; |
| 4 | A bola toca o aro e não passa através da cesta; |
| 6 | A bola toca a parte superior ou lateral do aro e passa através da cesta; |
| 8 | A bola toca a parte interna do aro e passa através da cesta; |
| 10 | A bola passa através da cesta sem atingir o aro. |

Figura 09 – Análise da Trajetória da Bola no Arremesso.



3.5 TRATAMENTO DOS DADOS

Para reduzir o efeito de ruídos (GIAKAS e BALTZOPOULOS, 1997a; YUAN et al., 1997; LEES, 1980), foi aplicado um filtro recursivo do tipo *Buterworth* passa-baixa de 2ª ordem (JACOBS e INGEN SCHENAU, 1992; DOORENBOSCH et al., 1997). Este filtro foi escolhido por ser o mais utilizado nas análises cinemáticas, pois elimina os componentes de frequência mais altos (OKAZAKI et al., 2004c; NAGAMO et al., 2003). A frequência de corte do filtro (6 Hz) foi determinada através da análise residual (WINTER, 1990) do deslocamento angular da articulação do cotovelo. A mesma frequência de corte

foi utilizada no processo de filtragem dos dados para todos os pontos digitalizados e entre todos os sujeitos (SIDAWAY et al., 1995). Após a filtragem, os deslocamentos e velocidades angulares foram determinados (NAGAMO et al., 2003; DÖRGE et al., 2002).

Para reduzir a variabilidade intra- e inter-sujeitos, os dados foram normalizados em função do tempo ciclo do arremesso, ou seja, os movimentos foram expressos em valores percentuais (OKAZAKI, 2004b; RODACKI e FOWLER, 2001; YOUNG e MARTENIUK, 1998). Este procedimento foi realizado por meio de uma função spline, calculado através do software *Biomechanics Toolbox* (Manchester Metropolitan University, UK).

3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram analisados a partir de estatística descritiva de médias e desvios-padrão. Os testes de *Kolgomorov-Smirnov* e *Hartley* foram aplicados para verificar a normalidade e a homogeneidade dos dados, respectivamente. Como a maior parte dos dados atendeu aos pressupostos de normalidade e homogeneidade, uma estatística paramétrica foi utilizada para a comparação dos dados. A comparação das variáveis cinemáticas (espaciais e temporais) que descrevem a coordenação de adultos e crianças, em função do aumento da distância, foi realizada através do teste de *ANOVA TWO WAY* com medidas repetidas. Para determinar onde as diferenças ocorreram o teste *Tukey* foi empregado.

A estatística paramétrica foi utilizada, mesmo quando em algumas variáveis não atenderam aos pressupostos teóricos para esse tipo de análise, pois mesmo com a aplicação de dois testes não-paramétricos (*Friedman* e

Mann-Whitney U) a interação entre as variáveis independentes (distância e experiência) seria perdida. A utilização de procedimentos estatísticos de comparação combinados (paramétrico e não-paramétrico) não tem sido prática comum na literatura. Isto está de acordo com Lindman (1974) que demonstrou que as conseqüências para pequenas violações no pressuposto de homogeneidade das variâncias não são críticas. Este autor demonstra que apenas violações mais severas dos pressupostos do teste é que sua validade pode que ser contestada (LINDMAN, 1974). No presente estudo, das 20 variáveis que apresentaram as maiores violações aos pressupostos teóricos, 90% demonstrou conformidade entre os resultados da estatística paramétrica comparado à não-paramétrica (teste de *Mann-Whitney U*). O nível de significância adotado foi de $p < 0,05$. As análises estatísticas foram realizadas através do software STATISTICA® (STATSOFT Inc., versão 6.0).

A monitoração da precisão nos processos de digitalização foi analisada através do teste de reprodutibilidade dos dados (MALONE et al., 2002; MILLER e BARTLETT, 1996). Um vídeo na condição experimental foi digitalizado três vezes num dia, vinte quatro horas e quarenta e oito horas após. O deslocamento e velocidade angulares do cotovelo foram utilizados para analisar a reprodutibilidade da digitalização dos marcadores do modelo biomecânico. A reprodutibilidade de digitalização da bola foi verificada através do deslocamento vertical linear e da velocidade linear resultante da bola. Tanto as variáveis angulares (cotovelo) e lineares (bola) foram analisadas no instante de lançamento da bola. O teste de ANOVA ONE WAY com medidas repetidas foi utilizado para verificar a reprodutibilidade dos dados com um nível de significância de $p < 0,01$.

Não foram encontradas diferenças significativas entre a análise de reprodutibilidade (teste intra-avaliador). Desta forma, os procedimentos experimentais demonstraram ser reprodutivos (tabela 03).

Tabela 03 – Teste de Reprodutibilidade (Média ± Erro Padrão).

| Variável | Média ± Erro Padrão | | |
|---|---------------------|------------------|------------------|
| | Media 1 | Medida 2 | Medida 3 |
| Deslocamento Angular do Cotovelo no Lançamento (°) | 115,201 ± 0,114 | 115,989 ± 0,627 | 115,385 ± 0,534 |
| Velocidade Angular do Cotovelo no Lançamento (°/s) | 825,662 ± 3,428 | 827,578 ± 12,356 | 829,997 ± 20,469 |
| Deslocamento Linear Vertical da Bola no Lançamento (m) | 2,430 ± 0,001 | 2,436 ± 0,002 | 2,435 ± 0,004 |
| Velocidade Linear Resultante Da Bola no Lançamento (m/s) | 7,931 ± 0,027 | 7,931 ± 0,022 | 7,954 ± 0,038 |

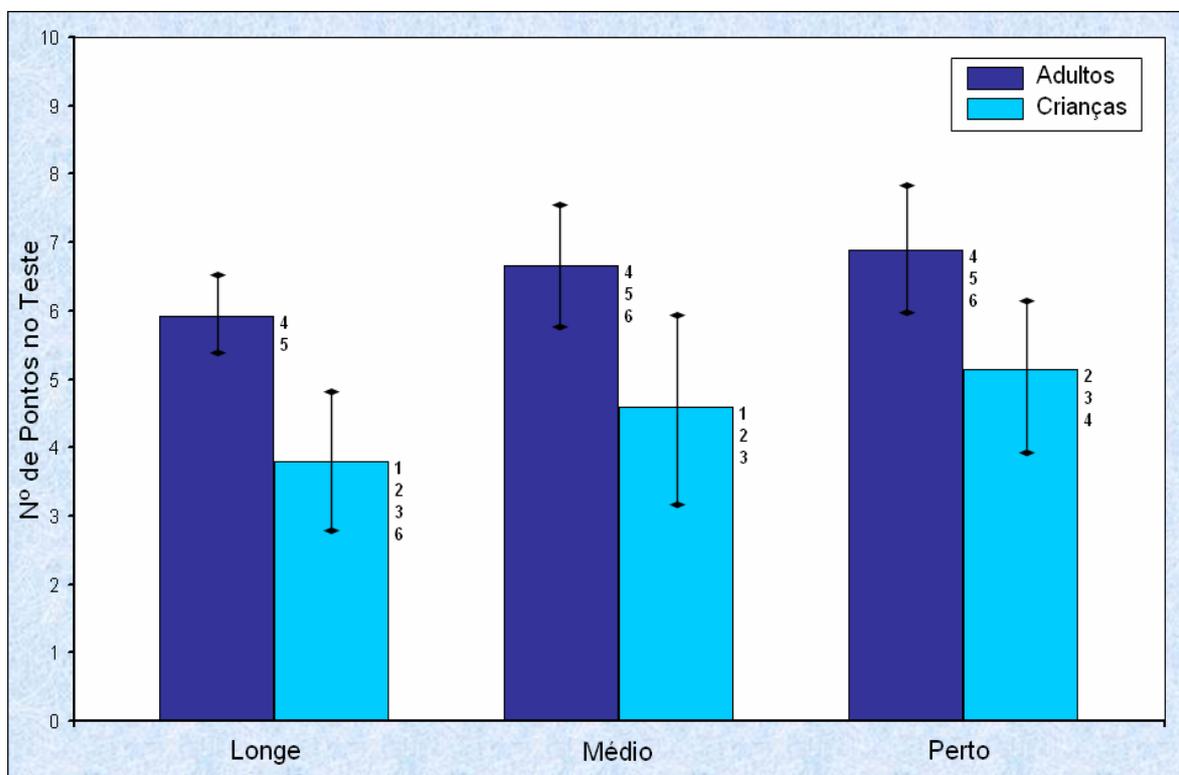
4.0 RESULTADOS

O presente capítulo apresenta os resultados da análise do arremesso de adultos e crianças, em função do aumento da distância do arremesso. São descritos os resultados (1) dos testes de precisão, (2) da trajetória da bola, (3) do centro de massa, e (4) espaços temporais do movimento.

4.1 TESTES DE PRECISÃO DOS ARREMESSOS

As figuras 10 e 11 apresentam os resultados do teste de precisão dos dez arremessos, em pontos e porcentagem de acerto, desempenhados pelos adultos e crianças nas três condições de arremesso (longe, médio e perto).

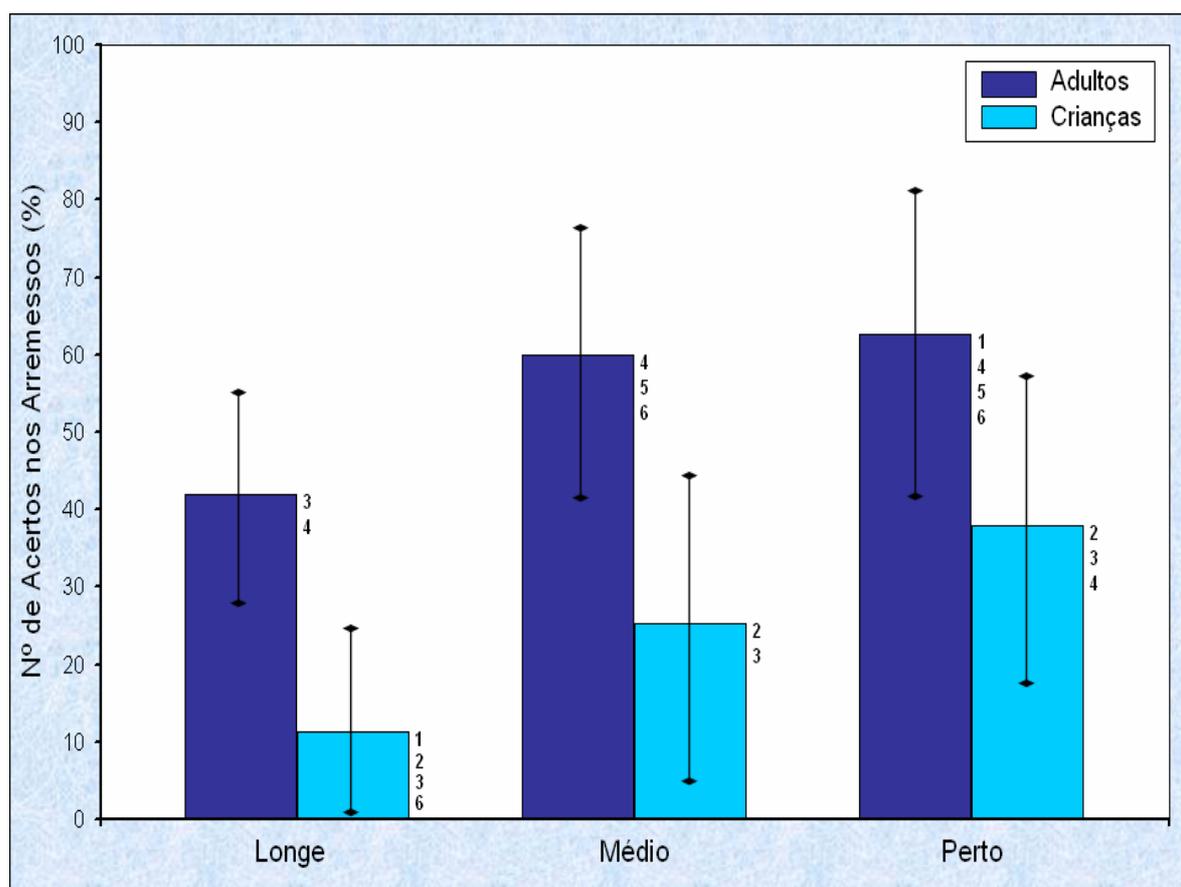
Figura 10 – Número de Pontos no Teste de Precisão de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).



Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Os adultos não apresentam diferença no número de pontos no teste de precisão dos arremessos em função da distância ($p>0,05$). Todavia, as crianças demonstraram menor desempenho no número de pontos no teste de precisão entre a condição longe e perto ($p<0,05$). Quando o desempenho de adultos e crianças no número de pontos no teste de precisão foi comparado, os adultos apresentaram melhores resultados nas três condições experimentais ($p<0,05$). Apenas não foi significativa a diferença entre o arremesso de longe dos adultos e perto das crianças ($p<0,05$).

Figura 11 – Porcentagem de Acerto no Teste de Precisão de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).



Diferença significativa ($p<0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Adultos e crianças apresentaram maior percentual de acerto na distância perto em relação à distância longe ($p < 0,05$). Os adultos apresentaram maior percentual nas três condições de arremesso ($p < 0,05$). A porcentagem de acerto nas distâncias médio e perto demonstraram que os adultos possuem maior precisão quando comparados às crianças, independente da condição de arremesso ($p < 0,05$).

4.2. TRAJETÓRIA DA BOLA NOS ARREMESSOS

A tabela 04 expressa os resultados da análise da trajetória da bola nos arremessos desempenhados pelos adultos e crianças, em função do aumento da distância.

Tabela 04 – Variáveis da Trajetória da Bola de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|--|-----------------------------------|-----------------------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Altura de Lançamento (m) | 2,39 (0,15) ^{4,5,6} | 2,43 (0,16) ^{4,5,6} | 2,48 (0,12) ^{4,5,6} | 1,79 (0,20) ^{1,2,3} | 1,80 (0,23) ^{1,2,3} | 1,93 (0,25) ^{1,2,3} |
| Ângulo de Lançamento (°) | 72,02 (12,93) ^{5,4} | 66,60 (11,70) | 79,49 (7,46) ^{5,4} | 57,85 (13,32) ^{1,3} | 63,29 (13,70) ^{1,3} | 68,74 (12,57) |
| Velocidade de Lançamento Resultante (m/s) | 6,84 (0,54) ^{2,3,6} | 5,68 (0,42) ^{1,3,4} | 4,40 (0,31) ^{1,2,4,5,6} | 7,37 (0,77) ^{2,3,5,6} | 6,30 (0,76) ^{3,4,6} | 5,43 (0,63) ^{1,3,4,5} |
| Velocidade de Lançamento Horizontal (m/s) | 5,32 (0,64) ^{2,3} | 4,34 (0,54) ^{1,3,4,5} | 3,46 (0,36) ^{1,2,4,5,6} | 5,93 (0,72) ^{2,3,6} | 5,23 (0,74) ^{2,3} | 4,78 (0,82) ^{3,4} |
| Velocidade de Lançamento Vertical (m) | 4,27 (0,34) ^{2,3,5,6} | 3,63 (0,40) ^{1,3,4,6} | 2,69 (0,25) ^{1,2,4,5} | 4,33 (0,64) ^{2,3,5,6} | 3,46 (0,54) ^{1,3,4,6} | 2,50 (0,39) ^{1,2,4,5} |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Variações na distância do arremesso não resultaram em modificações na altura e ângulo de lançamento do arremesso dos adultos e das crianças ($p > 0,05$). Contudo, os adultos apresentaram maior altura de lançamento que as crianças em todas as distâncias de arremesso ($p < 0,05$). Os adultos apresentaram maior ângulo de lançamento nas distâncias longe e perto, comparado às distâncias longe e médio das crianças ($p < 0,05$). Maior velocidade de lançamento resultante, horizontal e vertical foi gerada pelos adultos em função do aumento na distância do arremesso ($p < 0,05$). As crianças também demonstraram aumento na velocidade de lançamento resultante e vertical em função do aumento da distância ($p < 0,05$). A velocidade horizontal do arremesso das crianças apenas apresentou diferença entre a distância longe e perto ($p < 0,05$). As crianças demonstraram a necessidade de uma maior geração de velocidade resultante na distância longe (comparada à distância médio e perto dos adultos; $p < 0,05$), médio (comparada à distância perto dos adultos; $p < 0,05$) e perto (comparada à distância longe e perto dos adultos; $p < 0,05$). Os adultos apresentaram menor velocidade horizontal da bola no lançamento na distância perto (comparada às três distâncias no arremesso das crianças; $p < 0,05$) e médio (comparada à distância médio e longe das crianças; $p < 0,05$). Não foi encontrada diferença entre a velocidade vertical das crianças e adultos entre as distâncias de arremesso ($p < 0,05$).

4.3 VARIÁVEIS LINEARES DO CENTRO DE MASSA

A tabela 05 apresenta os resultados das variáveis espaciais lineares (deslocamento e velocidade) do centro de massa de adultos e crianças, em função do aumento na distância do arremesso.

Tabela 05 – Variáveis Lineares do Centro de Massa de Adultos e Crianças nas Distâncias Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|--|-------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Maior Deslocamento Vertical (m) | 0,44 (0,07) | 0,45 (0,05) | 0,48 (0,07) ^{5,6} | 0,43 (0,06) | 0,40 (0,07) ³ | 0,38 (0,07) ³ |
| Maior Deslocamento Horizontal (m) | 0,31 (0,06) | 0,31 (0,19) | 0,21 (0,15) ⁴ | 0,38 (0,13) ³ | 0,31 (0,06) | 0,31 (0,06) |
| Deslocamento Vertical no Lançamento (m) | 0,40 (0,08) ⁶ | 0,42 (0,06) ^{5,6} | 0,45 (0,06) ^{4,5,6} | 0,35 (0,06) ³ | 0,32 (0,06) ^{2,3} | 0,32 (0,08) ^{1,2,3} |
| Deslocamento Horizontal no Lançamento (m) | 0,29 (0,06) ⁶ | 0,30 (0,14) ⁶ | 0,20 (0,15) | 0,33 (0,11) ⁶ | 0,20 (0,14) | 0,14 (0,15) ^{1,2,4} |
| Maior Velocidade Vertical (m/s) | 2,20 (0,24) | 2,21 (0,23) | 2,28 (0,25) ⁶ | 2,15 (0,26) | 2,11 (0,28) | 1,97 (0,21) ³ |
| Maior Velocidade Horizontal (m/s) | 1,00 (0,31) ⁴ | 0,83 (0,28) ⁴ | 0,72 (0,21) ⁴ | 1,63 (0,50) ^{1,2,3,5,6} | 0,95 (0,28) ⁴ | 0,73 (0,24) ⁴ |
| Velocidade Vertical no Lançamento (m/s) | 0,85 (0,59) ^{2,3} | 0,22 (0,68) ^{1,3,4,5,6} | -0,37 (0,60) ^{1,2,4,5,6} | 1,30 (0,40) ^{2,3} | 1,29 (0,44) ^{2,3} | 1,02 (0,51) ^{2,3} |
| Velocidade Horizontal no Lançamento (m/s) | 0,10 (0,37) ⁴ | 0,04 (0,29) ⁴ | -0,01 (0,15) ⁴ | 0,71 (0,52) ^{1,2,3,5,6} | 0,27 (0,31) ⁴ | 0,14 (0,24) ⁴ |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Durante a execução do arremesso os adultos elevaram o centro de massa mais alto que as crianças, tais diferenças ocorreram principalmente na distância perto comparada à distância médio e médio (p<0,05). No instante de lançamento a elevação do centro de massa foi maior para os adultos na

distância longe (em relação à distância perto das crianças; $p < 0,05$), médio (em relação à distância médio e perto das crianças; $p < 0,05$) e perto (em relação às três distâncias das crianças; $p < 0,05$). Os adultos deslocam mais o centro de massa na horizontal nas distâncias longe (em relação à distância perto; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância perto; $p < 0,05$). As crianças aumentaram o deslocamento do centro de massa, em função do aumento da distância, sendo a diferença entre a distância perto e longe significativa ($p < 0,05$).

Os adultos produziram maior velocidade na vertical na distância perto em comparação às crianças ($p < 0,05$). As crianças demonstram maior velocidade na horizontal em função do aumento da distância, sendo significativa a diferença do arremesso longe comparado ao perto ($p < 0,05$) e médio ($p < 0,05$). O arremesso longe das crianças também diferiu significativamente dos adultos nas três condições de arremesso para o maior valor de velocidade horizontal do centro de massa ($p < 0,05$). As crianças apresentaram maior velocidade vertical do centro de massa no lançamento comparado aos adultos nas distâncias perto e médio ($p < 0,05$). Uma maior velocidade horizontal do centro de massa no instante de lançamento também foi verificada nas crianças na distância longe, comparada as demais distâncias ($p < 0,05$) e em comparação aos adultos nas três condições de arremesso ($p < 0,05$).

4.4. VARIÁVEIS ESPAÇO-TEMPORAIS DO MOVIMENTO

As variáveis espaço-temporais que descrevem a coordenação do movimento foram divididas em seis tópicos: (1) variáveis espaciais de deslocamento angular, (2) variáveis temporais de deslocamento angular, (3)

comportamento angular das articulações adjacentes, (4) variáveis espaciais de velocidade angular, (5) variáveis temporais de velocidade angular.

4.4.1 Variáveis Espaciais de Deslocamento Angular

As figuras 12, 13, 14 e 15, apresentam o comportamento das variáveis espaciais de deslocamento angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco de adultos e das crianças em função da distância.

Figura 12 – Deslocamento Angular do Tornozelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

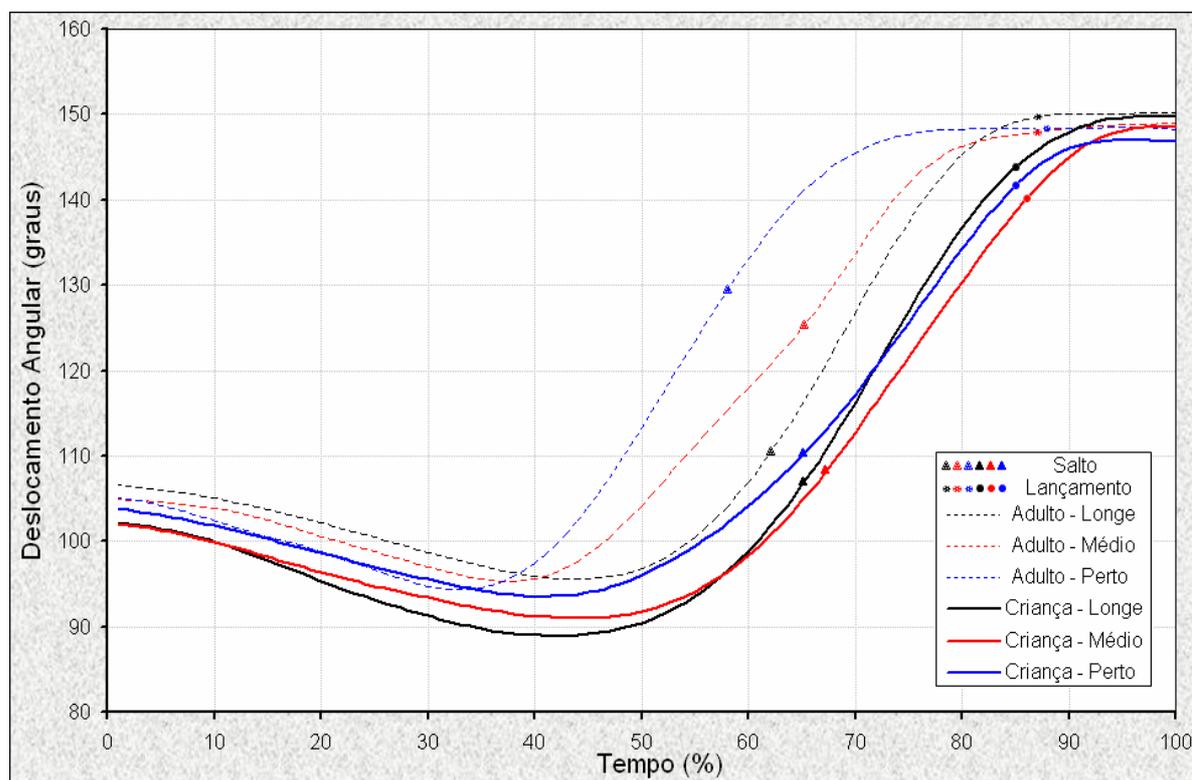
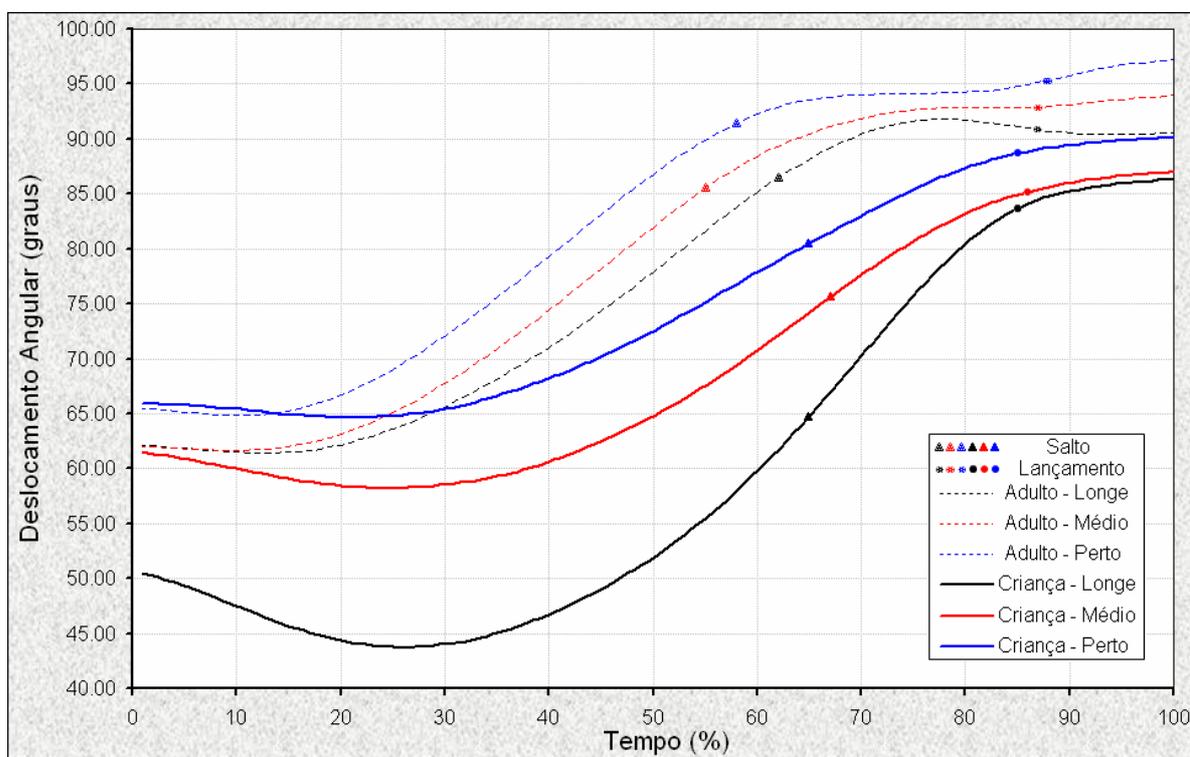


Figura 15 – Deslocamento Angular do Tronco de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).



A tabela 06 apresenta as variáveis espaciais de deslocamento angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco, de adultos e crianças em função do aumento da distância do arremesso.

As crianças apresentaram maior flexão de quadril no início do movimento na distância longe comparada as distâncias perto, e à distância perto, médio e longe dos adultos ($p < 0,05$). Uma maior inclinação de tronco para frente também foi verificada no arremesso de longe das crianças comparado ao arremesso perto das crianças e adultos ($p < 0,05$). Os adultos apresentam uma pequena inclinação de tronco para trás nas três distâncias de arremesso, sendo significativa a diferença entre a inclinação de tronco para frente das crianças nas distâncias longe e médio ($p < 0,05$). Uma maior flexão de tornozelo na distância longe comparada a distância perto foi desempenhada pelas

crianças ($p < 0,05$). As crianças utilizaram maior flexão de quadril e inclinação de tronco para frente (menor ângulo e amplitude angular) na distância longe ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças entre os ângulos do tornozelo, joelho, quadril e tronco em função da distância no arremesso dos adultos ($p > 0,05$).

Tabela 06 – Variáveis Espaciais de Deslocamento Angular (Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--|--------------------------------|--------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Ângulo Inicial (°): | | | | | | |
| Tornozelo | 106,58 (4,80) | 104,87 (6,04) | 105,08 (6,82) | 102,21 (7,10) | 102,07 (6,29) | 103,84 (6,54) |
| Joelho | 143,82 (13,58) | 142,51 (14,26) | 144,65 (13,96) | 138,36 (12,11) | 141,15 (13,89) | 142,61 (14,07) |
| Quadril | 157,59 (12,08) ⁴ | 157,38 (12,76) ⁴ | 159,63 (13,00) ⁴ | 142,04 (13,67) ^{1,2,3,6} | 153,98 (11,49) | 157,55 (10,55) ⁴ |
| Tronco | 62,12 (9,47) | 62,03 (11,02) | 65,50 (14,56) ⁴ | 50,47 (15,57) ^{3,6} | 61,51 (13,47) | 65,91 (10,01) ⁴ |
| Maior Ângulo (°): | | | | | | |
| Tornozelo | 153,10 (7,34) | 151,18 (5,74) | 150,26 (6,75) | 150,85 (9,50) | 149,47 (8,75) | 148,23 (7,25) |
| Joelho | 170,65 (5,06) | 171,98 (3,16) | 172,03 (3,68) | 172,49 (6,11) | 174,01 (4,61) | 172,75 (4,16) |
| Quadril | 180,73 (6,76) | 179,78 (7,87) | 178,69 (8,34) | 176,60 (9,45) | 174,31 (6,91) | 174,60 (6,23) |
| Tronco | 93,73 (5,93) | 95,15 (4,36) | 97,65 (9,81) ^{4,5} | 88,68 (7,10) ³ | 88,23 (5,23) ³ | 90,84 (6,59) |
| Menor Ângulo (°): | | | | | | |
| Tornozelo | 93,94 (8,44) | 92,79 (6,75) | 92,78 (9,09) | 86,69 (7,79) ⁶ | 88,00 (7,80) | 90,88 (7,41) ⁴ |
| Joelho | 106,05 (8,49) | 107,87 (8,86) | 107,72 (6,57) | 99,86 (5,24) | 104,38 (8,77) | 109,17 (11,04) |
| Quadril | 150,15 (12,77) ⁴ | 151,41 (11,84) ⁴ | 150,80 (12,50) ⁴ | 126,90 (14,45) ^{1,2,3,5,6} | 142,36 (12,74) ⁴ | 148,57 (13,22) ⁴ |
| Tronco | 60,59 (8,77) ⁴ | 60,93 (11,56) ⁴ | 63,64 (13,65) ⁴ | 42,15 (17,00) ^{1,2,3,5,6} | 56,38 (14,43) ⁴ | 61,73 (12,19) ⁴ |
| Amplitude Angular (°): | | | | | | |
| Tornozelo | 59,16 (6,72) | 58,39 (7,37) | 57,48 (7,79) | 64,16 (6,35) | 61,47 (6,10) | 57,35 (5,46) |
| Joelho | 64,60 (9,32) | 64,12 (8,63) | 64,31 (5,53) | 72,63 (9,55) | 69,63 (11,12) | 63,57 (12,59) |
| Quadril | 30,57 (10,12) ⁴ | 28,36 (10,23) ⁴ | 27,88 (8,72) ⁴ | 49,71 (14,84) ^{1,2,3,5,6} | 31,94 (8,18) ⁴ | 26,03 (9,02) ⁴ |
| Tronco | 33,14 (8,79) ⁴ | 34,22 (11,23) ⁴ | 34,01 (10,21) ⁴ | 46,53 (15,04) ^{1,2,3,5,6} | 31,85 (12,31) ⁴ | 29,11 (8,78) ⁴ |
| Ângulo no Lançamento (°): | | | | | | |
| Tornozelo | 148,70 (11,17) | 147,37 (7,09) | 148,39 (6,39) | 145,80 (12,66) | 142,74 (12,48) | 143,68 (10,42) |
| Joelho | 168,50 (6,08) | 169,28 (4,19) | 169,25 (4,11) | 169,15 (7,57) | 169,84 (7,41) | 169,21 (6,66) |
| Quadril | 178,05 (6,62) | 177,96 (8,18) | 177,40 (8,15) | 174,01 (8,87) | 171,85 (7,01) | 173,18 (5,81) |
| Tronco | 90,36 (4,27) | 92,67 (4,00) ^{4,5} | 95,28 (9,04) ^{4,5} | 84,45 (6,96) ^{2,3} | 85,71 (5,70) ^{2,3} | 88,74 (6,50) |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

As figuras 16, 17, e 18, apresentam o comportamento da variável espacial de deslocamento angular das articulações do ombro, cotovelo e punho, durante os arremessos de adultos e crianças em função da distância.

Figura 16 – Deslocamento Angular do Ombro de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

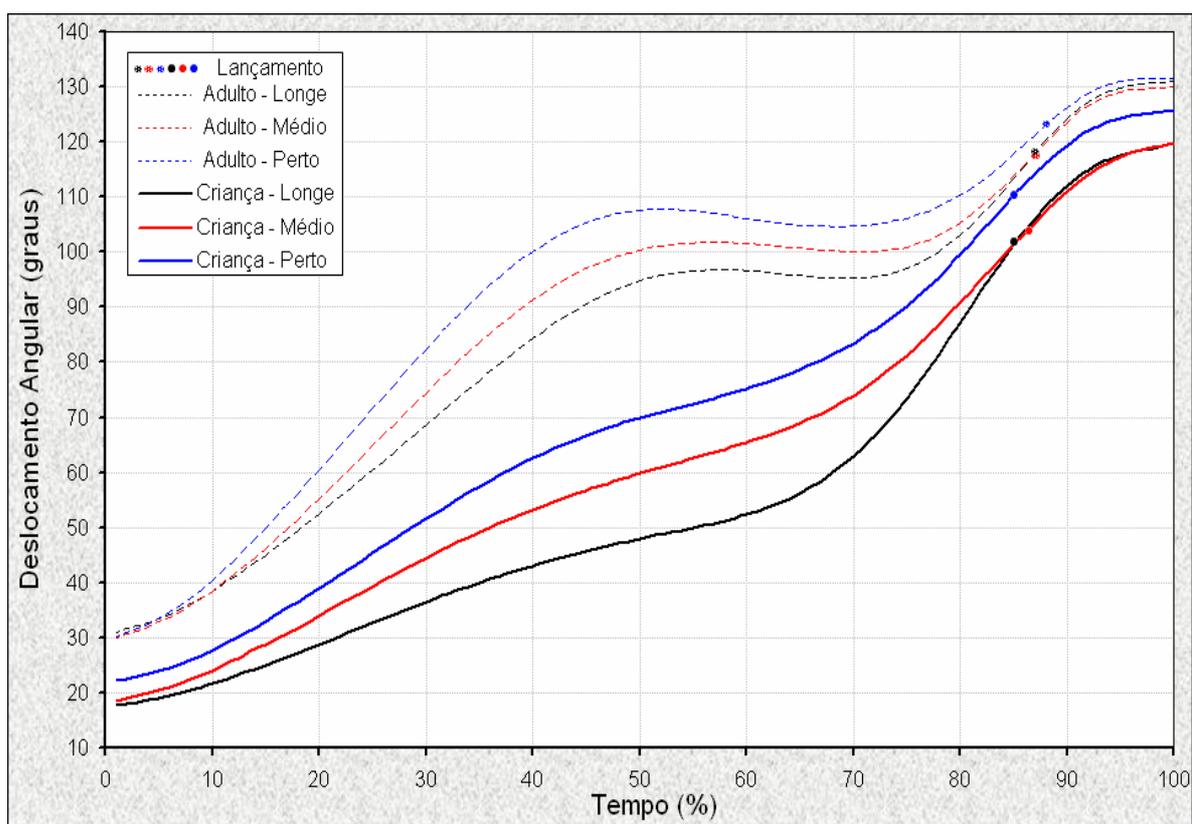


Figura 17 – Deslocamento Angular do Cotovelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

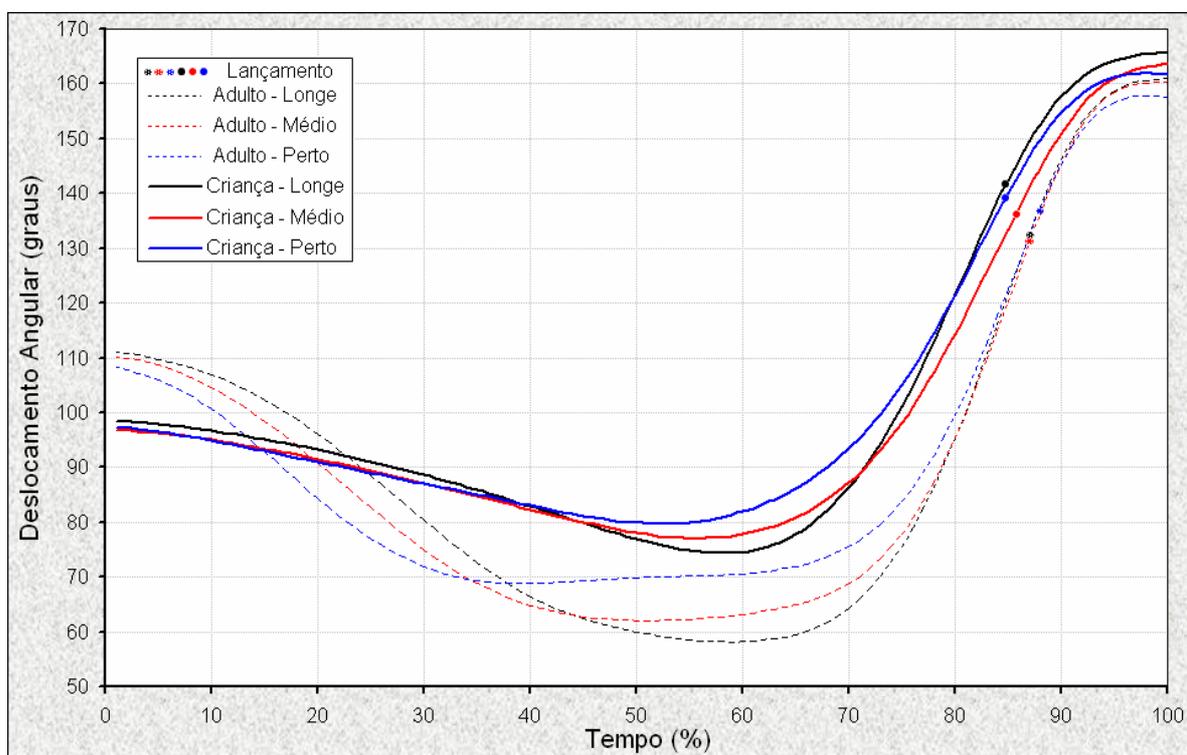
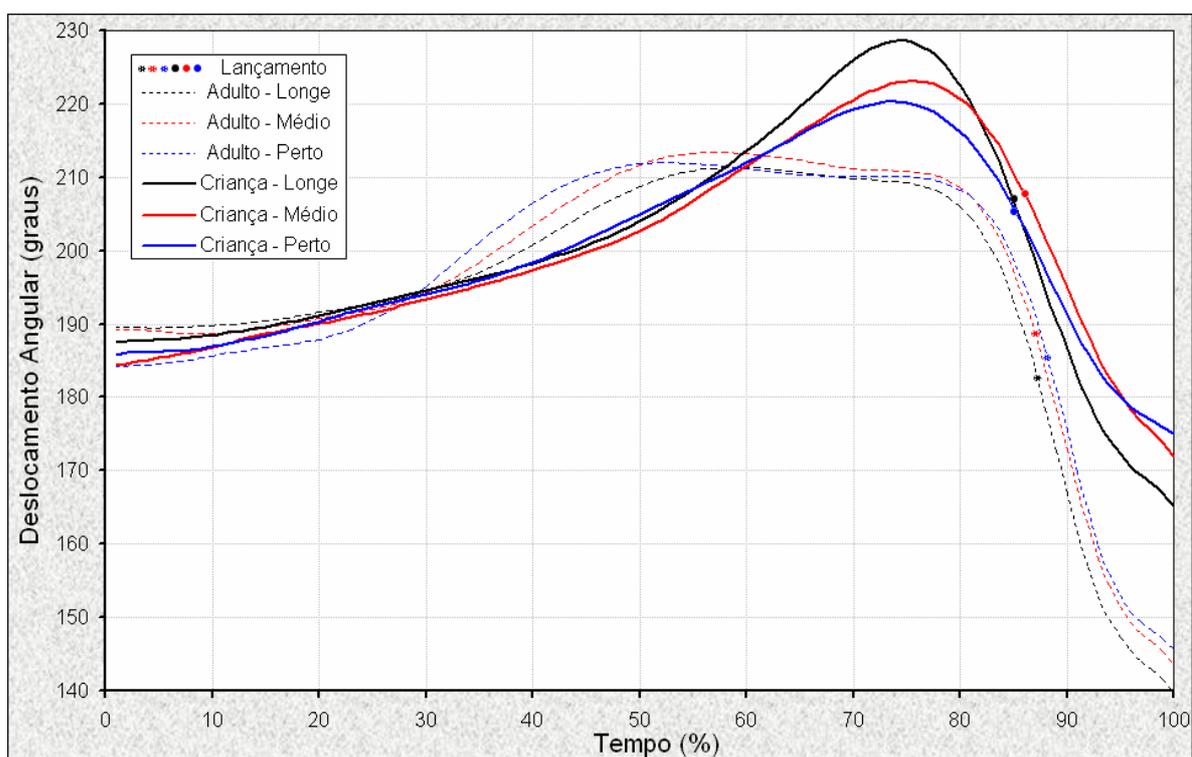


Figura 18 – Deslocamento Angular do Punho de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).



A tabela 07 apresenta as variáveis espaciais de deslocamento angular do ombro, cotovelo e punho, selecionadas para comparar a performance do arremesso de adultos e crianças em função do aumento da distância do arremesso.

O aumento da distância do arremesso não modificou os valores angulares do ombro, cotovelo e punho das crianças e adultos ($p > 0,05$). Os adultos apresentaram maior valor angular de flexão no ombro na distância longe (comparada às distâncias longe e perto das crianças; $p < 0,05$), médio (comparada à distância longe das crianças; $p < 0,05$) e perto (comparada às distâncias longe e médio das crianças; $p < 0,05$). Uma maior flexão de cotovelo também foi verificado no arremesso dos adultos na distância longe (comparada às distâncias médio e perto das crianças; $p < 0,05$) e médio (comparada à distância perto das crianças; $p < 0,05$). Esta maior flexão de cotovelo dos adultos foi acompanhada de numa maior amplitude de movimento na articulação do cotovelo nas distâncias longe e médio comparada a distância perto das crianças ($p < 0,05$). As crianças apresentaram uma menor flexão de punho nas distâncias longe (comparada à distância longe e médio dos adultos; $p < 0,05$), médio e perto (comparadas às três distâncias dos adultos; $p < 0,05$). No instante de lançamento as crianças apresentaram menor flexão de ombro (distância longe e médio) e punho (nas três distâncias), ambos em relação aos adultos nas três distâncias de arremesso ($p < 0,05$).

Tabela 07 – Variáveis Espaciais de Deslocamento Angular (Ombro Cotovelo e Punho) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Ângulo Inicial (°): | | | | | | |
| Ombro | 31,04 (12,85) ⁴ | 30,07 (11,74) | 30,17 (14,36) | 17,63 (13,77) ¹ | 18,55 (10,67) | 22,13 (10,39) |
| Cotovelo | 111,09 (21,89) | 110,16 (19,63) | 108,20 (18,47) | 98,38 (22,70) | 96,82 (18,17) | 97,32 (17,42) |
| Punho | 189,66 (18,08) | 189,23 (18,96) | 184,23 (21,73) | 187,55 (24,09) | 184,35 (26,30) | 185,85 (24,70) |
| Maior Ângulo (°): | | | | | | |
| Ombro | 131,21 (6,19) ^{4,5} | 130,02 (5,94) ⁴ | 131,73 (7,55) ^{4,5} | 119,77 (13,13) ^{1,2,3} | 120,48 (11,12) ^{1,3} | 126,34 (8,66) |
| Cotovelo | 161,22 (8,65) | 160,62 (10,17) | 158,07 (11,36) | 166,21 (7,87) | 164,35 (8,86) | 162,42 (9,98) |
| Punho | 214,99 (17,79) | 217,06 (16,14) | 215,74 (17,98) | 232,35 (17,71) | 226,67 (15,84) | 222,91 (18,43) |
| Menor Ângulo (°): | | | | | | |
| Ombro | 31,04 (12,85) ⁴ | 30,07 (11,74) | 30,17 (14,36) | 17,62 (13,78) ¹ | 18,55 (10,67) | 22,13 (10,39) |
| Cotovelo | 54,82 (11,35) ^{5,6} | 58,17 (12,48) ⁶ | 63,10 (13,68) | 69,01 (15,17) | 71,59 (16,01) ¹ | 76,47 (15,71) ^{1,2} |
| Punho | 139,90 (15,47) ^{4,5,6} | 143,71 (16,11) ^{4,5,6} | 145,60 (12,27) ^{5,6} | 160,49 (12,98) ^{1,2} | 164,27 (13,61) ^{1,2,3} | 165,25 (14,99) ^{1,2,3} |
| Amplitude Angular (°): | | | | | | |
| Ombro | 100,17 (14,49) | 99,94 (13,73) | 101,56 (17,39) | 102,14 (21,84) | 101,94 (14,23) | 104,20 (14,00) |
| Cotovelo | 106,39 (10,05) ⁶ | 102,45 (12,86) ⁶ | 94,97 (16,47) | 97,20 (15,66) | 92,76 (14,54) | 85,96 (15,95) ^{1,2} |
| Punho | 75,08 (19,38) | 73,35 (17,87) | 70,15 (21,50) | 71,87 (24,07) | 62,40 (17,12) | 57,66 (26,48) |
| Ângulo no Lançamento (°): | | | | | | |
| Ombro | 117,85 (8,21) ^{4,5} | 119,06 (7,20) ^{4,5} | 122,94 (8,59) ^{4,5} | 100,80 (16,05) ^{1,2,3} | 102,54 (14,44) ^{1,2,3} | 110,55 (13,24) |
| Cotovelo | 133,30 (7,56) | 135,47 (8,26) | 137,06 (12,11) | 144,17 (20,22) | 139,93 (17,48) | 141,79 (15,98) |
| Punho | 186,11 (10,12) ^{4,5,6} | 188,32 (10,62) ^{4,5,6} | 187,95 (10,11) ^{4,5,6} | 207,03 (8,19) ^{1,2,3} | 208,07 (8,58) ^{1,2,3} | 206,38 (12,22) ^{1,2,3} |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

4.4.2 Variáveis Temporais de Deslocamento Angular.

As tabelas 08, 09 e 10, descrevem o tempo em segundos e porcentagem em que as variáveis espaciais de deslocamento angular durante a performance de adultos e crianças em função do aumento na distância de arremesso.

Tabela 08 – Variáveis Temporais do Arremesso de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|-------------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Tempo Total do Arremesso (s) | 0,713 (0,133) | 0,774 (0,111) ⁴ | 0,814 (0,122) ^{4,5} | 0,626 (0,114) ^{2,3} | 0,672 (0,167) ³ | 0,687 (0,133) |
| Tempo no Lançamento (s) | 0,611 (0,101) | 0,677 (0,113) ⁴ | 0,714 (0,119) ^{4,5} | 0,533 (0,114) ^{2,3} | 0,580 (0,165) ³ | 0,588 (0,133) |
| Tempo no Lançamento (%) | 86,57 (1,96) | 87,19 (2,46) | 87,51 (1,77) | 84,78 (3,20) | 85,66 (3,80) | 85,08 (3,30) |
| Tempo no Salto (s) | 0,504 (0,093) | 0,510 (0,119) | 0,473 (0,105) | 0,477 (0,129) | 0,534 (0,189) | 0,523 (0,147) |
| Tempo no Salto (%) | 71,58 (7,49) ³ | 65,68 (10,58) ^{4,5,6} | 57,93 (7,81) ^{1,4,5,6} | 75,16 (7,74) ^{2,3} | 77,61 (9,37) ^{2,3} | 75,19 (9,34) ^{2,3} |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Os adultos demonstraram maiores valores para o tempo total e no tempo de lançamento no tempo absoluto (segundos) na distância médio (em relação à distância longe das crianças; $p < 0,05$) e perto (em relação à distância longe e perto das crianças; $p < 0,05$). O tempo relativo em que o lançamento ocorre demonstrou consistência no arremesso dos adultos e crianças em função do aumento da distância e não diferiu entre os grupos ($p > 0,05$). Todavia, os

adultos demonstraram um atraso no tempo relativo que o salto ocorreu quando a distância do arremesso aumentou (longe; $p < 0,05$). As crianças saltaram mais próximo ao instante de lançamento da bola, quando comparado aos adultos na distância perto ($p < 0,05$) e médio ($p < 0,05$).

Os adultos apresentaram um atraso no instante absoluto (segundos) que o maior ângulo do tronco ocorreu entre a distância longe e perto ($p < 0,05$). O instante absoluto que o maior ângulo do tronco ocorreu na distância longe dos adultos também diferiu da distância perto nas crianças ($p < 0,05$). O tempo relativo do maior ângulo do tornozelo na distância médio dos adultos foi menor que nas distâncias perto e médio das crianças ($p < 0,05$). O joelho dos adultos apresentou um atraso no tempo relativo do maior ângulo quando o arremesso passou da distância perto para longe ($p < 0,05$). O maior ângulo do quadril na distância longe das crianças ocorreu depois em comparação ao arremesso desempenhado pelos adultos na distância médio ($p < 0,05$). O menor ângulo do tornozelo dos adultos na distância perto ocorreu antes (quanto ao tempo relativo) da distância longe ($p < 0,05$), e da distância médio nas crianças ($p < 0,05$). O tempo relativo em que o menor ângulo do joelho no arremesso perto dos adultos foi menor que o das crianças na distância longe e médio ($p < 0,05$). O tempo relativo do menor ângulo do tronco é menor nas distâncias longe e médio das crianças quando comparadas às distâncias perto e médio dos adultos ($p < 0,05$).

Tabela 09 – Variáveis Temporais do Deslocamento Angular (Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|-----------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Tempo do Maior Ângulo (s): | | | | | | |
| Tornozelo | 0,604 (0,090) | 0,631 (0,120) | 0,686 (0,166) | 0,587 (0,127) | 0,639 (0,188) | 0,634 (0,148) |
| Joelho | 0,640 (0,098) | 0,685 (0,101) | 0,654 (0,182) | 0,533 (0,135) | 0,605 (0,195) | 0,595 (0,156) |
| Quadril | 0,582 (0,113) | 0,633 (0,088) | 0,669 (0,123) | 0,578 (0,136) | 0,609 (0,193) | 0,610 (0,149) |
| Tronco | 0,593 (0,077) ³ | 0,680 (0,104) | 0,768 (0,013) ^{1,4} | 0,586 (0,139) ³ | 0,631 (0,184) | 0,630 (0,145) |
| Tempo do Menor Ângulo (s): | | | | | | |
| Tornozelo | 0,336 (0,105) | 0,310 (0,104) | 0,284 (0,123) | 0,292 (0,120) | 0,348 (0,170) | 0,318 (0,144) |
| Joelho | 0,316 (0,079) | 0,319 (0,102) | 0,291 (0,093) | 0,291 (0,109) | 0,340 (0,165) | 0,321 (0,132) |
| Quadril | 0,222 (0,148) | 0,218 (0,155) | 0,241 (0,120) | 0,223 (0,123) | 0,286 (0,165) | 0,241 (0,134) |
| Tronco | 0,089 (0,063) | 0,086 (0,060) | 0,077 (0,068) | 0,152 (0,098) | 0,163 (0,110) | 0,117 (0,103) |
| Tempo do Maior Ângulo (%): | | | | | | |
| Tornozelo | 86,20 (9,67) | 81,60 (11,44) ^{4,5} | 84,00 (13,03) | 93,47 (7,04) ² | 94,07 (6,98) ² | 91,93 (8,85) |
| Joelho | 91,07 (8,15) ³ | 88,67 (8,73) | 79,60 (15,14) ¹ | 84,40 (7,66) | 88,67 (8,83) | 85,87 (9,36) |
| Quadril | 82,53 (8,82) | 82,07 (6,92) ⁴ | 82,27 (10,17) | 91,93 (10,74) ² | 89,47 (9,72) | 88,07 (7,87) |
| Tronco | 85,20 (12,82) | 88,53 (13,01) | 95,07 (12,23) | 93,13 (10,80) | 93,40 (8,96) | 91,73 (11,50) |
| Tempo do Menor Ângulo (%): | | | | | | |
| Tornozelo | 47,33 (10,33) ³ | 39,73 (10,54) | 34,40 (11,71) ^{1,5} | 45,20 (11,34) | 49,33 (12,29) ³ | 44,26 (13,25) |
| Joelho | 44,53 (6,41) | 40,67 (9,32) | 35,13 (7,29) ^{4,5} | 45,27 (9,26) ³ | 48,13 (11,81) ³ | 45,00 (11,22) |
| Quadril | 30,87 (18,24) | 27,13 (17,56) | 28,60 (11,79) | 33,80 (13,73) | 39,80 (12,62) | 34,07 (14,00) |
| Tronco | 12,20 (8,00) | 10,67 (7,27) ^{4,5} | 8,93 (7,53) ^{4,5} | 23,40 (12,77) ^{2,3} | 23,53 (12,69) ^{2,3} | 17,40 (13,66) |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Tabela 10 – Variáveis Temporais de Deslocamento Angular (Ombro, Cotovelo e Punho) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|-----------------------------------|------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Tempo do Maior Ângulo (s): | | | | | | |
| Ombro | 0,697 (0,100) | 0,767 (0,108) ^{4,5} | 0,800 (0,124) ^{4,5,6} | 0,623 (0,114) ^{2,3} | 0,627 (0,154) ^{2,3} | 0,660 (0,148) ³ |
| Cotovelo | 0,699 (0,106) | 0,765 (0,113) ⁴ | 0,799 (0,123) ^{4,5} | 0,611 (0,115) ^{2,3} | 0,660 (0,172) ³ | 0,667 (0,130) |
| Punho | 0,441 (0,165) | 0,480 (0,151) | 0,500 (0,156) | 0,465 (0,126) | 0,517 (0,153) | 0,512 (0,121) |
| Tempo do Menor Ângulo (s): | | | | | | |
| Ombro | 0,007 (0,001) | 0,008 (0,001) | 0,008 (0,001) | 0,008 (0,007) | 0,007 (0,002) | 0,007 (0,001) |
| Cotovelo | 0,410 (0,129) | 0,399 (0,142) | 0,367 (0,157) | 0,373 (0,157) | 0,374 (0,144) | 0,317 (0,096) |
| Punho | 0,705 (0,103) | 0,774 (0,110) ^{4,5,6} | 0,811 (0,125) ^{4,5,6} | 0,455 (0,278) ^{2,3} | 0,478 (0,355) ^{2,3} | 0,452 (0,328) ^{2,3} |
| Tempo do Maior Ângulo (%): | | | | | | |
| Ombro | 99,00 (1,51) | 99,13 (1,55) | 98,27 (2,31) | 99,60 (1,05) | 94,47 (13,22) | 96,33 (11,25) |
| Cotovelo | 99,20 (1,26) | 98,80 (1,42) | 98,13 (1,60) | 97,67 (4,19) | 98,13 (3,72) | 97,13 (2,75) |
| Punho | 62,60 (21,08) | 62,07 (17,85) | 61,40 (18,87) | 73,20 (9,56) | 76,07 (4,98) | 74,00 (5,41) |
| Tempo do Menor Ângulo (%): | | | | | | |
| Ombro | 1,00 (0,0) | 1,00 (0,0) | 1,00 (0,0) | 1,40 (1,35) | 1,00 (0,0) | 1,00 (0,0) |
| Cotovelo | 57,40 (11,29) | 51,20 (14,84) | 44,20 (15,36) ⁴ | 58,80 (8,51) ³ | 54,80 (13,42) | 46,80 (12,46) |
| Punho | 100,00 (0,0) ⁶ | 100,00 (0,0) ⁶ | 99,67 (1,29) ⁶ | 72,33 (41,80) | 68,93 (45,26) | 64,80 (45,07) ^{1,2,3} |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

O instante absoluto (segundos) do maior ângulo do ombro nos adultos foi maior na distância médio (comparados às distâncias longe e médio nas crianças; $p < 0,05$) e perto (comparado às distâncias longe, médio, perto nas crianças; $p < 0,05$). Os adultos apresentaram o instante absoluto do maior ângulo do cotovelo maior na distância médio (em relação à distância longe das crianças; $p < 0,05$) e perto (em relação às distâncias longe e médio das crianças; $p < 0,05$). A maior flexão de punho na distância longe e médio dos adultos ocorreu após a das crianças nas três distâncias de arremesso ($p < 0,05$). Não foram encontradas diferenças significativas quanto os tempos relativos dos maiores ângulos na articulação do ombro, cotovelo e punho ($p > 0,05$). Todavia, o tempo relativo do menor ângulo do cotovelo dos adultos na distância perto foi antecipado em relação à distância longe das crianças ($p < 0,05$). As crianças anteciparam o tempo relativo em que ocorreu a maior flexão do punho na distância perto comparadas às três distâncias nos adultos ($p < 0,05$).

4.4.3 Comportamento Angular das Articulações Adjacentes.

Os gráficos 19, 20, 21 e 22, apresentam o comportamento angular das articulações adjacentes, na performance do arremesso de adultos e crianças em função da distância.

Figura 19 – Comportamento Angular do Tornozelo e Joelho de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

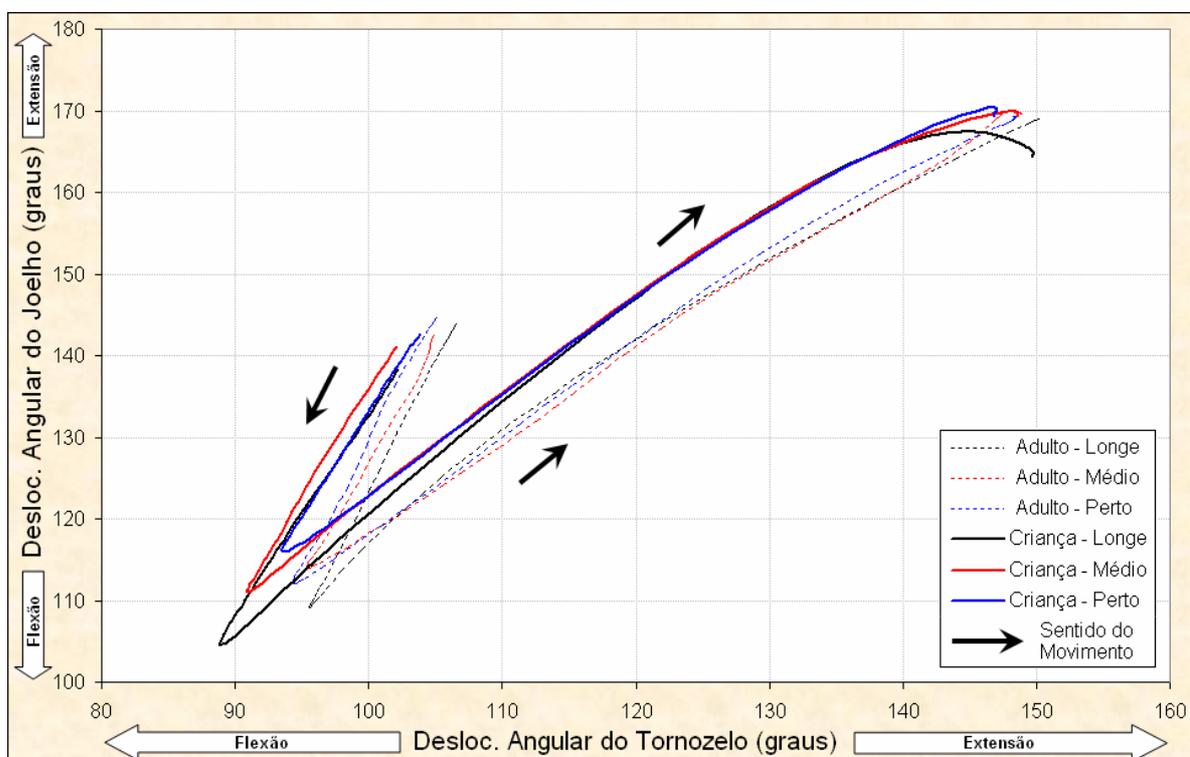


Figura 20 – Comportamento Angular do Quadril e Joelho de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

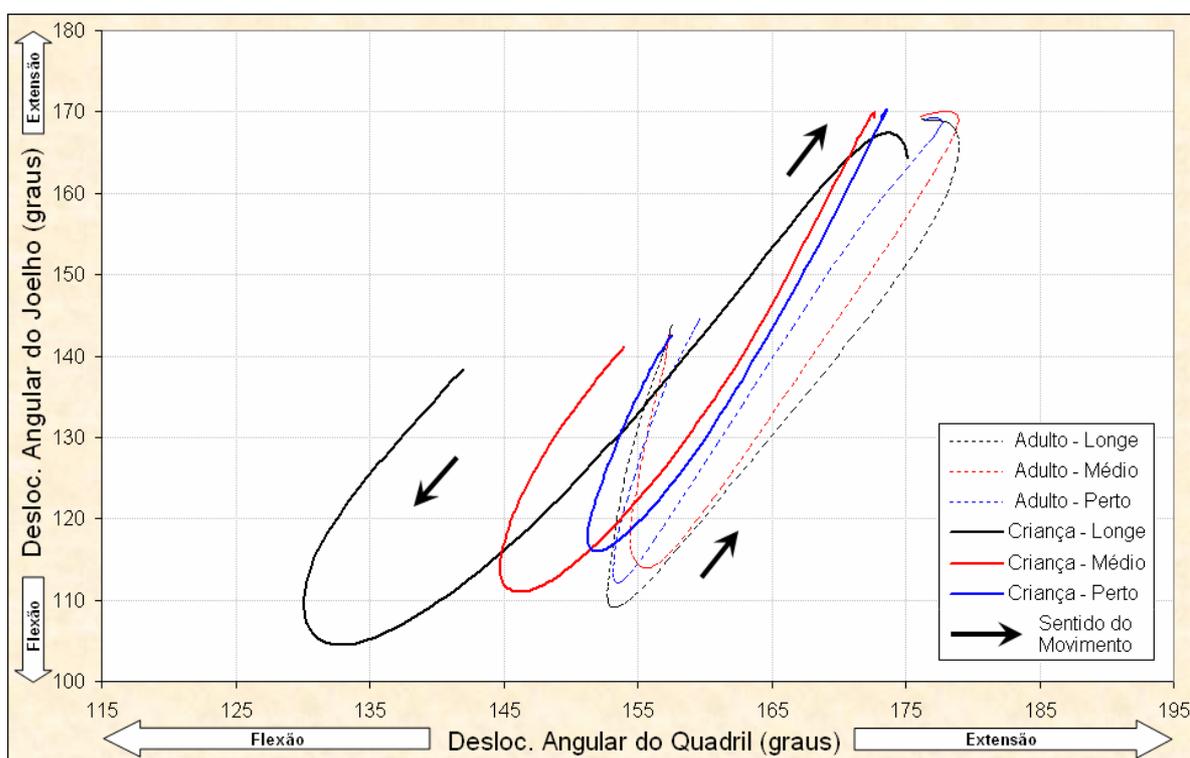


Figura 21 – Comportamento Angular do Quadril e Tronco de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

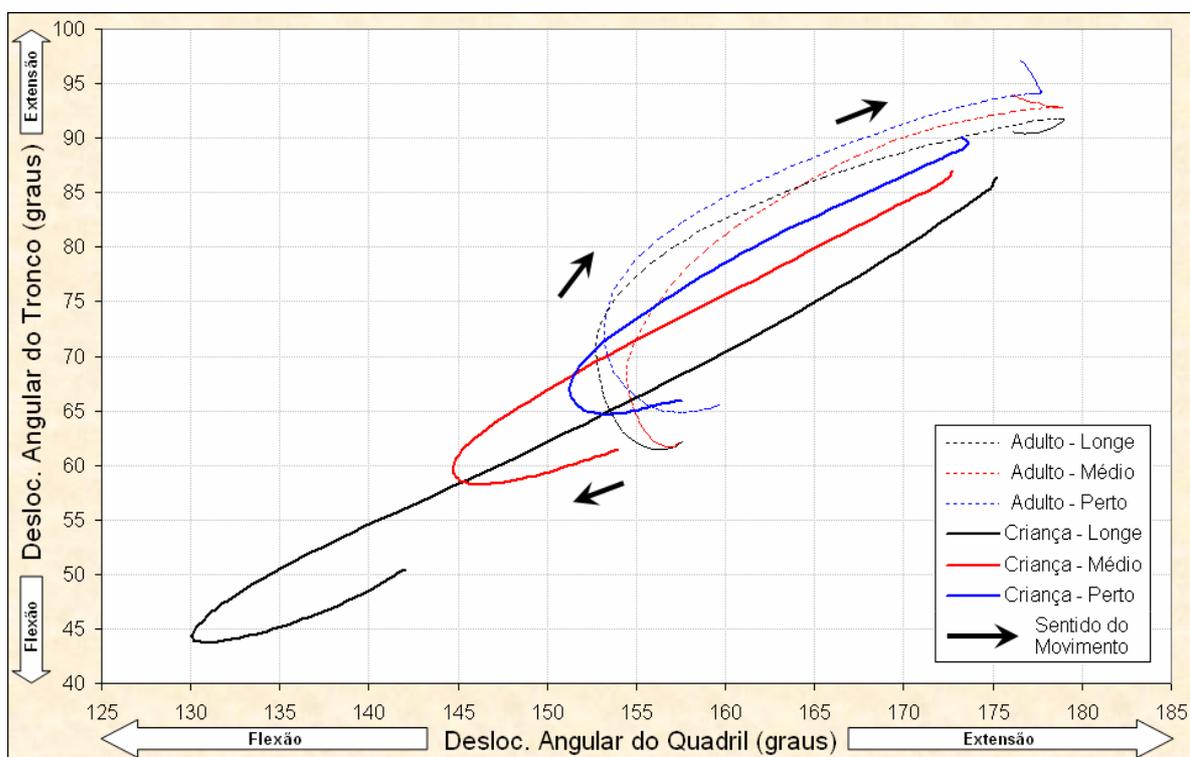


Figura 22 – Comportamento Angular do Ombro e Tronco de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

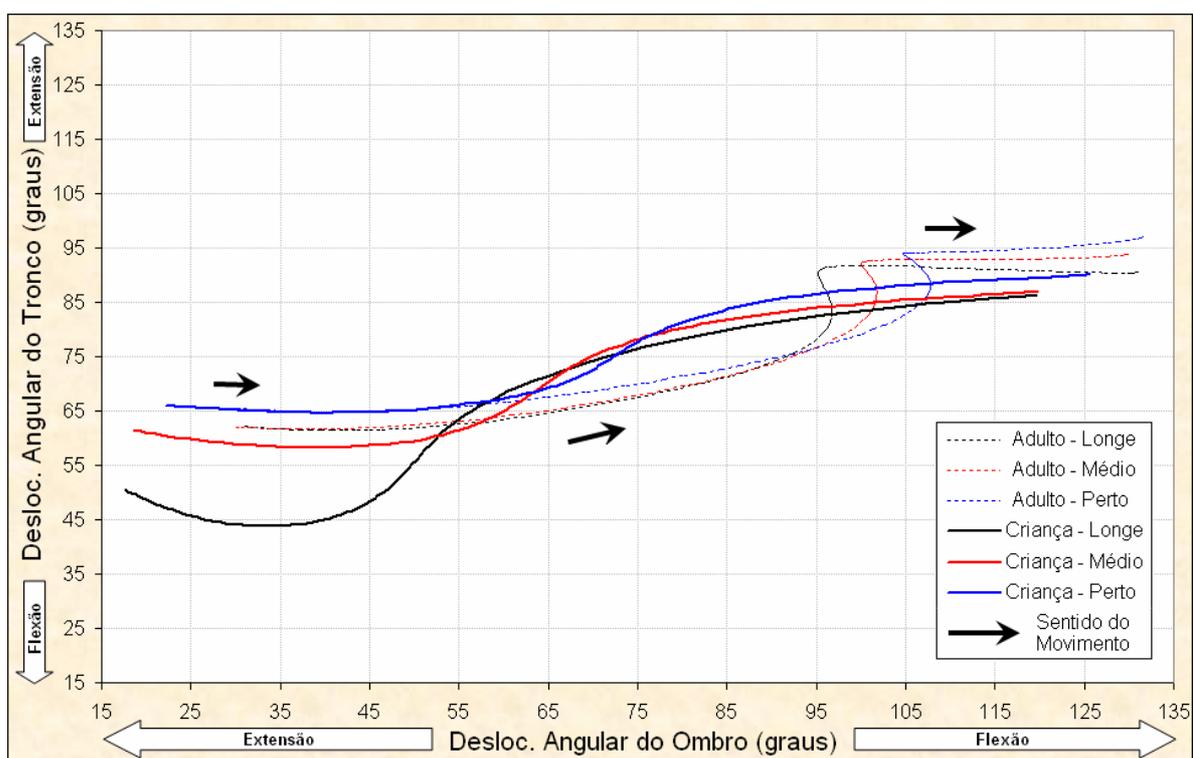


Figura 23 – Comportamento Angular do Ombro e Cotovelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

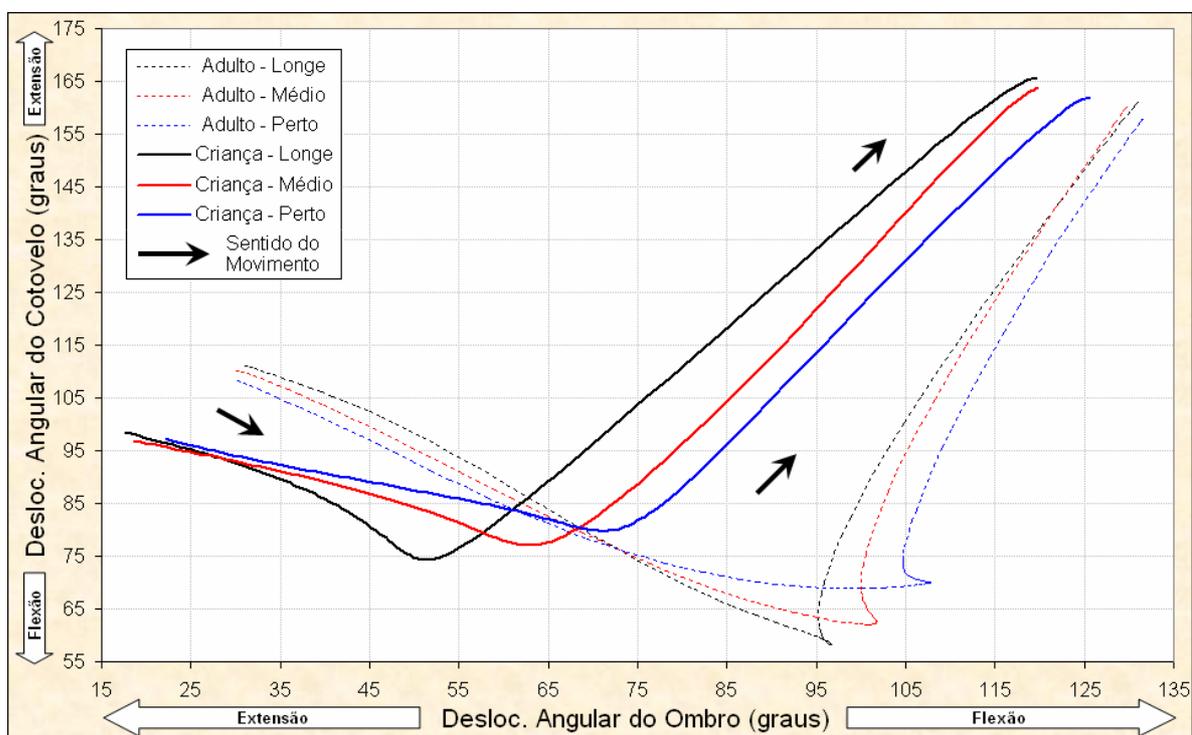
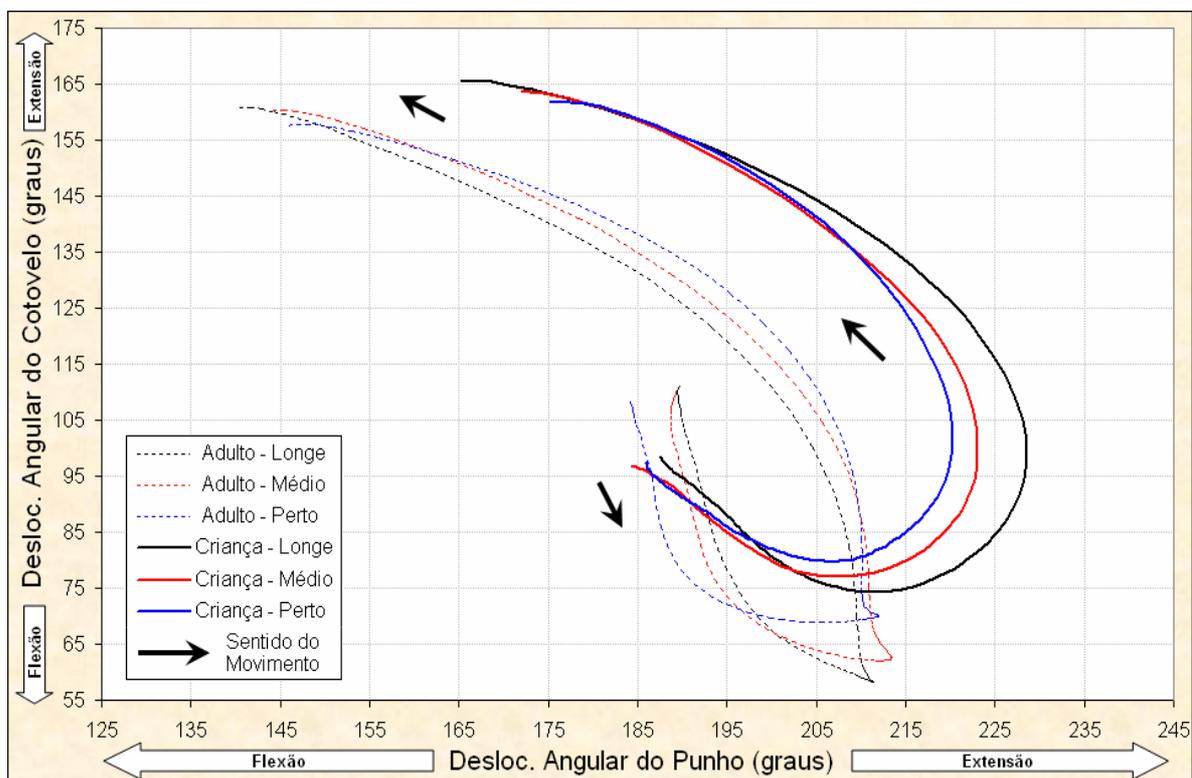


Figura 24 – Comportamento Angular do Punho e Cotovelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).



4.4.4 Variáveis Espaciais de Velocidade Angular

Os gráficos 25, 26, 27 e 28, apresentam o comportamento espacial da velocidade angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco, respectivamente, na performance do arremesso de adultos e crianças em função da distância.

Figura 25 – Velocidade Angular do Tornozelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

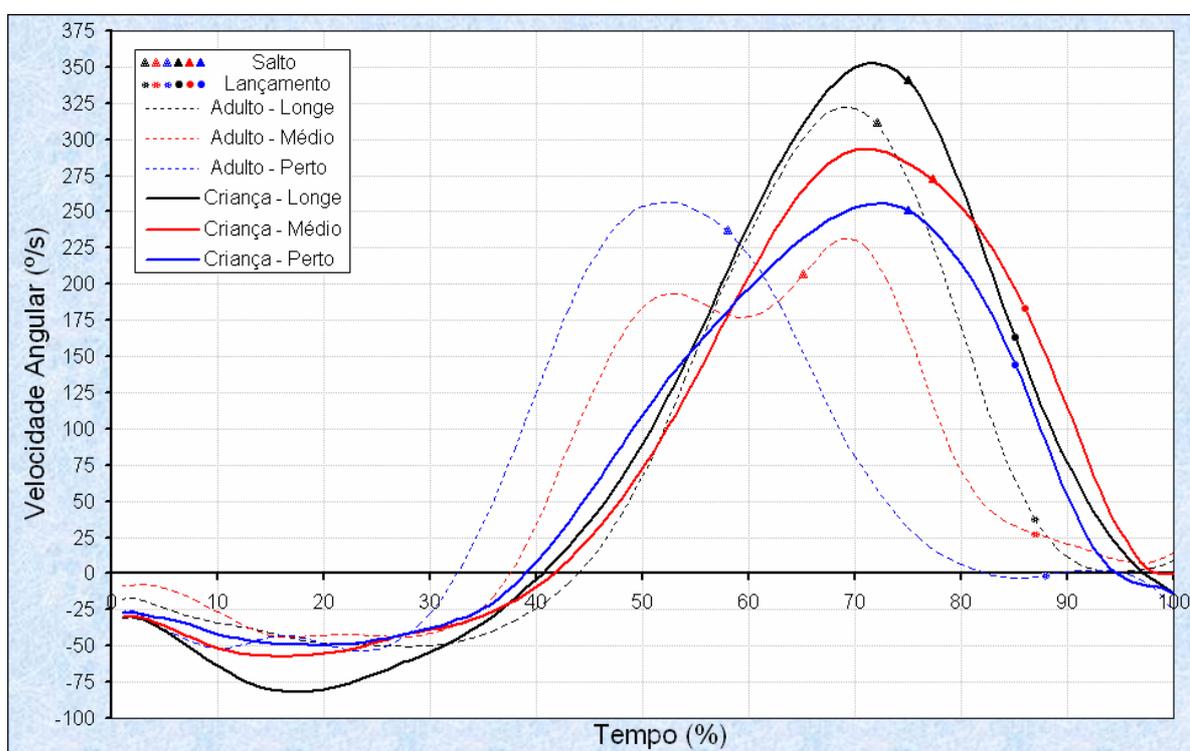
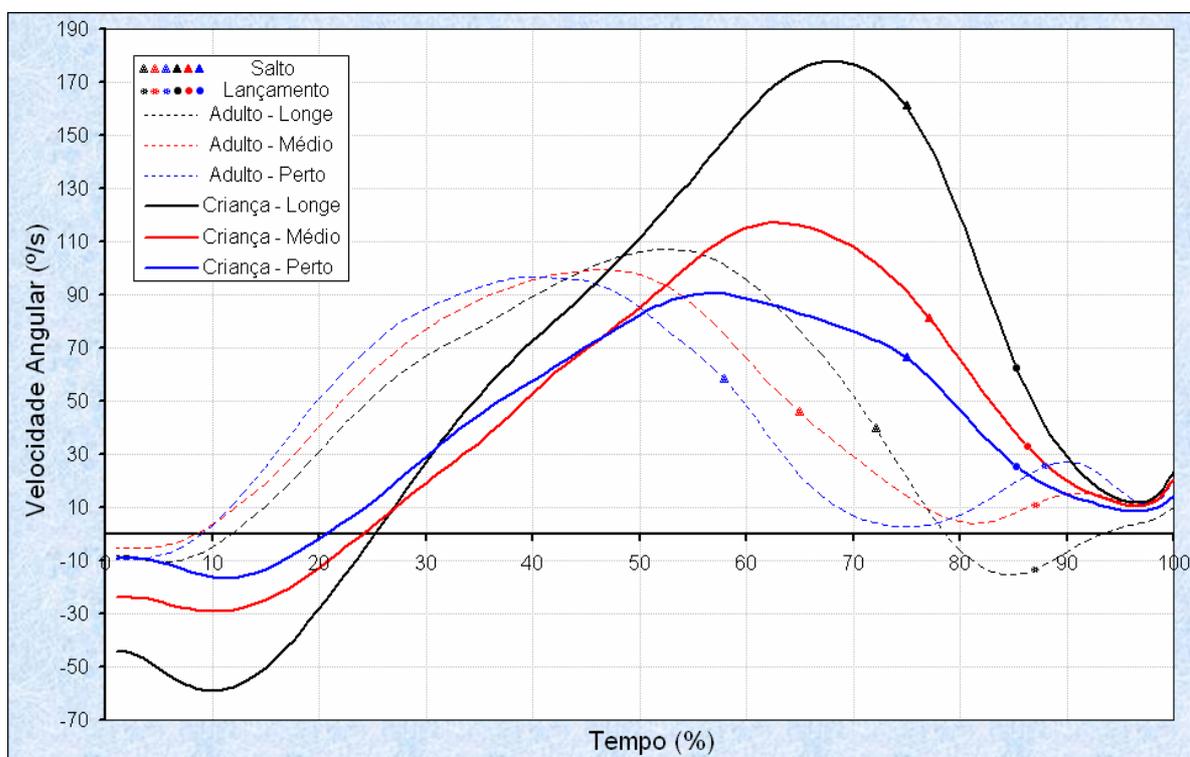


Figura 28 – Velocidade Angular do Tronco de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).



A tabela 11 apresenta as variáveis espaciais de velocidade angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco, durante a performance do arremesso de adultos e crianças em função do aumento da distância.

Tabela 11 – Variáveis Espaciais de Velocidade Angular (Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|--|--------------------------------|----------------------------------|--------------------------------|--|-----------------------------------|--------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Maior Velocidade Angular (°/s): | | | | | | |
| Tornozelo | 473,47 (50,13) | 449,73 (44,47) | 433,47 (84,02) | 497,52 (72,20) | 480,53 (74,11) | 430,93 (63,45) |
| Joelho | 430,86 (73,59) ⁴ | 411,86 (59,03) ^{4,5} | 436,40 (71,27) ⁴ | 568,31 (88,89) ^{1,2,3,6} | 512,23 (112,46) ² | 452,09 (92,42) ⁴ |
| Quadril | 192,23 (53,20) ⁴ | 154,68 (53,06) ⁴ | 153,35 (44,27) ⁴ | 274,54 (58,30) ^{1,2,3,5,6} | 192,94 (60,34) ⁴ | 154,95 (47,19) ⁴ |
| Tronco | 122,59 (34,93) ⁴ | 111,31 (39,28) ⁴ | 109,25 (34,61) ⁴ | 229,90 (76,87) ^{1,2,3,5,6} | 152,61 (66,82) ⁴ | 126,43 (60,90) ⁴ |
| Menor Velocidade Angular (°/s): | | | | | | |
| Tornozelo | -79,64 (25,64) | -79,53 (29,45) | -109,85 (73,18) | -94,85 (33,31) | -76,067 (25,98) | -70,28 (20,11) |
| Joelho | -193,06 (38,18) | -168,37 (43,04) | -196,04 (41,15) | -211,79 (37,33) | -185,61 (45,57) | -172,85 (42,45) |
| Quadril | -76,99 (33,95) | -53,81 (25,82) ⁴ | -65,95 (26,89) ⁴ | -103,34 (45,81) ^{2,3,6} | -76,99 (40,52) | -65,71 (31,84) ⁴ |
| Tronco | -39,07 (28,61) ⁴ | -24,61 (21,49) ⁴ | -26,44 (23,34) ⁴ | -83,72 (54,41) ^{1,2,3,6} | -47,63 (38,99) | -32,96 (31,08) ⁴ |
| Velocidade Angular no Lançamento (°/s): | | | | | | |
| Tornozelo | 54,84 (150,23) | 42,12 (118,63) ⁵ | 3,21 (24,56) ^{4,5} | 166,22 (141,79) ³ | 188,84 (163,59) ^{2,3} | 120,91 (141) |
| Joelho | 33,79 (107,96) | 17,92 (93,76) | 0,62 (32,03) | -18,34 (187,01) | 90,26 (190,54) | 74,31 (148,98) |
| Quadril | -22,17 (61,71) ⁴ | -21,45 (47,05) ⁴ | -8,58 (21,09) | 44,17 (62,51) ^{1,2} | 35,02 (62,41) | 27,18 (56,55) |
| Tronco | -7,17 (46,70) ⁴ | 16,40 (27,95) | 25,84 (23,84) | 56,66 (103,68) ¹ | 35,83 (57,28) | 26,37 (41,38) |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

As crianças demonstraram maior velocidade angular no movimento extensão do joelho nas distâncias longe (comparada à distância médio das crianças e às três distâncias dos adultos; $p < 0,05$) e médio (comparada à distância médio dos adultos; $p < 0,05$). O aumento na velocidade de extensão do quadril e tronco também foi verificado nas crianças na distância longe, comparado as demais distâncias ($p < 0,05$) e aos adultos nas três distâncias ($p < 0,05$). As crianças também apresentaram uma maior velocidade de flexão de quadril e tronco na maior distância de arremesso comparada a mais próxima à cesta ($p < 0,05$). A maior velocidade de flexão das crianças na distância longe, também foi significativa em relação aos adultos no tronco (comparado à distância médio e perto; $p < 0,05$) e no quadril (comparado às três distâncias de arremesso; $p < 0,05$). A articulação do tornozelo apenas apresentou diferenças no instante de lançamento da bola, onde as crianças demonstraram uma maior geração de velocidade na distância longe (comparada à distância médio dos adultos; $p < 0,05$) e médio (comparada às distâncias perto e médio). No instante de lançamento as crianças estenderam o quadril, enquanto os adultos flexionaram. Desta forma, foi verificado diferenças entre a distância de arremesso longe das crianças e as distâncias longe e médio dos adultos na velocidade angular do quadril ($p < 0,05$). No arremesso dos adultos longe, o tronco estendeu no instante de lançamento, enquanto nas outras distâncias e nos arremessos das crianças o tronco foi flexionado. Por conseguinte, foram verificadas diferenças na velocidade angular do segmento do tronco entre o arremesso longe dos adultos e perto das crianças ($p < 0,05$).

As figuras 29, 30 e 31, apresentam o comportamento da velocidade angular do ombro, cotovelo e punho de adultos e crianças, em função do aumento na distância do arremesso.

Figura 29 – Velocidade Angular do Ombro de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

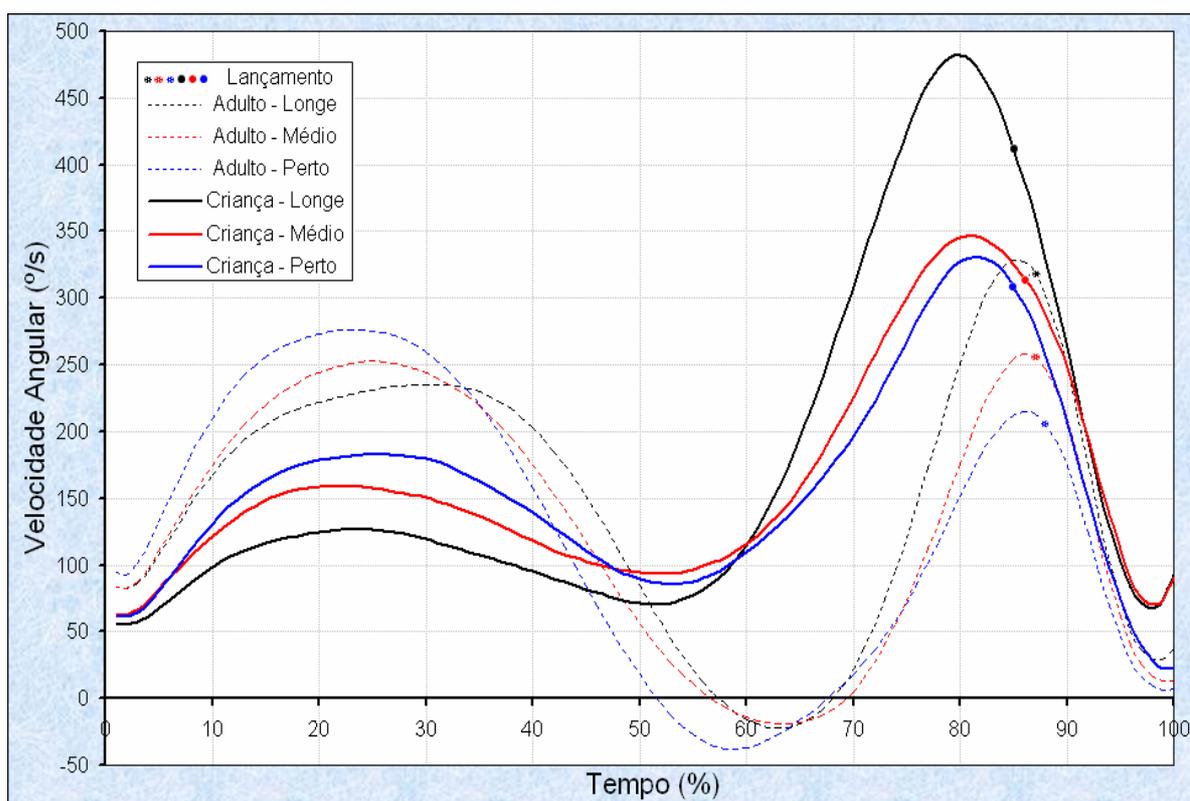


Figura 30 – Velocidade Angular do Cotovelo de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).

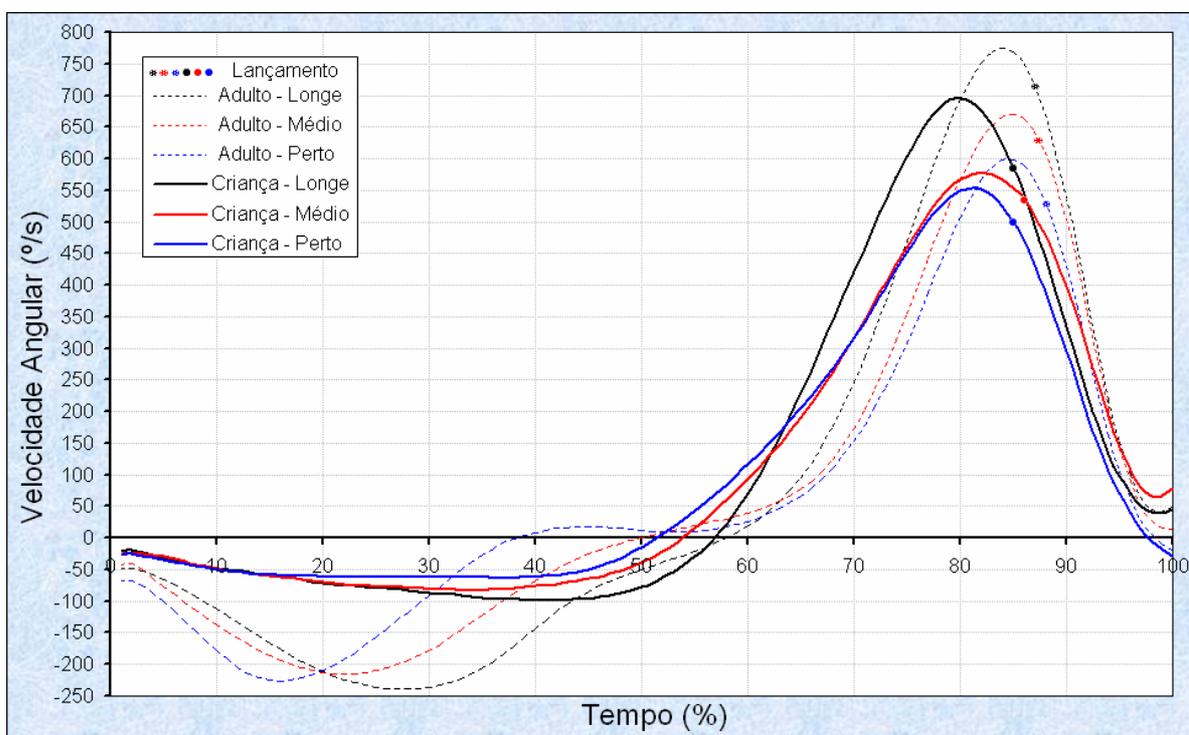
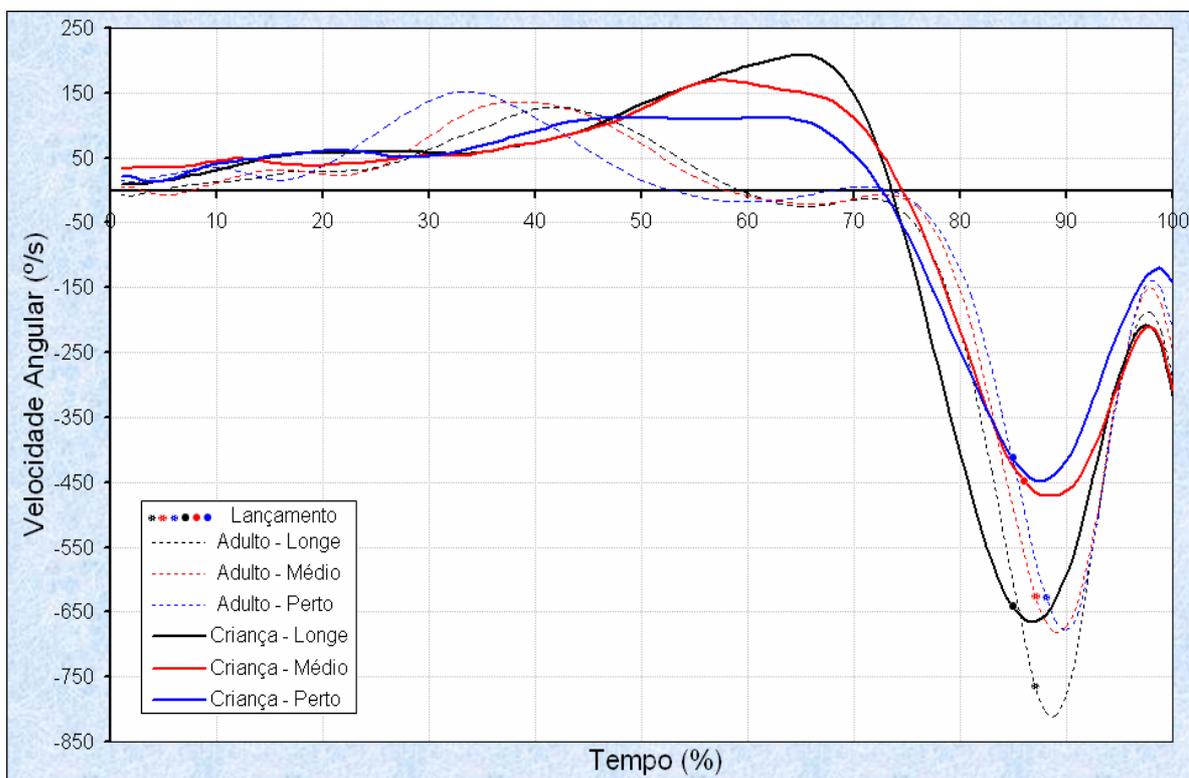


Figura 31 – Velocidade Angular do Punho de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média).



A tabela 12 apresenta as variáveis discretas espaciais de angular do ombro, cotovelo e punho, durante a performance do arremesso de adultos e crianças em função do aumento da distância do arremesso.

Tabela 12 – Variáveis Espaciais da Velocidade Angular (Ombro Cotovelo e Punho) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|--|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------|--|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Maior Velocidade Angular (°/s): | | | | | | |
| Ombro | 377,59 (107,60) ⁴ | 319,68 (72,20) ^{4,5} | 330,87 (65,88) ^{4,5} | 576,56 (194,63) ^{1,2,3,6} | 494,71 (157,45) ^{2,3} | 422,33 (150,19) ⁴ |
| Cotovelo | 856,32 (105,97) ^{3,6} | 752,19 (130,16) | 668,23 (152,69) ^{1,4} | 855,31 (156,78) ^{3,6} | 757,49 (131,01) | 637,23 (153,89) ^{1,4} |
| Punho | 186,16 (85,80) | 203,15 (82,83) | 217,16 (97,80) | 301,94 (186,41) | 265,41 (167,62) | 201,14 (110,12) |
| Menor Velocidade Angular (°/s): | | | | | | |
| Ombro | -59,74 (74,05) | -63,97 (52,22) ^{5,6} | -67,30 (39,79) ^{4,5,6} | -11,93 (41,22) ³ | -9,25 (51,19) ^{2,3} | -7,71 (39,03) ^{2,3} |
| Cotovelo | -276,96 (121,78) ⁶ | -277,69 (143,59) ⁶ | -286,37 (163,97) ^{5,6} | -170,91 (78,27) | -155,23 (81,17) ³ | -138,54 (71,07) ^{1,2,3} |
| Punho | -873,09 (271,82) ⁶ | -803,49 (235,59) ⁶ | -753,38 (258,40) | -825,40 (240,37) ⁶ | -679,11 (232,13) | -509,65 (311,67) ^{1,2,4} |
| Velocidade Angular no Lançamento (°/s): | | | | | | |
| Ombro | 341,17 (109,20) | 267,31 (89,25) ⁴ | 221,06 (93,25) ^{4,5} | 439,30 (129,54) ^{2,3} | 372,05 (158,41) ³ | 321,20 (134,63) |
| Cotovelo | 767,91 (128,03) ^{3,6} | 663,74 (163,89) | 561,61 (188,06) ¹ | 593,61 (188,06) | 599,65 (165,27) | 509,03 (188,46) ¹ |
| Punho | -777,21 (204,24) ^{5,6} | -709,70 (221,64) ⁶ | -684,64 (225,64) ⁶ | -699,735 (264,26) ⁶ | -517,68 (202,44) ¹ | -418,71 (234,39) ^{1,2,3,4} |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

As crianças produziram maior velocidade angular ao redor da articulação do ombro nos arremessos longe (em relação às três distâncias de arremesso dos adultos; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância longe e médio; $p < 0,05$). Esta estratégia das crianças de aumentar a velocidade angular no ombro para os arremessos da distância perto para a longe ($p < 0,05$), também foi verificada na articulação do cotovelo nas crianças ($p < 0,05$) e adultos ($p < 0,05$). Os adultos demonstraram maior extensão do ombro na distância perto (em relação às três distâncias das crianças; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância médio e longe; $p < 0,05$). As crianças utilizam menor velocidade de flexão de cotovelo na preparação do arremesso que os adultos na distância perto (em relação às três distâncias; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância perto; $p < 0,05$). As crianças demonstraram a estratégia de aumentar a velocidade angular ao redor do punho da distância perto para longe ($p < 0,05$). Todavia, os adultos demonstraram gerar maior velocidade angular no movimento de flexão de punho nas distâncias longe e médio comparadas à distância perto das crianças ($p < 0,05$). No instante de lançamento, as crianças demonstraram a necessidade de gerar maior velocidade nas distâncias longe (em relação à distância perto e médio dos adultos; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância perto; $p < 0,05$). Os adultos apresentaram maior velocidade angular do cotovelo no arremesso longe em relação à distância perto de adultos ($p < 0,05$) e crianças ($p < 0,05$). Uma menor velocidade ao redor do punho foi verificada nos arremessos das crianças na distância perto (em relação às três distâncias dos adultos; $p < 0,05$) e médio (em relação à distância longe; $p < 0,05$). Todavia, a variável distância fez necessário o aumento da velocidade angular do punho da distância perto para longe no instante de lançamento da bola ($p < 0,05$).

4.4.5 Variáveis Temporais de Velocidade Angular.

As tabelas 13 e 14 descrevem o tempo em segundos e porcentagem em que as variáveis espaciais de velocidade angular selecionadas ocorrem durante a performance de adultos e crianças em função do aumento na distância de arremesso.

Não foram encontradas diferenças significativas nas variáveis temporais (em valores absolutos e relativos) das variáveis de velocidade angular (maior e menor valores) do tornozelo, joelho e tronco ($p > 0,05$). Apenas foi verificada diferença no tempo relativo em que ocorreu a menor velocidade angular do quadril, onde os adultos apresentaram maior valor de tempo na distância médio comparados às crianças na distância longe ($p < 0,05$).

As articulações do ombro e punho não demonstraram diferenças significativas nas variáveis temporais em que os maiores e menores valores de velocidade angular ocorreram ($p > 0,05$). O instante absoluto que ocorreu o maior valor de velocidade angular do cotovelo menor nos adultos na distância médio (comparada à distância perto das crianças; $p < 0,05$) e perto (comparada às três distâncias das crianças; $p < 0,05$). As crianças demonstraram uma antecipação no tempo relativo do maior valor de velocidade angular do cotovelo, sendo significativa a diferença na distância longe (comparada às três distâncias dos adultos; $p < 0,05$) e perto (comparada às distâncias perto e médio; $p < 0,05$). Os adultos anteciparam o tempo relativo do menor valor de velocidade angular do cotovelo na distância perto comparado às crianças na mesma distância de arremesso ($p < 0,05$).

Tabela 13 – Variáveis Temporais da Velocidade Angular (Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|---|------------------|-------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------|------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Tempo da Maior Velocidade Angular (s): | | | | | | |
| Tornozelo | 0,538 (0,111) | 0,551 (0,149) | 0,523 (0,143) | 0,459 (0,127) | 0,513 (0,187) | 0,491 (0,149) |
| Joelho | 0,522 (0,114) | 0,536 (0,150) | 0,512 (0,145) | 0,441 (0,122) | 0,494 (0,181) | 0,475 (0,145) |
| Quadril | 0,512 (0,113) | 0,504 (0,201) | 0,502 (0,150) | 0,417 (0,127) | 0,469 (0,182) | 0,458 (0,152) |
| Tronco | 0,421 (0,152) | 0,445 (0,178) | 0,452 (0,177) | 0,450 (0,121) | 0,497 (0,211) | 0,436 (0,163) |
| Tempo da Menor Velocidade Angular (s): | | | | | | |
| Tornozelo | 0,193 (0,191) | 0,210 (0,181) | 0,273 (0,310) | 0,176 (0,172) | 0,214 (0,176) | 0,270 (0,227) |
| Joelho | 0,183 (0,137) | 0,168 (0,107) | 0,144 (0,097) | 0,243 (0,188) | 0,250 (0,249) | 0,199 (0,161) |
| Quadril | 0,325 (0,273) | 0,404 (0,327) | 0,212 (0,255) | 0,131 (0,117) | 0,185 (0,203) | 0,240 (0,190) |
| Tronco | 0,285 (0,325) | 0,250 (0,318) | 0,230 (0,297) | 0,149 (0,158) | 0,132 (0,147) | 0,207 (0,259) |
| Tempo da Maior Velocidade Angular (%): | | | | | | |
| Tornozelo | 76,60 (13,47) | 71,40 (17,95) | 65,20 (19,31) | 72,27 (8,08) | 74,40 (9,71) | 70,27 (9,95) |
| Joelho | 74,40 (14,35) | 69,53 (18,51) | 63,93 (19,59) | 69,47 (7,64) | 71,67 (9,42) | 67,93 (9,81) |
| Quadril | 73,00 (14,71) | 65,47 (25,21) | 62,60 (20,08) | 65,53 (10,79) | 67,73 (10,79) | 65,33 (11,77) |
| Tronco | 61,13 (23,44) | 58,53 (24,47) | 56,53 (24,07) | 71,00 (7,76) | 72,80 (17,55) | 62,53 (15,65) |
| Tempo da Menor Velocidade Angular (%): | | | | | | |
| Tornozelo | 26,87 (25,71) | 26,00 (20,09) | 31,47 (34,26) | 26,73 (22,64) | 33,13 (28,87) | 37,80 (30,50) |
| Joelho | 25,93 (20,45) | 21,07 (12,26) | 17,00 (10,25) | 39,40 (30,14) | 36,33 (31,57) | 27,73 (21,51) |
| Quadril | 45,93 (38,82) | 51,07 (39,96) ⁴ | 24,73 (29,45) | 21,60 (22,71) ² | 24,60 (23,71) | 36,33 (31,74) |
| Tronco | 36,47 (40,33) | 30,40 (37,58) | 26,53 (33,44) | 26,07 (30,18) | 20,93 (26,08) | 27,60 (33,32) |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

Tabela 14 – Variáveis Temporais da Velocidade Angular (Ombro, Cotovelo e Punho) de Adultos e Crianças na Distância Longe, Médio e Perto (Média e Desvio Padrão).

| | Adultos | | | Crianças | | |
|---|------------------------------|--------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|
| | Longe | Médio | Perto | Longe | Médio | Perto |
| Tempo da Maior Velocidade Angular (s): | | | | | | |
| Ombro | 0,485 (0,203) | 0,518 (0,274) | 0,422 (0,266) | 0,470 (0,119) | 0,441 (0,179) | 0,458 (0,192) |
| Cotovelo | 0,613 (0,109) | 0,676 (0,111) ⁴ | 0,708 (0,113) ^{4,5,6} | 0,500 (0,115) ^{2,3} | 0,554 (0,174) ³ | 0,554 (0,136) ³ |
| Punho | 0,343 (0,189) | 0,392 (0,205) | 0,381 (0,230) | 0,403 (0,134) | 0,393 (0,132) | 0,372 (0,134) |
| Tempo da Menor Velocidade Angular (s): | | | | | | |
| Ombro | 0,414 (0,229) | 0,451 (0,259) | 0,402 (0,218) | 0,273 (0,232) | 0,396 (0,246) | 0,466 (0,272) |
| Cotovelo | 0,186 (0,152) | 0,145 (0,105) | 0,134 (0,091) | 0,215 (0,134) | 0,247 (0,151) | 0,280 (0,259) |
| Punho | 0,506 (0,273) | 0,570 (0,307) | 0,600 (0,321) | 0,549 (0,110) | 0,604 (0,175) | 0,600 (0,141) |
| Tempo da Maior Velocidade Angular(%): | | | | | | |
| Ombro | 71,13 (30,37) | 67,33 (33,86) | 52,93 (34,40) | 76,00 (15,11) | 69,27 (27,04) | 68,13 (25,12) |
| Cotovelo | 86,87 (7,50) ⁴ | 87,40 (7,14) ^{4,6} | 87,20 (6,98) ^{4,6} | 79,33 (5,76) ^{1,2,3} | 81,07 (6,96) | 79,87 (5,93) ^{2,3} |
| Punho | 49,60 (28,46) | 51,87 (28,18) | 47,93 (30,71) | 62,87 (12,54) | 60,27 (19,26) | 54,13 (15,43) |
| Tempo da Menor Velocidade Angular (%): | | | | | | |
| Ombro | 58,60 (32,98) | 57,47 (33,46) | 48,07 (24,93) | 41,27 (34,16) | 59,40 (35,26) | 68,87 (37,92) |
| Cotovelo | 25,13 (17,58) | 18,40 (12,75) | 15,93 (10,02) ⁶ | 33,93 (19,41) | 37,47 (24,47) | 40,33 (33,55) ³ |
| Punho | 70,67 (36,08) | 72,00 (36,89) | 71,73 (36,63) | 87,60 (6,06) | 89,27 (6,78) | 86,73 (5,87) |

Diferença significativa ($p < 0,05$) entre: ¹ Adulto Longe; ² Adulto Médio; ³ Adulto Perto; ⁴ Criança Longe; ⁵ Criança Médio; ⁶ Criança Perto.

5.0 DISCUSSÃO

O aumento da distância provocou adaptações nos parâmetros de controle (variáveis absolutas) e na coordenação (variáveis relativas) dos arremessos dos adultos e crianças. Estas estratégias sensório-motoras utilizadas para suprir a demanda imposta sobre a tarefa (variações na distância do arremesso), e a comparação entre a coordenação empregada por adultos e crianças são discutidas nesta seção.

Este capítulo foi dividido em oito partes: (1) precisão dos arremessos; (2) trajetória da bola; (3) centro de massa; (4) variáveis espaciais de deslocamento angular; (5) comportamento angular das articulações adjacentes; (6) variáveis espaciais de velocidade angular; (7) variáveis temporais de deslocamento angular e (8) variáveis temporais de velocidade angular.

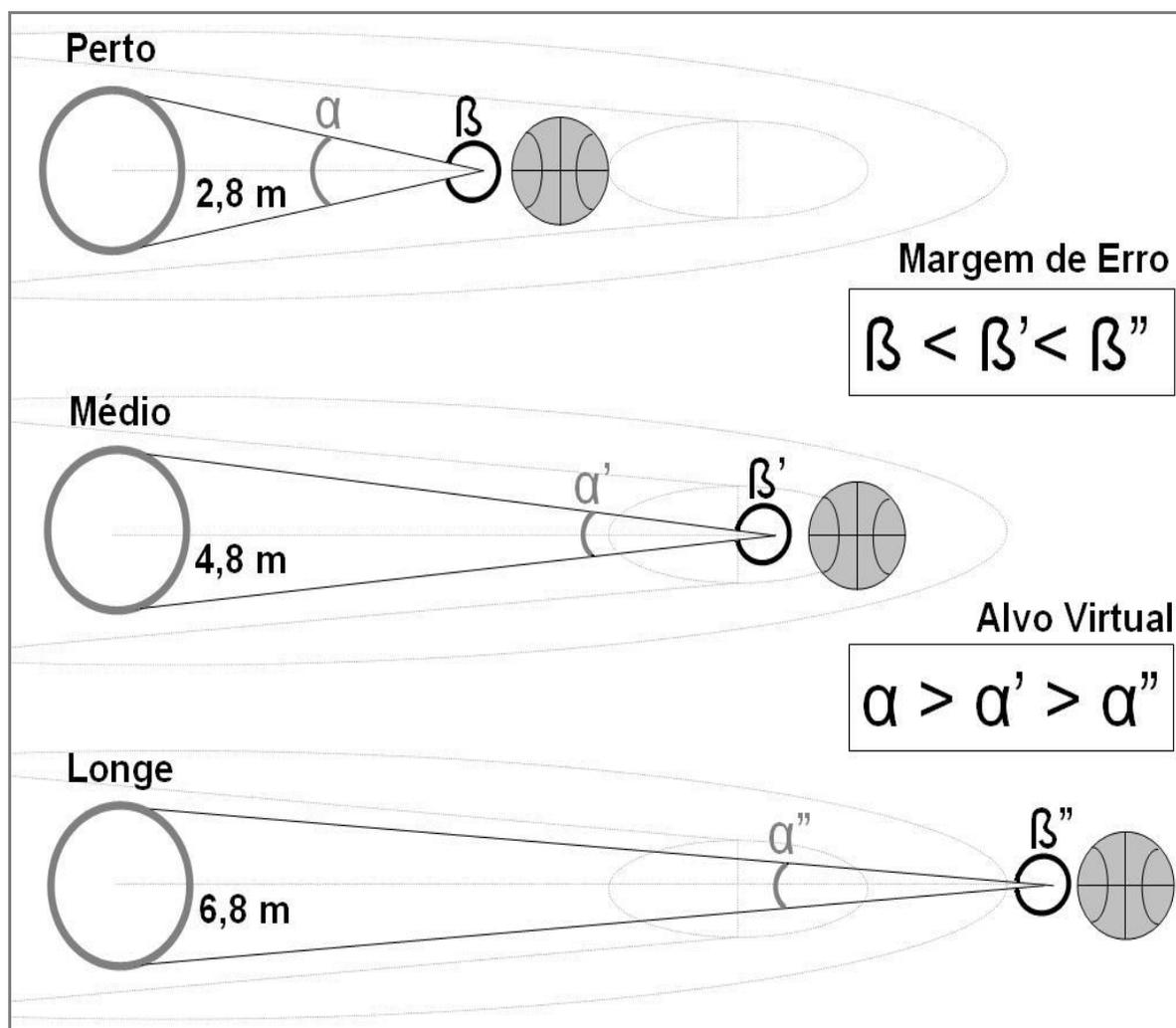
5.1 PRECISÃO DOS ARREMESSOS

A diferença na precisão do arremesso dos adultos aferida pela trajetória da bola não foi estatisticamente significativa. Isto demonstra a maior consistência dos adultos, para os quais a distância teve maior efeito sobre os parâmetros de controle que sobre a coordenação do movimento. Por outro lado, as crianças apresentaram menor precisão na realização do arremesso de longa distância comparada às distâncias mais próximas à cesta. Desta forma, a dificuldade apresentada pelas crianças no arremesso longe implicou em grandes modificações tanto nos parâmetros de controle quanto na coordenação do movimento. Outros estudos também têm demonstrado que aumentos na distância resultam em diminuição da precisão do arremesso em condições experimentais (ELLIOTT, 1992) e reais de jogo (OKAZAKI et al.

2004a; DE ROSE et al., 2004). Esta diminuição da precisão está relacionada a três fatores: a restrição horizontal do alvo, a diminuição do ângulo de lançamento (em função da restrição vertical do alvo) e a necessidade de maior geração de velocidade para o lançamento da bola.

A medida em que a distância do arremesso foi aumentada, uma maior restrição foi colocada sobre o movimento pela diminuição que ocorreu no tamanho virtual do alvo (figura 32). Apesar do tamanho real do alvo permanecer constante, o tamanho virtual do alvo (imagem que foi projetada virtualmente na retina) foi diminuído pelo aumento da distância do arremesso (BARELA, 2000). Desta forma, diferenças na percepção do alvo, devido ao aumento na distância, podem ter influenciado a performance do movimento. Pois, maior margem de erro e o aumento na dificuldade de execução do movimento ocorreram quando a distância foi aumentada. Estes achados possuem a mesma racionalidade do trabalho de Fitts (1954) que verificou uma relação inversa entre o índice de dificuldade (manipulado através da restrição do tamanho do alvo e da amplitude de movimento) e a precisão. O aumento da distância no arremesso teria o mesmo papel imposto pela diminuição do alvo realizado na tarefa de Fitts, aumentando a dificuldade da tarefa e diminuindo a precisão do movimento. Contudo, o aumento da distância de arremesso também requer um aumento na velocidade de lançamento da bola, o qual magnifica a dificuldade da tarefa e restringe ainda mais a precisão do movimento.

Figura 32 - Restrição do Alvo com o Aumento da Distância no Arremesso.



Visão superior do “alvo virtual” na distância perto (α), médio (α') e longe (α''); e da “margem de erro” na distância perto (β), médio (β') e longe (β'').

Os adultos apresentaram maior ângulo de lançamento quando comparados às crianças. Alguns estudos têm demonstrado que o ângulo de lançamento é diretamente relacionado ao ângulo de entrada da bola na cesta (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; BRANCAZIO, 1981). Maiores ângulos de entrada possibilitam que a bola tenha uma maior área de passagem na cesta. Isto pode ser utilizado para explicar parcialmente a maior precisão encontrada nos arremessos dos adultos. O maior ângulo de lançamento tem sido indicado para a melhoria da performance (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993) e

reportado como uma característica de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985b).

A maior aplicação de velocidade à bola, em função do aumento da distância, necessita que as articulações gerem mais velocidade angular para o lançamento (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; SATERN, 1993; WALTERS et al., 1990). O aumento desta velocidade angular tem sido diretamente relacionado à maior variabilidade de movimento (TANI, 2000a; TEIXEIRA, 2000, 1999; DARLING e COOKE, 1987a). Por conseguinte, maior variabilidade e menor consistência de movimento aconteceram a medida em que a distância do arremesso foi aumentada. A maior dificuldade em selecionar os parâmetros de controle adequados para o lançamento pode ter ocorrido em função da maior variabilidade de movimento gerada ao redor das articulações. Esta variabilidade também pode justificar a redução na precisão dos arremessos, e tem sido explicada pelo aumento no ruído neural (TEIXEIRA, 1997; SCHMIDT et al., 1979, 1978) e pela redução no tempo disponível para o uso do feedback na correção do movimento (TEIXEIRA, 1999; CROSSMAN e GOODEVE, 1983) quando a velocidade do movimento é aumentada.

5.2 TRAJETÓRIA DA BOLA

A distância não provocou modificações significativas na altura e ângulo de lançamento do arremesso de adultos e crianças. Desta forma, a consistência destas duas variáveis nas diferentes condições de arremesso (distâncias: perto, médio e longe) pode ter sido adotada para melhorar a precisão de movimento. Considerando que o ângulo e a altura de arremessos foram consistentes, a alteração na velocidade de lançamento da bola foi a

única possibilidade para compensar o aumento na distância (OKAZAKI et al., 2006c; ZATSIORSKY, 2004). De fato, adultos e crianças, aumentaram a velocidade da bola no instante de lançamento para suprir a demanda do aumento da distância no arremesso. Estes achados estão em consonância com outros estudos, onde o ângulo e a altura de lançamento permaneceram relativamente constantes com o aumento na distância do arremesso (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989).

Os adultos aumentaram a velocidade de lançamento da bola na direção vertical e horizontal a medida em que a distância do arremesso foi aumentada. As crianças demonstraram a mesma estratégia que os adultos em relação à velocidade vertical da bola. Contudo, as crianças demonstraram a necessidade de gerar mais velocidade horizontal nos arremessos mais distante da cesta (longe). Assim, as crianças demonstram ter mais facilidade nos arremessos próximos à cesta, que permitiu menor geração de velocidade e maior precisão nos arremessos.

Os adultos, apresentaram maior altura de lançamento que as crianças. Isto pode ser atribuído a maior estatura, maior altura de salto e as organizações dos segmentos do membro superior e tronco. A maior altura de lançamento tem sido relacionada a menores ângulo e velocidade de lançamento da bola (MALONE et al., 2000; HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997; MILLER e BARTLETT, 1993) e verificado na performance de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1985a, 1982). Os adultos tendem a apresentar maior ângulo de lançamento que as crianças, apesar da menor velocidade de lançamento. O maior ângulo de lançamento da bola pode ter sido uma estratégia utilizada pelos adultos para aumentar a área de passagem

da bola na cesta. A maior velocidade de lançamento apresentada pelas crianças pode ter sido uma estratégia utilizada para suprir demandas de força no arremesso. Alguns estudos têm reportado a estratégia do aumento da velocidade angular em situações de déficit de força no arremesso do basquetebol (OKAZAKI et al., 2005a; MALONE et al., 2002; HUDSON, 1985b) em detrimento da precisão. Estas duas estratégias (maior ângulo e menor velocidade de lançamento) auxiliam a entender a maior consistência na precisão dos arremessos apresentada pelos adultos.

5.3 CENTRO DE MASSA

A altura de salto dos adultos e crianças não foi modificada em função da distância. Estes achados corroboram com aqueles reportados por Elliott (1992) que também não verificou modificações na altura de salto de homens e mulheres em função da distância. Os adultos apenas demonstraram maior altura de salto no arremesso próximo à cesta, em relação ao arremesso médio e perto das crianças. Da mesma forma, o deslocamento linear total do centro de massa na direção horizontal não parece ser uma estratégia que tenha determinado a diferença na performance entre adultos e crianças. Todavia, quando analisados os deslocamentos lineares verticais e horizontais, no instante de lançamento, este panorama é modificado.

O deslocamento linear vertical do centro de massa dos adultos no instante de lançamento, explica parte da maior altura de arremesso e tem sido uma característica reportada em jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; SATERN, 1993; HUDSON, 1985a). O maior deslocamento linear vertical do centro de massa também se mantém estável em função do aumento da

distância na performance do arremesso dos adultos e crianças. Desta forma, permitiu que a altura de lançamento permanecesse relativamente constante, em função do aumento da distância. O ângulo de lançamento foi mantido sem alterações para que apenas a velocidade de lançamento fosse modificada.

Os adultos não apresentaram efeito da distância sobre o deslocamento linear horizontal do centro de massa. As crianças demonstraram maior deslocamento linear horizontal na distância longe comparada à perto. Por conseguinte, o aumento do deslocamento linear horizontal demonstrou ser uma estratégia utilizada pelas crianças na maior distância para aumentar a propulsão no lançamento da bola. Isto corrobora com a maior velocidade horizontal de lançamento da bola das crianças na distância longe. Ou seja, as crianças buscaram transferir parte da energia gerada no deslocamento linear horizontal do centro de massa para a bola nos arremessos de longa distância. Alguns estudos têm sugerido esta estratégia (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; WALTERS et al., 1990), porém sem evidências experimentais (KNUDSON, 1993).

Os adultos geraram maior velocidade linear vertical do centro de massa, na distância perto quando comparados às crianças. Porém, a distância não demonstrou influenciar a maior velocidade linear vertical do centro de massa dos adultos e crianças. Isto permitiu a manutenção da mesma altura de salto e, conseqüentemente, de lançamento da bola em todas as condições experimentais. Todavia, estratégias diferenciadas foram encontradas entre adultos e crianças quanto à velocidade linear vertical no instante de lançamento da bola, decorrentes do aumento da distância.

As crianças sincronizaram o instante de lançamento da bola com a fase ascendente do salto nas três distâncias de arremesso. Esta estratégia permitiu aproveitar parte da velocidade linear vertical do centro de massa para a bola durante o lançamento (ELLIOTT, 1992; WALTERS et al., 1990), reduzindo a força necessária para desempenhar o movimento (KNUDSON, 1993). Todavia, a estabilidade do arremesso é diminuída quando a bola é lançada com o corpo em movimento (KNUDSON, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989). Isto pode ser explicado pela dificuldade na seleção dos parâmetros de controle do movimento, pois os referenciais ambientais obtidos sensorialmente são modificados durante o deslocamento do corpo no instante de lançamento (BARELA, 2000). Por esta razão, a precisão do arremesso depende das especificações do programa motor suportado através da informação visual em relação à localização do alvo, informação proprioceptiva e posição dos segmentos do corpo (RIPOLL, 1986).

Os adultos sincronizaram o lançamento da bola com o instante de salto de forma diferenciada em relação às distâncias dos arremessos. Na distância perto, a bola foi lançada pelos adultos na fase descendente do salto, enquanto os arremessos nas distâncias médio e longe ocorreram na fase ascendente do salto. Isso reforça a necessidade da utilização de estratégias de transferência de energia para impulsionar a bola sobre maiores distâncias. O arremesso na fase descendente do salto permitiu mais tempo para a seleção dos parâmetros de controle no movimento. A magnitude da velocidade linear vertical do centro de massa também foi menor no arremesso perto dos adultos e permitiu maior estabilidade para o lançamento.

As crianças utilizaram a estratégia de aumentar a velocidade linear horizontal do centro de massa no arremesso mais distante da cesta. Isto corrobora mais uma vez com a transferência da velocidade linear do centro de massa para a bola. A menor velocidade linear horizontal dos adultos no instante de lançamento (menor que 20% da maior velocidade linear horizontal), sugere que a velocidade linear horizontal do centro de massa é um dos principais fatores relacionados à estabilidade do arremesso. Por esta razão, alguns autores têm inferido o menor deslocamento e velocidade do centro de massa em direção à cesta como característica de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; HUDSON, 1985a). Tais inferências também estão de acordo com os resultados dos testes de precisão.

5.4 VARIÁVEIS ESPACIAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR

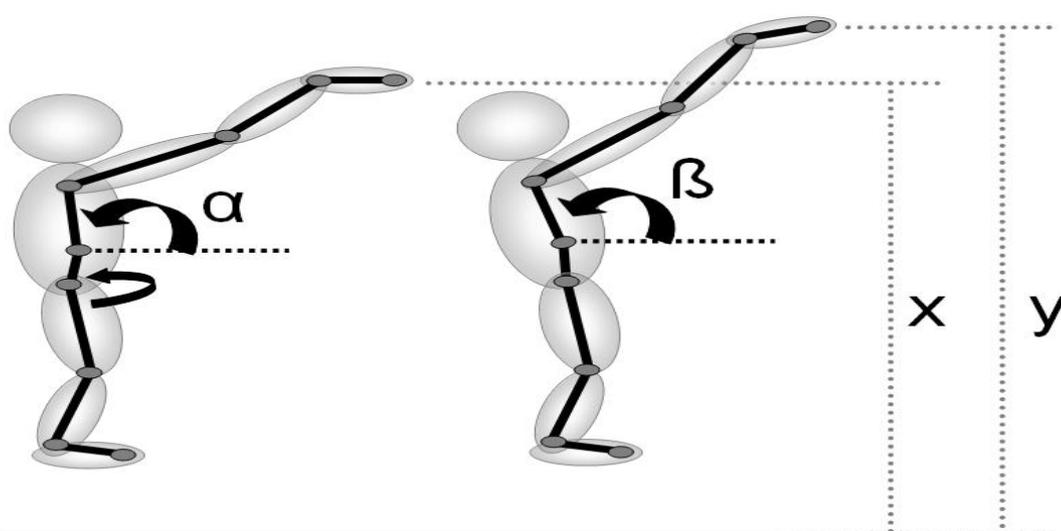
5.4.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco

O efeito da distância não foi capaz de afetar o deslocamento angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco nos adultos. Semelhantemente, outros autores (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; ELLIOTT, 1992) também não encontraram modificações nos deslocamentos angulares dos membros inferiores em função do aumento da distância em atletas experientes. Isto demonstra a consistência no padrão coordenativo dos adultos onde a distância do arremesso modificou apenas os parâmetros de controle dos membros inferiores e do tronco. As crianças provavelmente aumentaram a flexão de tornozelo, quadril e tronco na distância longe para possibilitar uma maior geração de impulso para lançar a bola. O aumento da amplitude de movimento nos membros inferiores e no tronco tem sido proposto como estratégia para

aumentar a velocidade de lançamento da bola (KORSAKAS et al., 2005; ELLIOTT, 1992; HUDSON, 1985b).

Os adultos inclinaram levemente o tronco posteriormente ($\sim 10^\circ$) na realização dos arremessos. Esta pequena extensão de tronco permite aumentar a altura de lançamento (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988; HUDSON, 1982) e tem sido reportada na performance de jogadores habilidosos (HUDSON, 1985b, 1982) (figura 33). Todavia, grandes oscilações na inclinação de tronco não são recomendadas, pois estão relacionadas à baixa estabilidade no movimento (KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982). Contudo, no presente estudo adultos e crianças apresentaram um posicionamento vertical do tronco que se aproxima de uma posição ereta (90°) no instante de lançamento da bola (SATERN, 1993; KNUDSON, 1993; HUDSON, 1982).

Figura 33 – Relação Entre a Inclinação de Tronco e a Altura de Lançamento.



Ângulo do Tronco: $\alpha < \beta$
Altura de Lançamento: $x < y$

Os perfis do deslocamento angular dos membros inferiores e do tronco, reforçaram a estabilidade no padrão coordenativo dos adultos. Todavia, as crianças demonstraram que a distância modificou a magnitude e, conseqüentemente, o perfil do deslocamento angular do quadril e tronco. A maior flexão de quadril e tronco permitiu manter o segmento do tronco à frente nas maiores distâncias de arremesso. Desta forma, o centro de massa do corpo foi projetado para frente à medida que a inclinação anterior do tronco foi aumentada. Esta estratégia pode ter possibilitado que as crianças utilizassem maior geração de velocidade do centro de massa do corpo em direção à cesta.

O presente estudo também verificou diferenças no comportamento do deslocamento angular do quadril e tronco entre adultos e crianças. Contudo, alguns estudos têm encontrado grande consistência na coordenação do salto, onde apenas os parâmetros de controle foram modificados (VAN ZANDWIJK et al., 2000; CLARK et al, 1989). Estes estudos demonstraram que as restrições internas (características físicas e motoras dos sujeitos) e externas (especificidade da tarefa – saltos máximos e submáximos; e saltos verticais e horizontais) impostas sobre a performance dos sujeitos não foram suficientes para perturbar a estabilidade na coordenação do salto (VAN ZANDWIJK et al., 2000; CLARK et al., 1989). No presente estudo, entretanto, foi sugerido que as restrições internas e externas (distância do arremesso) podem afetar a estabilidade do salto no arremesso de jump. Porém, quando as restrições internas permitiram grande estabilidade ao padrão motor, devido a maiores níveis de capacidades e experiência (como ocorreu nos adultos), as restrições externas não demonstraram influência sobre a performance do salto. Por esta razão, o presente estudo aponta que as restrições internas parecem ter maior

influência sobre a performance do salto no arremesso de jump que a restrição externa utilizada (distância do arremesso).

5.4.1 Ombro, Cotovelo e Punho

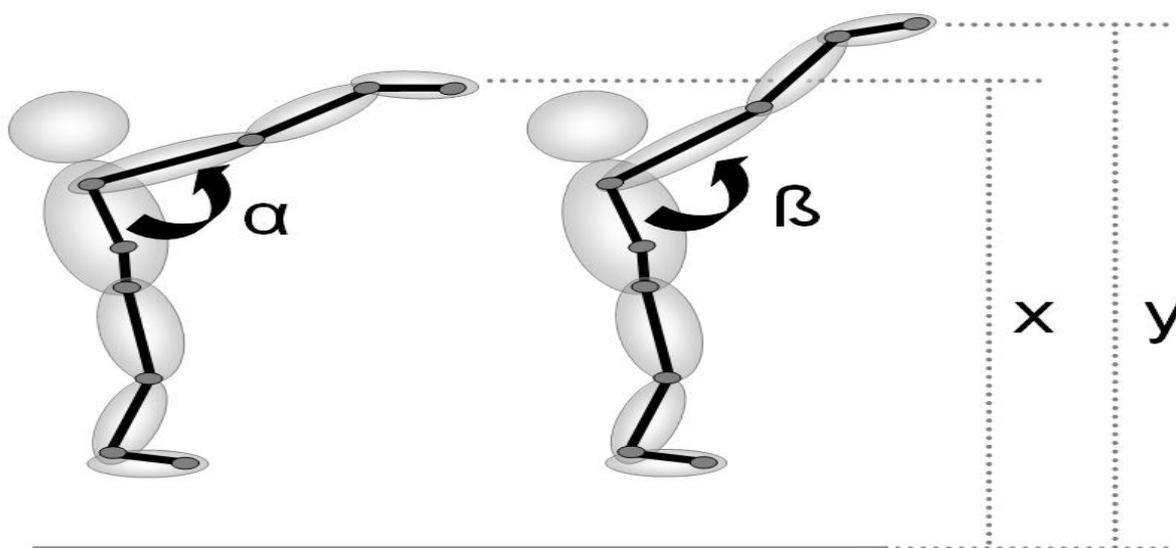
O deslocamento angular do ombro, cotovelo e punho, de adultos e crianças, não sofreu influência significativa da variável distância. Desta forma, um padrão de movimento consistente foi observado entre os sujeitos, onde apenas os parâmetros de controle foram manipulados para atender as demandas da tarefa. Miller e Bartlett (1996) apontam que atletas experientes ajustaram apenas os parâmetros de controle no movimento quando a distância do arremesso foi aumentada. Estes autores verificaram que os atletas mais experientes na realização de arremessos a diversas distâncias (armadores e alas) tiveram menos modificações na coordenação que os atletas que treinavam apenas arremessos próximos à cesta (pivôs) (MILLER e BARTLETT, 1996). A experiência justifica a consistência dos adultos em função do aumento da distância do arremesso, contudo, não explica a consistência apresentada pelas crianças, que eram consideravelmente menos experientes que os adultos.

Alguns estudos têm demonstrado que não é necessário um grande período de experiência para que um padrão consistente seja estabelecido. Okazaki e Rodacki (2005) demonstraram que crianças com dois anos de experiência no basquetebol, não apresentaram modificações significativas na coordenação do arremesso com a mudança no peso e tamanho das bolas. Satern e colaboradores (1989) também não verificaram mudanças na coordenação do arremesso de crianças com o uso de bolas com diferentes

pesos e tamanhos. Estes trabalhos também demonstram que variações imediatas (agudas) na performance do arremesso (mudanças no peso e tamanho da bola) não foram suficientes para modificar o padrão do movimento, sem que um período de prática mais prolongado fosse realizado. Em tais circunstâncias apenas os parâmetros de controle do movimento apresentaram variações para suprir a demanda da tarefa (OKAZAKI e RODACKI, 2005; SATERN et al., 1989).

As crianças demonstram menor flexão de ombro no início do arremesso e no instante de lançamento em comparação aos adultos. Isto permitiu que a bola fosse mantida mais próxima ao corpo, proporcionando melhores condições (alavancas mecânicas) para a geração de força no lançamento da bola e para aumentar a estabilidade do arremesso (SATERN, 1988). Por outro lado, os adultos realizaram maior flexão de ombro durante o arremesso. Esta estratégia adotada pelos adultos possibilita uma maior altura de lançamento da bola (KNUDSON, 1993; ELLIOTT, 1992; ELLIOTT e WHITE, 1989), e tem sido reportada como uma característica presente nos arremessos de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988; HUDSON, 1982) (figura 34).

Figura 34 – Relação Entre o Ângulo de Flexão do Ombro no Lançamento e a Altura de Lançamento.



Ângulo do Tronco: $\alpha < \beta$
Altura de Lançamento: $x < y$

A maior flexão e amplitude de movimento na articulação do cotovelo, também foi verificada na performance do arremesso nos adultos. Tal estratégia tem sido reportada em diversos estudos (OKAZAKI et al., 2005a, 2005b; BUTTON et al., 2003), onde os jogadores tiram proveito da energia elástica do pré-estiramento da musculatura extensora do cotovelo, decorrente de um contra-movimento (flexão-extensão) no arremesso. A utilização desta energia elástica tem sido reportada como uma característica de sujeitos habilidosos (HUDSON, 1986). Estes achados corroboram com o estudo realizado por Okazaki e colaboradores (2005a) que comparam a performance do arremesso de crianças e adultos. Estes autores verificaram a utilização do contra-movimento ao redor da articulação do cotovelo apenas na performance dos jogadores experientes (adultos).

Os adultos também demonstraram maior flexão de punho no arremesso. A grande flexão de punho tem sido associada à performance de jogadores habilidosos (KNUDSON, 1993; SATERN, 1988), pois permite uma maior implementação de rotação à bola para diminuir a resistência do ar em sua trajetória (SATTI, 2004; HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997; SATERN, 1988). Esta rotação diminui a velocidade necessária para o lançamento (HAMILTON e REINSCHMIDT, 1997; KNUDSON, 1993). Estas inferências estão de acordo com os resultados encontrados na velocidade de lançamento da bola que foi menor para os adultos comparado às crianças.

5.5 VARIÁVEIS TEMPORAIS DE DESLOCAMENTO ANGULAR

5.5.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco

Em geral, os adultos arremessaram com maior período de tempo quando comparados às crianças. Isto pode ter permitido que os adultos realizassem uma melhor seleção dos parâmetros de controle do movimento, além de proporcionar maior tempo de feedback para corrigir e controlar o movimento. Contudo, o tempo relativo de lançamento demonstra ser invariável entre adultos e crianças e em função da distância. Isto reforça a consistência verificada nas variáveis de deslocamento angular (adultos) e demonstra que o tempo relativo de lançamento tem um papel fundamental na performance do arremesso.

As crianças demonstraram maior consistência que os adultos em relação ao instante de salto com o aumento da distância. A manutenção do instante de salto próximo ao lançamento da bola foi verificada nas três condições de arremesso nas crianças. Os adultos demonstram antecipar o instante em que

ocorreu o salto nas distâncias perto e médio. Possivelmente, isto foi verificado na performance dos adultos pela menor necessidade de aproveitar a velocidade do centro de massa para arremessar a bola nas menores distâncias. Todavia, esta estratégia não demonstrou influenciar significativamente a velocidade e deslocamento linear do centro de massa (horizontal e vertical) nos adultos. Desta forma, a antecipação no instante em que ocorreu o salto parece estar mais ligado à transferência de energia do centro de massa do corpo para a bola do que dos membros inferiores e do tronco para o centro de massa no salto. Tais inferências também foram sustentadas pela ausência de diferenças no deslocamento e velocidade angular dos adultos nos membros inferiores e no tronco em relação à manipulação da distância.

Modificações no tempo relativo nos adultos foram verificadas na maior extensão de joelho apresentada na distância longe comparada à perto. Os adultos demonstraram a estratégia de atrasar o instante de maior extensão de joelho, nas maiores distâncias, para aumentar a geração de impulso da bola.

As crianças utilizaram a estratégia de o instante de maior inclinação de tronco no arremesso em relação aos adultos. Isto permitiu que o salto e o maior valor de velocidade das articulações dos membros inferiores e do tronco, pudessem ocorrer próximo ao instante de lançamento da bola. Assim, a transferência de parte da energia do centro de massa para a bola no lançamento. Estas inferências também foram reforçadas pelo atraso encontrado no tempo do maior ângulo no quadril e do menor ângulo do tronco, joelho e tornozelo das crianças nas maiores distâncias de arremesso.

5.5.2 Articulações do Ombro, Cotovelo e Punho.

Os adultos apresentaram um atraso no tempo absoluto da maior flexão de ombro e punho, e da extensão de cotovelo, comparado às crianças. Isto ocorreu em função do maior tempo absoluto de movimento apresentado pelos adultos, e pelo fato da maior flexão de ombro e punho, e da extensão de cotovelo, acontecerem próximas ao final do movimento. Todavia, tais diferenças não ocorrem em todas as distâncias.

A antecipação na maior flexão do cotovelo na distância perto dos adultos, comparado à distância longe das crianças, permitiu uma maior fase de aceleração para o lançamento da bola. Esta estratégia permite que o movimento tenha mais tempo para o controle da precisão (TEIXEIRA, 1999, 1997). O atraso na maior flexão de punho dos adultos, comparado à distância longe das crianças, permitiu que os maiores valores de velocidade angular ocorressem próximos ao lançamento da bola nas três distâncias de arremesso.

5.6 COMPORTAMENTO ANGULAR DAS ARTICULAÇÕES ADJACENTES

O comportamento angular das articulações adjacentes foi utilizado para analisar a coordenação do arremesso de adultos e crianças, em função da distância do arremesso, e são discutidos nessa seção.

5.6.1 Comportamento Angular do Tornozelo e Joelho

O tornozelo e joelho parecem trabalhar em fase tanto no movimento de flexão quanto de extensão. O perfil apresentado por estas articulações não demonstrou grandes modificações em função do aumento da distância, tanto para adultos quanto para crianças. O efeito da experiência também demonstrou

pequenas modificações no perfil do deslocamento angular do tornozelo e joelho.

5.6.2 Comportamento Angular do Quadril e Joelho

As articulações do quadril e joelho também apresentaram uma relação recíproca nos movimentos de flexão e extensão, como verificado entre tornozelo e joelho. Todavia, a relação entre o comportamento angular destas articulações demonstrou diferenças entre o padrão coordenativo de adultos e crianças em função da distância. Uma consistência no padrão coordenativo foi verificada nos adultos em função da distância. Por outro lado, as crianças tenderam a aumentar a amplitude de movimento ao redor do quadril e joelho em função da distância. Esta estratégia das crianças pode ter sido executada para maior geração de impulso à bola nas maiores distâncias e também justifica parcialmente a maior velocidade linear horizontal do centro de massa.

5.6.3 Comportamento Angular do Quadril e Tronco

A relação entre quadril e tronco reforça a consistência verificada no padrão coordenativo dos adultos mesmo quando a distância do arremesso foi manipulada. As crianças demonstraram a necessidade de uma maior amplitude de movimento ao redor do tronco e quadril para gerar impulso à bola nas maiores distâncias de arremesso quando comparadas aos adultos. Esta maior amplitude permitiu que o tronco e quadril desempenhassem uma maior fase de extensão destas articulações para implementar velocidade à bola no lançamento. Todavia, esta estratégia de aumentar a amplitude no quadril e

tronco, pode ter feito com que o arremesso se tornasse mais instável e menos preciso.

5.6.4 Comportamento Angular do Ombro e Tronco

A relação entre a articulação do ombro e tronco dos adultos demonstrou algumas particularidades quando comparada às crianças. Os adultos demonstraram um aumento no deslocamento angular de ambas as articulações no início do movimento, mas com predomínio da ação do ombro. Posteriormente, os adultos demonstram o ombro com menor deslocamento, enquanto o tronco terminou sua extensão. Em seguida, o tronco apresentou menor deslocamento e o ombro foi flexionado. As crianças demonstram consistência no deslocamento angular do ombro, mas com modificações ao redor da articulação do tronco. A articulação do ombro nas crianças foi flexionada continuamente, e o tronco apresentou um movimento de flexão e extensão. As alterações decorrentes da distância também foram evidenciadas na relação entre as articulações do ombro e tronco. Nas crianças, maiores amplitudes articulares foram necessárias para alcançar maior impulso à bola nos arremessos mais distantes à cesta.

5.6.5 Comportamento Angular do Ombro e Cotovelo

O comportamento angular do ombro e cotovelo demonstrou estratégias coordenativas diferenciadas entre adultos e crianças na performance do arremesso de jump no basquetebol.

Os adultos desempenharam um movimento de flexão recíproco entre ombro e cotovelo para o posicionamento da bola. Posteriormente, um

movimento de extensão com predomínio na ação da articulação do cotovelo sobre o ombro foi realizado pelos adultos. Ficou evidente nesta representação a estratégia de um contra-movimento ao redor da articulação do cotovelo utilizado pelos adultos. A menor ação do ombro nos adultos pode ser explicada pela menor geração de velocidade nesta articulação, que pode ter sido compensada pela energia gerada através do ciclo excêntrico-concêntrico (OKAZAKI et al., 2005a).

As crianças demonstraram uma fase de preparação mais reduzida para permitir maior período de aceleração para o lançamento da bola. Um movimento em fase entre as articulações do ombro e cotovelo também foi proporcionado através de uma antecipação no instante em que o cotovelo começou a estender para o lançamento da bola. Desta forma, as crianças utilizaram mais a articulação do ombro para gerar velocidade no lançamento da bola que os adultos (OKAZAKI et al., 2005a). Esta estratégia de antecipar o instante de extensão do cotovelo também foi verificada em adultos e crianças, em função do aumento da distância de arremesso.

5.6.6 Comportamento Angular do Punho e Cotovelo

Um movimento de flexão de cotovelo associado a uma extensão de punho, foi verificado na preparação do arremesso de adultos e crianças. Da mesma forma que o movimento de extensão de cotovelo foi associado a uma flexão de punho, também foi verificada para o lançamento da bola. Esta estratégia permitiu aos adultos e crianças potencializar o lançamento através de um pré-estiramento da musculatura flexora do punho através de um contra-movimento (extensão-flexão) (OKAZAKI et al., 2005a). Contudo, a relação

entre o deslocamento angular do punho e cotovelo demonstrou que os adultos possuem uma mudança mais brusca no sentido do movimento destas articulações. Desta forma, os adultos parecem conseguir tirar maior proveito da energia reativa gerada no contra-movimento do punho (OKAZAKI et al., 2005a). Alguns estudos demonstraram que o melhor proveito da energia reativa (contra-movimento) tem sido uma característica que distingue experientes de novatos (BUTTON et al., 2003; NEWELL e VAILLANCOURT, 2001; VEREIJKEN et al., 1992; HUDSON, 1986).

5.7 VARIÁVEIS ESPACIAIS DE VELOCIDADE ANGULAR

5.7.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco

Os adultos não apresentaram diferenças na velocidade angular do tornozelo, joelho, quadril e tronco, em função do aumento da distância. Por conseguinte, o aumento da velocidade angular nas articulações nos membros inferiores e no tronco, não demonstrou ser a estratégia utilizada para atender as demandas do aumento da distância de arremesso. Estes resultados estão em consonância com a consistência encontrada no padrão dos arremessos dos adultos verificados a partir dos deslocamentos angulares destas mesmas articulações (tornozelo, joelho, quadril e tronco).

As crianças demonstraram a estratégia de aumentar a velocidade de flexão do tronco e quadril para aumentar o impulso a ser aplicado no centro de massa nas maiores distâncias de arremesso. A velocidade de flexão das crianças também foi maior que a velocidade gerada pelos adultos na preparação para o salto. Desta forma, a articulação do quadril e tronco nos instantes de preparação para o arremesso, tem papel fundamental na geração

de impulso do corpo e, possivelmente da bola. Tais inferências foram reforçadas pelos maiores valores angulares na flexão de tronco e quadril encontrados nas crianças.

As crianças demonstraram utilizar uma maior geração de velocidade angular no movimento de extensão de joelho, quadril e tronco, em função da distância. A magnitude de velocidade gerada nestas articulações também demonstrou ser maior àquela encontrada nos adultos. Desta forma, o aumento da velocidade angular na extensão do joelho, quadril e tronco, demonstrou ter importante papel na geração de impulso do corpo para o arremesso da bola. O aumento da velocidade angular do quadril, quando o arremesso foi realizado em maiores distâncias, tem sido uma estratégia verificada em outros estudos (ELLIOTT, 1992; ELLIOTT e WHITE, 1989). Todavia, no presente estudo, as crianças necessitaram também de uma maior geração de velocidade ao redor da articulação do joelho e tronco, possivelmente por possuírem menor capacidade de gerar força que adultos.

No instante de lançamento da bola, não foram encontradas modificações na velocidade angular de adultos e crianças, em função da distância. Todavia, as crianças diferiram dos adultos quando apresentaram a estratégia de aumentar a velocidade angular do tornozelo, no instante de lançamento da bola. Miller e Bartlett (1993) têm proposto que a velocidade angular do tornozelo influencia mais a elevação do centro de massa que a velocidade angular do quadril ou joelho. Porém, os resultados do presente estudo, onde modificações foram verificadas na preparação do arremesso e no instante de lançamento, apontam que as quatro articulações (tornozelo, joelho, quadril e

tronco) contribuíram na performance do salto e parecem ter influencia sobre o aumento da velocidade transmitida à bola.

5.7.2 Ombro, Cotovelo e Punho

Os adultos apresentaram a estratégia de aumentar a velocidade angular ao redor da articulação do cotovelo, em função do aumento da distância de arremesso. O aumento da velocidade angular na articulação do cotovelo tem sido uma adaptação realizada nas maiores distâncias de arremesso reportada em alguns estudos (MILLER e BARTLETT, 1996, 1993; SATERN, 1993; ELLIOTT e WHITE, 1989). Contudo, Rodacki e colaboradores (2005) e Okazaki (2004a), não encontraram diferenças no arremesso de adultos em função do aumento da distância do arremesso. Estes estudos apontam que o cotovelo não seria a principal articulação responsável em gerar maior impulso para lançar a bola com o aumento da distância, mas teria relação direta com a manutenção da precisão do arremesso (RODACKI et al., 2005; OKAZAKI, 2004). Os achados do presente estudo apontam para outra direção, onde o cotovelo demonstrou ser a articulação responsável pela geração de impulso da bola e as articulações do ombro e cotovelo teriam um papel secundário no impulso e primário no controle da precisão.

Como as articulações do ombro e punho não demonstraram alterações significativas na geração de maior velocidade da bola, estas articulações estariam mais relacionadas ao controle da precisão no movimento. De fato, alterações na articulação do ombro poderiam comprometer a estabilidade do movimento, pois tem ligação direta com o posicionamento do tronco. Desta forma, o aumento da velocidade e/ou amplitude articular na flexão de ombro

poderia proporcionar maiores ou menores inclinações de tronco e influenciar na precisão. As alterações ao redor do ombro seriam magnificadas em comparação às decorrentes do cotovelo, pois possui maior número de graus de liberdade que poderiam ser afetados no movimento.

Outros estudos também têm inferido ao punho apenas os aspectos de controle da precisão no movimento (MILLER e BARTLETT, 1993). Subsídios para tal inferência também têm base na ausência de modificações na articulação do punho em função do aumento da distância do arremesso (MILLER e BARTLETT, 1993). Possivelmente, se os adultos utilizassem outra estratégia de lançamento, a precisão teria maior custo. Isto está de acordo com a diferença verificada na precisão dos arremessos entre adultos e crianças, principalmente nas maiores distâncias, onde as estratégias verificadas nas crianças proporcionariam menor precisão que as verificadas pelos adultos.

As crianças apresentaram a estratégia de aumentar a velocidade angular do ombro, cotovelo e punho no movimento, para suprir as demandas do arremesso mais distante da cesta. Em geral, os estudos têm apresentado o aumento da velocidade angular em apenas uma (MILLER e BARTLETT, 1993) ou duas articulações (RODACKI et al., 2005; OKAZAKI, 2004a; MILLER e BARTLETT, 1996; SATERN, 1993), em função do aumento da distância. Apenas Elliott e White (1989) encontraram aumentos na velocidade angular do ombro, cotovelo e punho no arremesso de mulheres, quando a distância do arremesso foi aumentada. Tais aumentos na velocidade angular das articulações nos membros superiores, associados aos verificados no tronco e membros inferiores, explica a maior velocidade de lançamento da bola encontrada nas crianças. A maior geração de velocidade nas articulações das

crianças também pode explicar a menor precisão encontrada nas maiores distâncias, uma vez que a velocidade é diretamente relacionada à variabilidade no movimento (TANI, 2000b; TEIXEIRA, 2000; DARLING e COOKE, 1987a).

Os adultos demonstraram a maior velocidade no movimento de flexão de cotovelo antecedendo a extensão para o lançamento. Isto reforça a idéia do contra movimento utilizado para otimizar a ação da musculatura ao redor da articulação do cotovelo. Por outro lado, as crianças utilizam uma maior geração de velocidade angular ao redor da articulação do ombro para gerar impulso à bola. Contudo, no instante de lançamento, as crianças utilizam uma taxa menor desta velocidade gerada comparadas aos adultos. Assim, as crianças não conseguiram tirar proveito da velocidade angular gerada ao redor da articulação do ombro da mesma maneira que os adultos. Isto está em consonância com o estudo de Okazaki e colaboradores (2005a). Estes autores demonstraram que as crianças geraram maior velocidade angular (ombro, cotovelo e punho), comparadas aos adultos. Contudo, os maiores valores de velocidade aconteceram antes do instante de lançamento (OKAZAKI et al., 2005a). No presente estudo as crianças apresentaram a mesma estratégia desempenhada pelos adultos. Tais diferenças entre os estudos podem ser explicadas pela maior idade das crianças e/ou a normalização na altura da cesta e características da bola (peso e tamanho) do presente estudo.

5.8 VARIÁVEIS TEMPORAIS DE VELOCIDADE ANGULAR

5.8.1 Tornozelo, Joelho, Quadril e Tronco

O tornozelo, joelho, quadril e tronco, não demonstraram diferenças significativas em função da distância ou entre adultos e crianças, nas variáveis

que descreveu o tempo absoluto da velocidade angular e o tempo relativo da maior velocidade angular. Apenas foram verificadas diferenças no tempo relativo da menor velocidade angular do quadril entre a distância longe das crianças e médio dos adultos. Desta forma, a organização do movimento dos membros inferiores e do tronco, demonstra ter um importante papel na performance do arremesso de jump. Pois, o tempo relativo não foi facilmente modificado pela distância e demonstrou estabilidade entre adultos e crianças. Estes achados parecem estar de acordo com outros estudos que analisaram o salto vertical (SOEST et al., 1994) e o ressalto em pêndulo pliométrico (RODACKI et al., 2001a) iniciados com diferentes graus de flexão de joelho. Estes trabalhos encontraram um alto grau de consistência no tempo relativo do maior valor de velocidade angular das articulações, mesmo na presença de uma variabilidade na seqüência e tempo de reversão das articulações. Isto sugere que o tempo relativo invariável do maior valor da velocidade angular seja essencial durante o desempenho nas tarefas de propulsão (RODACKI et al., 2001; SOEST et al., 1994).

Alguns estudos têm proposto uma seqüência próximo-distal na organização temporal dos maiores valores de velocidade angular ao redor articulações em habilidades balísticas (YOUNG e MARTENIUK, 1995; PUTNAN, 1993, 1991), pois permite a transferência de energia de um segmento para outro otimizando a impulsão resultante final (DÖRGE et al., 2002; JACOBS et al., 1996; ANDERSON e SIDAWAY, 1994). Os adultos apresentaram esta estratégia nas três condições de arremesso (perto, médio e longe) na performance do salto. Contudo, as crianças apenas apresentaram a seqüência próximo-distal no salto desempenhado na maior distância de

arremesso. Desta forma, a organização próximo-distal pode ter sido uma estratégia desempenhada pelas crianças para aumentar a propulsão no salto. Isto está de acordo com a maior velocidade linear horizontal do centro de massa encontrada no arremesso das crianças na distância longe.

5.8.2 Ombro, Cotovelo e Punho

À medida que a distância do arremesso foi aumentada, os adultos apresentaram o maior valor de velocidade angular do cotovelo com um atraso (tempo absoluto e relativo). Isto reforça a idéia do cotovelo como a articulação mais importante na geração de impulso à bola quando a distância do arremesso foi aumentada. As figuras que expressam o perfil da velocidade angular também reforçam a estratégia do contra-movimento verificado ao redor da articulação do cotovelo pelos adultos e ausente nas crianças. Todavia, a articulação do punho demonstra esta estratégia tanto para adultos e crianças.

As crianças demonstraram uma seqüência próximo-distal na organização temporal do maior valor de velocidade angular no membro superior (ombro-cotovelo-punho) para gerar impulso no lançamento. Por outro lado, não foi verificada uma seqüência próximo-distal (ANDERSON e SIDAWAY, 1994; PUTNAN, 1993; ELLIOTT, 1992), ou mesmo uma organização que sincronizasse os maiores valores de velocidade com o instante de lançamento (VAN GHELUWE e HEBBELINCK, 1985; JORIS et al., 1985) no arremesso dos adultos. A ausência destas organizações temporais no movimento de arremesso dos adultos pode ser justificada por outros estudos (CHOWDHARY e CHALLIS, 2001; SOUTHARD, 1998).

Alguns estudos têm demonstrado que a manipulação da massa e tamanho do segmento que realiza um lançamento (SOUTHARD, 1998), ou do implemento lançado (CHOWDHARY e CHALLIS, 2001), apresentou mais de uma seqüência de organização para que a performance de lançamento fosse ótima. Desta forma, a organização temporal na seqüência de movimento nos adultos pode ter sido mais específica às suas características físicas. Todavia, tais inferências foram baseadas em movimentos balísticos, que objetivam apenas a maximização na potência do lançamento, e não explica o fato da maior velocidade angular do punho ter ocorrido antes o lançamento da bola.

Alguns autores que analisaram o arremesso de jump no basquetebol atribuíram a antecipação e o atraso na maior velocidade angular do punho, em relação ao instante de lançamento, como uma estratégia utilizada para controle da precisão (OKAZAKI, 2006b; RODACKI et al., 2005; OKAZAKI, 2004a). A manipulação temporal do maior valor de velocidade permite que menor variabilidade (DARLING e COOKE, 1987a; SCHMIDT et al., 1979, 1978) e maior consistência e precisão ocorram (TEIXEIRA, 1999, 1997), uma vez que a velocidade é diminuída (TEIXEIRA, 2000; TANI, 2000; DARLING e COOKE, 1987b). Outros estudos também apontam esta estratégia de controle da precisão em movimentos de rebatida no beisebol (CALJOW et al., 2005) e saque no tênis (ELLIOTT et al., 1989).

6.0 RECOMENDAÇÕES

O arremesso de jump no basquetebol de adultos e crianças foi analisado a em função da manipulação da distância do arremesso. Esta análise possibilitou a verificação de parâmetros e a indicação de estratégias de movimento para a otimização dos processos de treinamento do arremesso de jump. Este estudo pode auxiliar na determinação de características da performance habilidosa, e serve de referencial para a correção do movimento e, diferentes fases da aprendizagem, ou para refinamento da performance do arremesso de jump no basquetebol.

6.1 CONSISTÊNCIA E ESTABILIZAÇÃO DO PADRÃO MOTOR

Os adultos demonstraram maior consistência e estabilidade motora verificada através das menores modificações na coordenação do movimento em função do aumento da distância. Esta consistência e estabilidade devem ser buscadas na aprendizagem de qualquer habilidade motora, principalmente no meio esportivo de rendimento, pois proporciona melhor eficiência e eficácia. As crianças demonstraram maior instabilidade no padrão coordenativo em função da manipulação da distância do arremesso. Tais instabilidades podem ser justificadas pelas restrições internas (características físicas e motoras) e externas (especificidade da tarefa), diferenciada entre adultos e crianças. As características físicas estão relacionadas às capacidades físicas das crianças (força, velocidade, resistência, etc.) e as motoras às experiências práticas. A especificidade da tarefa está relacionada à exigência motora e física da habilidade a ser desempenhada.

As restrições internas e externas, podem ser fatores que limitam a performance. A restrição imposta pelas capacidades físicas pode ser contornada por equipamentos mais ergonômicos a serem utilizados nas sessões de treinamento. Isto inclui: bolas com diferentes pesos e tamanhos, quadras com dimensões reduzidas, tabelas com diferentes alturas e cestos com diferentes diâmetros. As experiências motoras são desenvolvidas com a prática, mas devem ser acompanhadas adequadamente por um profissional especializado, para que a restrição externa não venha a comprometer a aprendizagem. Ou seja, para que a especificidade da tarefa proposta não seja maior que as possibilidades física e motora dos sujeitos. Por exemplo, no presente estudo, foi verificado que a distância longe comprometeu significativamente a precisão dos arremessos das crianças através de alterações nos parâmetros de controle e na coordenação.

Se as restrições internas e externas forem respeitadas nas sessões de treinamento, o processo de aprendizagem pode ser acelerado, permitindo uma maior estabilidade no padrão motor a ser desenvolvido. Isto ocorre através do fortalecimento da conexão entre as redes neurais em função da prática. Todavia, quando as restrições internas e externas são violadas, ao invés do desenvolvimento de um padrão motor ótimo, são desenvolvidos vários sub-padrões motores. Desta forma, o presente estudo sugere a prática do arremesso em condições que respeitem as características dos sujeitos no desenvolvimento de um padrão motor ótimo. Algumas características verificadas na performance dos adultos e crianças proporcionaram indicativos para serem buscados no desenvolvimento deste padrão de movimento.

6.2 PRECISÃO DO ARREMESSO

Algumas estratégias foram verificadas na performance dos adultos e crianças e podem ser associadas ao aumento e redução da precisão no arremesso. A precisão do arremesso de jump no basquetebol está relacionada ao maior ângulo e altura de lançamento, menor velocidade de lançamento e maior estabilidade de movimento.

Maiores ângulos de lançamento foram verificados na performance dos adultos, possibilitando uma maior área de passagem da bola na cesta. Por conseguinte os sujeitos devem procurar realizar maiores ângulos de lançamento em seu arremesso. As menores velocidades de lançamento da bola proporcionam menor velocidade dos segmentos que realizam o lançamento. Como o aumento da variabilidade está relacionado ao aumento da velocidade, maiores velocidades proporcionam menor precisão e consistência de movimento. Por conseguinte, deve-se procurar utilizar um padrão de movimento que proporcione uma pequena geração de velocidade nos membros responsáveis pela geração de impulso à bola. As maiores alturas de lançamento possibilitam menores velocidades de lançamento, pois diminui a distância que a bola tem que percorrer. Desta forma, deve-se procurar desempenhar o arremesso com grande altura de lançamento da bola. Esta altura de lançamento pode ser alcançada através de uma melhora na altura de salto, pequena inclinação de tronco para trás, maior flexão de ombro e extensão de cotovelo no lançamento e da sincronização do tempo de lançamento com o instante de maior altura de salto.

A estabilidade do arremesso demonstrou ser um dos fatores que mais influenciaram a precisão dos arremessos. Segundo Miller e Bartlett (1993):

“arremessos sem estabilidade são ruins, e arremessos ruins perdem o jogo...”. Conseqüentemente, a estabilidade deve ser o primeiro ponto a ser procurado na performance do arremesso. Caso algum dos pontos colocados acima venha a restringir a estabilidade do arremesso, o atleta deve procurar manter a estabilidade, mesmo que ao custo de qualquer ponto colocado anteriormente. Pois, a estabilidade parece diminuir mais a consistência do movimento que o ângulo, altura e velocidade de lançamento. A estabilidade do arremesso pode ser inferida a partir de diversos fatores no arremesso, mas deve atender principalmente aos seguintes pontos: posicionamento do tronco próximo à vertical, alinhamento correto entre as articulações (ombro, cotovelo e punho) que desempenham o arremesso sobre um mesmo plano de movimento, lançamento da bola no ápice do salto, menor deslocamento horizontal do centro de massa, maior tempo de movimento para seleção dos parâmetros de controle do arremesso, manter a bola próxima ao corpo durante a preparação do lançamento, e pequena geração de velocidade nos membros inferiores, superiores e tronco para lançar a bola.

6.0 CONCLUSÃO

Os adultos demonstraram a estratégia de atrasar o instante em que o salto foi realizado nas maiores distâncias. Isto foi realizado através de uma maior extensão de joelho e flexão plantar do tornozelo, ambos desempenhados próximos ao instante de lançamento da bola nas maiores distâncias. O lançamento dos adultos na distância perto, foi desempenhado na fase descendente do salto e nas maiores distâncias na fase ascendente. Estas estratégias podem ter proporcionado um melhor aproveitamento da velocidade linear do centro de massa para ser transferido à bola nas maiores distâncias de arremesso. Contudo, a principal estratégia para suprir o aumento da distância do arremesso pareceu ocorrer ao redor da articulação do cotovelo através do aumento na geração de velocidade angular. Desta forma, foram confirmadas as hipóteses H_1 e H_2 que atribuem respectivamente modificações nas variáveis espaciais e temporais, no arremesso dos adultos em função da distância.

As crianças utilizaram maior velocidade e deslocamento linear horizontal do centro de massa, para suprir a demanda dos arremessos mais distantes à cesta. O lançamento da bola no instante ascendente do salto também demonstrou uma estratégia utilizada pelas crianças para transferir a energia do centro de massa para a bola. As crianças demonstraram a estratégia de aumentar a amplitude angular de quadril e de tronco, através de uma maior flexão destas articulações. Isto possibilitou uma maior velocidade de flexão e extensão do tronco e quadril, para os arremessos mais distantes. O aumento da velocidade angular de extensão de joelho também demonstrou auxiliar a geração de impulso do centro de massa nas maiores distâncias de arremesso. Outra estratégia utilizada pelas crianças foi um movimento em fase associado

ao aumento da velocidade angular das articulações do ombro, cotovelo e punho. Contudo, no instante de lançamento, o punho foi a articulação utilizada para suprir a demanda do aumento da distância. Por conseguinte, foi confirmada a hipótese H_3 , pois o efeito da manipulação da distância teve efeito sobre as variáveis espaciais na performance das crianças. Contudo, como não foram encontradas diferenças nas variáveis temporais que descreve o movimento de arremesso nas crianças, a hipótese H_4 foi rejeitada.

Diferentes padrões coordenativos entre adultos e crianças, além de estratégias sensório-motoras ímpares, em função do efeito da distância, foram verificados. Desta forma, as hipóteses H_5 e H_6 foram aceitas, pois foram verificadas modificações nas variáveis espaciais e temporais entre adultos e crianças.

Os adultos apresentaram maior precisão nos arremessos que as crianças. Isto foi possibilitado pela maior altura e ângulo de lançamento, associados à menor velocidade de lançamento. A maior altura de lançamento dos adultos foi desempenhada em função da maior estatura, pequena inclinação posterior do tronco, maior flexão de ombro e melhor aproveitamento da altura gerada no salto. O maior ângulo de lançamento permitiu uma maior área alvo para a entrada da bola na cesta e menor margem de erro. A menor velocidade de lançamento ocorreu em função da maior altura de lançamento e, possivelmente, da rotação da bola resultante da maior flexão de punho verificada nos adultos. O contra movimento desempenhado ao redor do cotovelo e punho, também otimizou o trabalho de contração muscular destas articulações, e pode ter auxiliado na redução da velocidade de lançamento. Por outro lado, as crianças demonstraram maior geração de velocidade angular do

ombro, cotovelo e punho, em função de um trabalho em fase. Esta estratégia não permitiu que o contra-movimento ao redor do punho das crianças fosse otimizado, assim como não possibilitou a geração de um contra-movimento ao redor do cotovelo.

Os adultos realizaram o arremesso com maior tempo para a seleção dos parâmetros de lançamento da bola. O instante de salto foi mais aproximado ao instante de lançamento no arremesso das crianças, e dos adultos nas maiores distâncias. Isto permitiu um melhor aproveitamento da energia gerada ao redor do centro de massa para ser transmitida à bola. As crianças sincronizam o instante de lançamento com a fase ascendente do salto. Os adultos utilizaram tanto a estratégia de lançar a bola na fase ascendente (distância longe e médio) quanto descendente (distância perto). Contudo, os adultos demonstraram melhor aproveitamento da altura de salto, uma vez que a bola foi lançada próximo ao instante de maior deslocamento vertical do centro de massa. As crianças nas maiores distâncias, demonstraram a estratégia de atrasar a maior inclinação de tronco para gerar mais velocidade angular no instante próximo ao lançamento. Esta mesma estratégia também foi verificada ao redor da articulação do ombro (maior flexão), cotovelo (maior extensão) e punho (maior flexão), nos adultos.

Os adultos também demonstraram uma maior geração de velocidade na flexão de cotovelo, reforçando a estratégia verificada de contra-movimento nesta articulação. Maiores amplitudes e ângulos de flexão foram verificados ao redor do tronco e quadril nas crianças, comparado aos adultos. Isto proporcionou que maiores velocidades fossem geradas ao redor do tronco e quadril para suprir a demanda do arremesso nas maiores distâncias. Um

aumento da velocidade do tornozelo também foi verificado no instante de lançamento da bola pelas crianças. Desta forma, as crianças demonstraram necessitar de maior geração de velocidade dos membros inferiores e do tronco para gerar impulso à bola, comparado aos adultos.

O presente estudo objetivou analisar e comparar a coordenação motora do arremesso de jump no basquetebol de adultos e crianças, em função do aumento da distância. Um melhor entendimento das estratégias de controle sensório-motor utilizado para manter a precisão do arremesso, assim como o diagnóstico das variáveis que determinam a performance habilidosa, foi possibilitado por esta experimentação.

Sugere-se que outros estudos analisem as variabilidades inter- e intra-individual na performance do arremesso em função da variável distância e de outras variáveis como: fadiga, experiência, campo visual, características físicas, etc. Também é aconselhada a análise tridimensional do arremesso para analisar o alinhamento das articulações, as rotações, ou os membros homólogos ao lado que realiza a propulsão da bola.

REFERÊNCIAS

- ABERNETHY, B. e SPARROW, W.A. The Rise and Fall of Dominant Paradigms in Motor Behaviour Research. In.: Summers, J.J. (Ed.), **Approaches to the Study of Motor Control and Learning**, 1992.
- ALEXANDER McN. A Minimum Energy Cost Hypothesis for Human Arm Trajectories. **Biological Cybernetics**, vol. 76, p. 97-105, 1997.
- ALMEIDA, M.B. **Basquetebol Iniciação**. Rio de Janeiro-RJ: Sprint, 1998.
- ANDERSON, D.I. e SIDAWAY, B. Coordination Changes Associated With Practice of a Soccer Kick. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 65, nº 2, p. 93-99, 1994.
- ARAGÓN, M.R. Efectividad del Tiro en Función de la Acción Técnica Previa. **Instituto Nacional de Educación Física de Madrid**, 2002 *in press*.
- ASKEW, G. e MARSH, R.L. The Effects of Length Trajectory on the Mechanical Power Output of Mouse Skeletal Muscles. **The Journal of Experimental Biology**, vol. 200, p. 3119-3131, 1997.
- BALE, P. Anthropometric, Body Composition and Performance Variables of Young Elite Female Basketball Players. **The Journal of Sports Medicine and Physical Fitness**, vol. 31, nº 02, p. 173-177, 1991.
- BALL, K.A. e PIERRYNOWSKI, M.R. Classification of Errors in Locating a Rigid Body. **Journal of Biomechanics**, vol. 29, nº 09, p. 1213-1217, 1996.
- BARDY, B.G.; OULLIER, O.; BOOTSMA, R.J.; STOFFREGEN, T.A. Dynamics of Human Postural Transitions. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, vol. 28, nº 03, p. 499-514, 2002.
- BARELA, J.A. Estratégias de Controle em Movimentos Complexos: Ciclo Percepção-Ação no controle Postural. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 3, p. 79-88, 2000.
- BARELA, J.A. Aquisição de Habilidades Motoras: do Inexperiente ao Habilidade. **Motriz**, vol. 05, nº 01, p. 53-57, 1999.
- BARTLETT, Roger. **Sports Biomechanics: Reducing Injury and Improving Performance**. London and New York: E and FN SPON, 1999.
- BEEK, P.J.; PEPPER, C.E.; STEGEMAN, D.F. Dynamical Models of Movement Coordination. **Human Movement Science**, vol. 14, p. 573-608, 1995.
- BETRÁN, J.O. **1250 Ejercicios Y Juegos En Baloncesto Volumen I (Bases teóricas y metodológicas. La iniciación)**. Barcelona – Espanha: Paidotribo, 1998.

BOBBERT, M.F.; GERRITSEN, K.G.; LITJENS, M.C.A.; VAN SOEST, A.J. Why is Countermovement Jump Height Greater than Squat Jump? **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 28, nº 11, p. 1402-1412, 1996.

BOBBERT, M.F. e VAN SOEST, A.J. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 26, p. 1012-1020, 1994.

BOSCO, C.; KOMI, P.V.; ITO, A. Prestretch Potentiation of Human Skeletal Muscle During Ballistic Movement. **Acta Physiology Scandinavan**, vol. 111, p. 135-140, 1981.

BRANCAZIO, P.J. Physics of Basketball. **American Journal of Physics**, vol. 49, p. 356-365, 1981.

BRANDÃO, E.; JANEIRA, M.A.; CURA, J.; CURA, P. Técnica vs. Performance - Evidências da Investigação em Jovens Basquetebolistas. **I Congresso Ibérico de Baloncesto**, Faculdade de Ciências do Desporto e de Educação Física – Universidade do Porto, 2001.

BRINK, E.E.; SUZUKI, I.; TIMERICK, S.J.B.; WILSON, V.J. Tonic Neck Reflex of the Decerebrate Cat: A Role for Propriospinal Neurons. **Journal of Neurophysiology**, vol. 54, nº 04, p. 978-987, 1985.

BRISSON, T.A. e ALAIN, C. Should Common Optimal movement Patterns Be Identified as the Criterion to Be Achieved? **Journal of Motor Behavior**, vol. 28, nº 03, p. 211-223, 1996.

BURGESS-LIMERICK, R.; ABERNETHY, B.; NEAL, R. Relative Phase Quantifies Interjoint Coordination. **Journal of Biomechanics**, vol. 26, nº 01, p. 91-94, 1993.

BUTTON, C.; MACLEOD, M.; SANDERS, R.; COLEMAN, S. Examining movement Variability in the Basketball Free-Throw Action at Different Skill Levels. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 74, nº 03, p. 257-269, 2003.

CAMPOS, W. e SILVA, S.G. A Influência da Base de Conhecimento no Desenvolvimento da Performance Humana. **Revista da Fundação de Esporte e Turismo**, vol. 02, nº 01, p. 31-33, 1990.

CESARI, P.; SHIRATORI, T.; OLIVATO, P.; DUARTE, M. Analysis of Kinematically Redundant Reaching Movements Using the Equilibrium-Point Hypothesis. **Biological Cybernetics**, vol. 84, p. 217-226, 2001.

CHASE, M.; EWING, M.; LIRGG, C.; GEORGE, T. The Effects of Equipament Modification on Children's Self-Efficacy and Basketball Shooting Performance. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 65, p. 159-168, 1994.

CHEN, C.; OST, J.J.; SALATHÉ, E.P. Biomechanical Analysis of the Knee Extension Exercise. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, vol. 74, p. 1336-1342, 1993.

CHÉZE, L.; FREGLY, B.J.; DIMNET, J. A Solidification Procedure to Facilitate Kinematic Analyses Based on Video System Data. **Journal of Biomechanics**, vol. 28, nº 07, p. 884, 1995.

CHOWDHARY, A.G. e CHALLIS, J.H. The Biomechanics of an Overarm Throwing Task: a Simulation Model Examination of Optimal Timing of Muscle Actions. **Journal of Theoretical Biology**, vol. 211, p. 39-53, 2001.

CLARAC, F.; CATTART, D.; RAY, D.L. Central Control Components of a 'Simple' Stretch Reflex. **Trends in Neuroscience**, vol. 23, nº 05, p. 199-208, 2000.

CLARK J.E.; PHILLIPS, S.J.; PETERSEN, R. Developmental Stability in Jumping. **Developmental Psychology**, vol. 25, nº 06, p. 929-935, 1989.

COLEMAN, S.G.S.; BENHAM, A.S.; NORTHCOTT, S.R. A Three-Dimensional Cinematographical Analysis of the Volleyball Spike. **Journal of Sports Sciences**, vol. 11, p. 295-302, 1993.

COLEMAN, B. e RAY, P. **Basquetebol**. Rio de Janeiro-RJ: Coleção Desporto, Publicações Europa-América, 1976.

CONNOLY, K. Desenvolvimento Motor: Passado, Presente e Futuro. **Revista Paulista de Educação Física**, nº 03, p. 06-15, 2000.

COSTA, P.H.L. e VIEIRA, M.F. Revisando Bernstein: Uma Linguagem para o Estudo da Coordenação de Movimentos. **Revista Brasileira de Biomecânica**, vol. 01, p. 55-63, 2000.

CROSSMAN, E.R.F.W. e GOODEVE, J. Feedback Control of Hand-Movement and Fitts' Law. **Quarterly Journal of Experimental Psychology**, vol. 35A, p. 251-278, 1983.

DAIUTO, M. **Basquetebol: Metodologia de Ensino**. 3ª edição, São Paulo-SP: Iglu, 1971.

DAIUTO, M. **Basquetebol: Origem e Evolução**. São Paulo-SP: Iglu, 1991.

DARLING, W.G. e COOKE, J.D. Changes in the Variability of Movement Trajectories With Practice. **Journal of Motor Behavior**, vol. 19, nº 03, p. 291-309, 1987-a.

DARLING, W.G. e COOKE, J.D. Movement Related EMGs Become More Variable During Learning of Fast Accurate Movements. **Journal of Motor Behavior**, vol. 19, nº 03, p. 311-331, 1987b.

DE ROSE JÚNIOR, D.; DESCHAMPS, S.; KORSAKAS, P. Situações Causadoras de Stress no Basquetebol de Alto Rendimento: Fatores Extracompetitivos. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, vol. 09, nº 01, p. 25-30, 2001.

DE ROSE JÚNIOR, D.; TAVARES, A.C.; GITTI, V. Perfil Técnico de Jogadores Brasileiros de Basquetebol: Relação Entre os Indicadores de Jogo e Posições Específicas. **Revista Brasileira de Educação Física e Esporte**, vol. 18, nº 04, p. 377-384, 2004.

DIETZ, V. Human Neuronal Control of Automatic Functional Movements: Interaction Between Central Programs and Afferent Input. **Journal of Neurophysiology**, vol. 72, nº 01, p. 36-69, 1992.

DOORENBOSCH, C.A.M.; WELTER, T.G.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Intermuscular Co-Ordination During Fast Contact Control Leg Task in Man. **Brain Research**, vol. 751, p. 239-246, 1997.

DÖRGE, H.C.; BULL ANDERSEN, T.; SORENSEN, H.; SIMENSEN, E.B. Biomechanical Differences in Soccer Kicking With the Preferred and the Non-Preferred Leg. **Journal of Sports Sciences**, vol. 20, p. 293-299, 2002.

EARHART, G.M. e STEIN, P.S.G. Step, Swim, and Scratch Motor Patterns in Turtle. **Journal of Neurophysiology**, vol. 84, p. 2181-2190, 2000.

ELLIOTT, B.C. A Kinematic Comparison of the Male and Female Two-Point and Three-Point Jump Shots in Basketball. **The Australian Journal of Science and Medicine**, vol. 24, nº 04, p. 111-118, 1992.

ELLIOTT, B.C.; WHITE, E. A Kinematic and Kinetic Analysis of the Female Two Point and Three Point Jump Shots in Basketball. **The Australian Journal of Science and Medicine in Sport**, vol. 21, nº 02, p. 7-11, 1989.

ELLIOTT, D.; HELSEN, W.F.; CHUA, R. A Century Later: Woodworth's (1899) Two-Component Model of Goal Directed Aiming. **Psychological Bulletin**, vol. 127, nº 03, p. 342-357, 2001.

ENOKA, R.M. Muscular Control of a Learned Movement: The Speed Control System Hypothesis. **Experimental Brain Research**, vol. 51, p. 135-145, 1983.

ENOKA, R.M. Mechanisms of Muscle Fatigue: Central Factors and Task Dependency. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 05, nº 03, p. 141-149, 1995.

ERRAIS, B. e HERR, L. Basquetebol: El Rebote Como Componente de la Estrategia y de La Tática. **Educación Physique et Sport**, vol. 138, p. 27-35, 1976.

FLEISIG, G.S.; BARRENTINE, S.W.; ZHENG, N.; ESCAMILLA, R.F.; ANDREWS, J.R. Kinematic and Kinetic Comparison of Baseball Pitching Among Various Levels of Development. **Journal of Biomechanics**, vol. 32, p. 1371-1375, 1999.

FOWLER, C.A. e TURVEY, M.T. Skill Acquisition: An Event Approach With Special Reference to Searching for the Optimum of a Function of Several Variables. In.: Stelmach, G.E. (1978). **Information Processing in Motor Control and Learning**. New York: Academic Press, 1978.

FREUND, H.J. Motor Unit and Muscle Activity in Voluntary Motor Control. **Journal of Neurophysiology**, vol. 63, nº 02, p. 387-436, 1983.

GALAHUE, D.L. e OZMUN, J.C. **Compreendendo o Desenvolvimento Motor: BeBês, Crianças, Adolescentes e Adultos**. 2ª edição, São Paulo-SP: Phorte; 2003.

GEIL, M.D.; PAIRNAIANPOUR, P.Q.; BRME, N.; SIMON, S. Comparison of Methods for the Calculation of Energy Storage and Return in a Dynamic Elastic Response Prosthesis. **Journal of Biomechanics**, vol. 33, p. 1745-1750, 2000.

GIAKAS, G. e BALZPOPOULOS, V. Optimal Digital Filtering Requires a Different Cut-Off Frequency Strategy for the Determination of the Higher Derivatives. **Journal of Biomechanics**, vol.30, nº 08, p. 851-855, 1997a.

GIAKAS, G. e BALZPOPOULOS, V. A Comparison of Automatic Filtering Techniques Applied to Biomechanical Walking Data. **Journal of Biomechanics**, vol.30, nº 08, p. 851-855, 1997b.

GHEZ, C.; GORDON, J.; GHILARDI, M.F. Impairments of Reaching Movements in Patients Without Proprioception II: Effects of Visual Information on Accuracy. **Journal of Neurophysiology**, vol. 73, nº 01, p. 362-372, 1995.

GOGGIN, N.L. e MEEUWSEN, H.J. Age Related Differences in the Control of Spatial Aiming Movements. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 63, nº 04, p. 366-372, 1992.

HAMILTON, G.R. e REINSCHMIDT, C. Optimal Trajectory for the Basketball Free Throw. **Journal of Sports Sciences**, vol. 15, p. 491-504, 1997.

HANSEN, A.H.; CHILDRESS, D.S.; MIFF, S.C.; GARD, S.A.; MESPLAY, Kent P. The Human Ankle During Walking: Implications for Design of Biomimetic Ankle Prostheses. **Journal of Biomechanics**, vol. 37, p. 1467-1474, 2004.

HAY, J.G. **Biomecânica das Técnicas Desportivas**. 2ª Edição, São Paulo-SP: Interamericana, 1981.

HIEBERT, G.W. e PEARSON, K.G. Contribution of Sensory Feedback to the Generation of Extensor Activity During Walking in the Decerebrate Cat. **Journal of Neurophysiology**, vol. 81, p. 758-770, 1999.

HILLS, A.P. e PARKER, A. Gait Characteristics of Obese Children. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, vol. 72, p. 403-407, 1991.

HIROKAWA, S.; SOLOMONOW, M.; LUO, Z.; LU, Y.; D'AMBROSIA, R. Muscular Co-Contraction and Control of Knee Stability. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 1, n° 03, p. 199-208, 1991.

HOFFMAN, J.R. e MARESH, C.M. Physiology of Basketball. In: GARRETT Jr., W.E. e KIRKENDAL, D.T. **Exercise and Sport Science**, Philadelphia-EUA: Lippincox Williams and Wilkins, 2000.

HORAK, M. The Utility of Connectionism for Motor Learning: A Reinterpretation of Contextual Interference in Movement Schemas. **Journal of Motor Behavior**, vol. 24, n° 01, p. 58-66, 1992.

HUDSON, J.L. A Biomechanical Analysis by Skill Level of Free Throw Shooting in Basketball. **International Symposium of Biomechanics in Sports**, San Diego-CA, p. 95-102, 1982.

HUDSON, J.L.. Prediction of Basketball Skill Using Biomechanical Variables. **Research Quarterly For Exercise and Sport**, vol. 56, n° 02, p. 115-121, 1985a.

HUDSON, J.L. Shooting Techniques for Small Players. **Athletic Journal**, Houston - TX, November, p. 22-24, 1985b.

HUDSON, J.L. Co-Ordination of Segments in Vertical Jump. **Medicine in Science in Sport and Exercise**, vol. 18, p. 242-251, 1986.

HUDSON, J.L. Conceptions o Coordination. **University of North Carolina at Greensboro**. p. 215-217, 1992.

JACOBS, R; BOOBERT, M.F.; VAN INGEN SCHEAU, G.J. Mechanical Output From Individual Muscles During Explosive Leg Extensions: The Role of Biarticular Muscles. **Journal of Biomechanics**, vol 29, n° 04, p. 513-523, 1996.

JACOBS, R. e VAN INGEN SCHEAU, G.J. Intermuscular Coordination in a Sprint Push-Off. **Journal of Biomechanics**, vol. 25, n° 09, p. 953-965, 1992.

JARIC, S. e LATASH, M L. Learning a Motor Task Involving Obstacles By a Multi-Joint, Redundant Limb: Two Synergies Within One Movement. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 8, p.169-176, 1998.

JARIC, S.; RADOVANOVIC, S.; MILANOVIC, S.; LJUBISAVLJEVIC, M.; ANASTASIJEVIC, R. A Comparison of the Effects of Agonist and Antagonist Muscle Fatigue on Performance of Rapid Movements. **European Journal of Applied Physiology**, vol. 76, p. 41-47, 1997.

JENKINS, W.M.; MERZENICH, M.M.; RECANZONE, G. Neocortical Representation Dynamics in Adult Primates: Implications for Neuropsychology. **Neuropsychology**, vol. 28, nº 06, p. 573-584, 1990.

JENSEN, J.L.; THELEN, E.; ULRICH, B.D. Constraints on Multi-Joint Movements: From the Spontaneity of Infancy to the Skill of Adults. **Human Movement Science**, vol. 08, p. 393-402, 1989.

JORIS, H.I.J.; EDWARDS VAN MUYEN, A.J.; VAN INGEN SCHENAU, G.J.; KEMPER, H.C.G. Force Velocity and Energy Flow During the Overarm Throw in Female Handball Players. **Journal of Biomechanics**, vol. 18, p. 409-414, 1985.

KELSO, J.A.S. e SCHÖNER, G. Self-Organization of Coordinative Movement Patterns. **Human Movement Science**, vol. 7, p. 27-46, 1988.

KNUDSON, D. Biomechanics of the Basketball Jump Shot – Six Key Points. **Journal of Physical Education, Recreation, and Dance**, vol. 64, p. 67-73, 1993.

KO, Y.G.; CHALLIS, J.H.; NEWELL, K.M. Learning to Coordinate Redundant Degrees of Freedom in a Dynamic Balance Task. **Human Movement Science**, 2003 *in press*.

KUO, A.D. A Mechanical Analysis of Force Distribution Between Redundant, Multiple Degree-of-Freedom Actuators in the Human: Implications for the Central Nervous System. **Human Movement Science**, vol. 13, p. 635-663, 1994.

KURZ, M.J. e STERGIOU, N. Effect of Normalization and Phase Angle Calculations on Continuous Relative Phase. **Journal of Biomechanics**, vol. 35, p. 369-374, 2002.

KYRÖLÄINEN, H. e KOMI, P. The Function of Neuromuscular System in Maximal Stretch-Shortening Cycle Exercises: Comparison Between Power- and Endurance-Trained Athletes. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 05, nº 01, p. 15-25, 1995.

LACQUANITI, E.; GRASSO, R.; ZAGO, M. Motor Patterns in Walking. **News Physiology Science**, vol. 14, p. 168-174, 1999.

LADEWIG, I., CIDADE, R. E.; LADEWIG, M. Dicas de aprendizagem visando aprimorar a atenção seletiva em crianças. In: **Avanços em Comportamento Motor**, L.A. Teixeira (Ed.): Movimento, 2001.

LANDIN, D.K.; HERBERT, E.P.; FAIRWEATHER, M. The Effects of Variable Practice on the Performance of a Basketball Skill. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 64, nº 02, p. 263-237, 1993.

LARKINS, C. e SNABB, T.E. Positive Versus Negative Foot Inclination for Maximum Height Two-Leg Vertical Jumps. **Clinical Biomechanics**, vol. 14, p. 321-328, 1999.

LEE, Timothy D. On the Dynamics of Motor Learning Research. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 69, nº 04, p. 334-337, 1998.

LEES, A. An Optimised Film Analysis Method Based on Finite Difference Techniques. **Journal of Human Movement Studies**, vol. 6, p. 165-180, 1980.

LIU, S. e BURTON, A.W. Changes in Basketball Shooting Patterns as a Function of Distance. **Perception and Motor Skills**, vol. 89, nº 03, p. 831-845, 1999.

MAGILL, R.A. **Aprendizagem Motora: Conceitos e Aplicações**. 5ª tradução, São Paulo: Edgard Blücher Ltda, 2000.

MALONE, L.A.; GERVAIS, P.L.; STEADWARD, R.D. Shooting Mechanics Related to Player Classification on Free Throw Success in Wheelchair Basketball. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, vol. 39, nº 06, p. 701-709, 2002.

MANOEL, E.J. Desenvolvimento Motor: Padrões em Mudança, Complexidade Crescente. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 03, p. 35-54, 2000.

MANOEL, E.J.; COELHO, K.A.; BASSO, L.; LAURENTE, M.C.C. A Dinâmica do Comportamento Motor, Sua Aprendizagem e História Natural em Crianças: Implicações para a Educação Física na Educação Infantil. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 04, p. 33-48, 2001.

MARQUES, W. **Caderno Técnico Didático de Basquetebol**. Ministério da Educação e Cultura, Secretaria da Educação Física e Desportos, Departamento de Documentação e Divulgação de Brasília – DF, 1980.

MARSDEN, C.D.; OBESO, J.A.; ROTHWELL, J.C. The Function of the Agonist Muscle During Fast Limb Movements in Man. **Journal of Physiology**, vol. 335, p. 1-13, 1983.

MARTENIUK, R.G. Information Processing, Channel Capacity, Learning Stages and Acquisition of Motor Skill. In.: Whiting, H.T.A. (Ed.), **Readings in Human Performance**. London: Lepus Books, 1975.

McKEY, Laura L. Adjustments in Basket Height and Free Throw Distance for Fourth Grade Children. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 68, nº 01, p. A-18, 1997.

McLEAN, B.D. e TUMILTY, McA. Left-Right Asymmetry in Two Types of Soccer Kick. **British Journal of Sports and Medicine**, vol. 27, nº 04, 1993.

MEIRA Jr., C.M.; TANI, G.; MANOEL, E.J. A Estrutura da Prática Variada em Situações Reais de Ensino-Aprendizagem. **Revista Brasileira de Ciências do Movimento**, vol. 9, n.4, p. 55-63, 2001.

MENZEL, H.J. Diferenças Inter e Intra-Individuais do Padrão no Lançamento de Dardo. **Revista Brasileira de Biomecânica**, vol. 02, nº 02, p. 61-67, 2001.

MILLER, S.A. e BARTLETT, R.M. The effects of Increased Shooting Distance in the Basketball Jump Shot. **Journal of Sports Sciences**, vol. 11, p. 285-293, 1993.

MILLER, S.A. e BARTLETT, R.M. The Relationship Between Basketball Shooting Kinematics, Distance and Playing Position. **Journal of Sports Sciences**, vol. 14, p. 243-253, 1996.

NAGAMO, A.; KOMURA, T.; HIMENO, R.; FUKASHIRO, S. Optimal Digital Filter Cutoff Frequency of Jumping Kinematics Evaluated Through Computer Simulation. **International Journal of Sport and Health Science**, vol. 01, nº 01, p. 196-201, 2003.

NEWELL, K.M. e VAILLANCOURT, D.E. Dimensional Change in Motor Learning. **Human Movement Science**, vol. 20, p. 695-715, 2001.

NEPTUNE, R.R.; WRICHT, I.C.; VAN DEN BOGERT, A.J. Muscle Coordination and Function During Cutting Movement. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 31, nº 02, p. 294-602, 1999.

NUNOME, H.; DOYO, W.; SAKURAI, S.; IKEGMAI, Y.; YABE, K. A Kinematic Study of the Upper-Limb Motion of Wheelchair Basketball Shooting in Tetraplegic Adults. **Journal of Rehabilitation Research and Development**, vol. 39, nº 1, p. 63-71, 2002.

OKA, H.; OKAMOTO, T.; KUMAMOTO, M. Electromyographic and Cinematographic Study of the Volleyball Spike. **Biomechanics V-B**, Baltimore, MD., University Park Press, p. 326-331, 1976.

OKAZAKI, V.H.A.; OLIVEIRA, G.O.; FERREIRA JÚNIOR, R.; RODACKI, A.L.F. Coordenação do Arremesso de Jump no Basquetebol de Crianças. **Fédération Internationale D'éducation Physique**, vol. 76, nº 02, p. 523-526, 2006a.

OKAZAKI, V.H.A.; RODACKI, A.L.F.; OKAZAKI, F.H.A. O Efeito do Aumento da Distância na Coordenação do Arremesso de Jump no Basquetebol e a Relação Velocidade-Precisão. **Lecturas: Educación Física y Deportes**, 2006b *in press*.

OKAZAKI, V.H.A.; RODACKI, A.L.F.; OKAZAKI, F.H.A. O Arremesso de Jump no Basquetebol. **Lecturas: Educación Física y Deportes**, 2006c *in press*.

OKAZAKI, V. H. A. e RODACKI, A. L. F. **Changes in Basketball Shooting Coordination in Children Performing With Different Balls**. *Fédération Internationale D'éducation Physique*, vol. 75, nº 02, p. 368-371, 2005.

OKAZAKI, V.H.A.; RODACKI, A.L.F.; DEZAN, V.H.; SARRAF, T.A. Coordenação do Arremesso de Jump no Basquetebol de Crianças e Adultos. **Revista Brasileira de Biomecânica**, 2005a *in press*.

OKAZAKI, V.H.A.; OKAZAKI, F.H.A.; LOPES, R.F.; CAÇOLA, P.M.; MEDINA, J.; REZENDE, G. A Coordenação do Arremesso de Jump no Basquetebol. In: Fórum Internacional de Qualidade de Vida e Saúde, 2005, Curitiba. **Revista Científica JOPEF**, vol. 02, p. 18-20, 2005b.

OKAZAKI, V.H.A.; CAÇOLA, P.M.; AMORIM, G.O.; REZENDE, G.R.; OKAZAKI, F.H.A. Aspectos Biomecânicos do Arremesso de Jump em Atletas Novatos e Experientes. In: Fórum Internacional de Qualidade de Vida e Saúde, Curitiba – PR. **Revista Científica JOPEF**, vol. 02, p. 161, 2005c.

OKAZAKI, V.H.A. **O Efeito da Distância sobre o Arremesso de Jump no Basquetebol**. Monografia de Especialização em Treinamento Desportivo. Faculdade Dom Bosco, Curitiba-PR, Orientador prof. Dr. André L. F. Rodacki, 2004a, 36f.

OKAZAKI, V.H.A. **Aspectos Ergonômicos da Bola de Basquetebol na Etapa de Iniciação Desportiva**. Monografia de Especialização em Ergonomia. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Orientador prof. Dr. André L. F. Rodacki, 2004b, 35f.

OKAZAKI, V.H.A.; RODACKI, A.L.F.; SARRAF, T.A.; DEZAN, V.H.; OKAZAKI, F.H. Diagnóstico da Especificidade Técnica dos Jogadores de Basquetebol. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, vol. 12, nº 04, p. 17-24, 2004a.

OKAZAKI, V. H. A.; RODACKI, A. L. F.; OKAZAKI, F. H. A. Coordenação Motora: Conceitos Gerais. In: **XVI Simpósio de Educação Física e Desportos do Sul do Brasil**, Ponta-Grossa -PR, p. 121-126, 2004b.

OKAZAKI, V. H. A.; RODACKI, A. L. F.; OKAZAKI, F. H. A. O Efeito da Freqüência da Amostragem e da Intensidade do Filtro na Análise Cinemática. In: **XVI Simpósio de Educação Física e Desportos do Sul do Brasil**, Ponta-Grossa - PR, p. 127-133, 2004c.

OKAZAKI, V. H. A.; RODACKI, A. L. F.; OKAZAKI, F. H. A.; KELLER, B. Variações Inter-Individuais nos Padrões Coordenativos do Arremesso de Jump no Basquetebol. In: **XXVII SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CIÊNCIAS DO ESPORTE**. Atividade Física: Da Ciência Básica Para a Ação Efetiva, São Paulo – SP, vol. 01, n. 02, p. 214, 2004d.

OKAZAKI, V.H.A. **Diagnóstico da Especificidade Técnica de Jogadores que Desempenham a Função de Armadores, Alas e Pivôs no Basquetebol.** Monografia de Graduação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Orientador prof. Dr. André Luiz Félix Rodacki, 2002, 70f.

OUDEJANS, R.R.D.; LANGENBERG, R.W.V.; HUTTER, R.I. Aiming at a Far Target Under Different Viewing conditions: Visual Control in Basketball Jump Shooting. **Human Movement Science**, vol. 21, p. 457-480, 2002.

OWINGS, T. e GRABINER, M.D. Variability of Step Kinematics in Young and Older Adults. **Gait and Posture**, 2003 *in press*.

PASTRE, M. **A Performance do Lance-Livre do Basquetebol em Atletas Submetidos a Prática Mental.** Monografia de Graduação, Monografia de Graduação. Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR, Orientador prof. Ms.Cláudio Portilho, 1998, 31f.

PELLEGRINI, A.M. **Coletânea de Estudos: Comportamento Motor I.** São Paulo-SP; Movimento, 1997.

PELLEGRINI, A.M. A Aprendizagem de Habilidades Motoras I: O Que Muda Com a Prática? **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 03, p. 29-34, 2000.

PEREZ, L.M.R. **Deporte y Aprendizaje: Procesos de Adquisición y desarrollo de habilidades.** Madrid-Espanha: Aprendizaje Visor, 1997.

POWERS, C.M.; WARD, S.R.; CHAN, L.D.; CHEN, Y.J.; TERK, M.R. The Effect of Bracing on Patella Alignment and Patellofemoral Joint Contact Area. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 36, nº 07, p. 1226-1232, 2004a.

POWERS, C.M.; WARD, S.R.; CHEN, Y.J.; CHAN, L.D.; TERK, M.R. Effect of Bracing on Patellofemoral Joint Stress While Ascending and Descending Stairs. **Clinical Journal of Sport Medicine**, vol. 14, p. 206-214, 2004b.

PUTNAN, C.A. A Segment Interaction Analysis of Proximo-to-Distal Sequential Segment motion Patterns. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 23, nº 01, p. 130-144, 1991.

PUTNAN, C.A. Sequential motions of Body Segments in Striking and Throwing Skills: Descriptions and Explanations. **Journal of Biomechanics**, vol. 26, nº 01, p. 125-135, 1993.

QUEIRÓGA, M.R. e JÚNIOR, A.A. Saltos – Deslocamentos – Piques e Paralisações: Quantificação nos Jogos de Basquetebol Infanto-Juvenil. **Revista da APEF**, vol. 12, nº 01, p. 35-42, 1997.

RASSIER, D.E. e HERZOG, W. Force enhancement following an active stretch in skeletal muscle. **Journal of Electromyography**, vol. 12, p. 471-477, 2002.

RASSIER, D; MacINTOSH, B.R.; HERZOG, W. Length Dependence of Active Force Production in Skeletal Muscle. **Journal of Applied Physiology**, vol. 86, nº 05, p. 1445-1457, 1999.

RIPOLL, H.; BARD, C.; PAILLARD, J. Stabilization of Head and Eyes on Target as a Factor in Successful Basketball Shooting. **Human Movement Science**, vol. 5, p. 47-58, 1986.

RODACKI, A.L.F.; OKAZAKI, V.H.A.; SARRAF, T.A.; DEZAN, V.H. O Efeito da Distância Sobre a Coordenação do Arremesso de Jump no Basquetebol. In: **XI Congresso Brasileiro de Biomecânica**, João Pessoa – PB, 2005.

RODACKI, A.L.F. e FOWLER, N.E. The Specificity of Two Training Programmes on Vertical Jump Coordination. **Brazilian Journal of Biomechanics**, vol. 03, nº 04, 2002.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNET, S.J. Vertical Jump coordination: Fatigue Effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 34, nº01, p. 105-116, 2002.

RODACKI, A.L.F. **Co-Ordination of Multi-Joint Plyometric Movements**. PhD Thesis, Manchester Metropolitan University, Manchester-England, 2001.

RODACKI, A.L.F. e FOWLER, N.E. Intermuscular Coordination During Pendulum Rebound Exercise. **Journal of Sports Sciences**, vol.19, p. 411-425, 2001.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNET, S. The Effect of Postural Variations in Movement Co-Ordination During Plyometric Rebound Exercises. **Journal of Applied Biomechanics**, vol. 17, p. 14-27, 2001a.

RODACKI, A.L.F.; FOWLER, N.E.; BENNET, S.J. Multi-Segment Coordination: Fatigue Effects. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 33, nº 07, p. 1157-1167, 2001b.

ROJAS, F.J.; CEPERO, M.; ONA, A.; GUTIERREZ, M. Kinematic Adjustments in the Basketball Jump Shot Against an Opponent. **Ergonomics**, vol. 43, nº 10, p. 1681-1660, 2000.

RUMELHART, D.E. The Architecture of Mind: A connectionist Approach. In.: Postner, M.I. (ed.), **Foundations of Cognitive Science**. Cambridge: MIT Press, 1989.

SADEGHI, H.; ALLARD, P.; PRINCE, F.; LABELLE, H. Symmetry and Limb Dominance in Able-Bodied Gait : A Review. **Gait and Posture**, vol. 12, p. 34-45, 2000.

SALTZBERG, J.R.; HONDZINSKI, J.M.; FLANDERS, M. Humans Adapt the Initial Posture in Learning a Whole-Body Kicking Movement. **Neuroscience Letters**, vol. 306, p. 73-76, 2001.

SAVELSBERGH, G.P.J.; WHITING, H.T.A.; BOOTSMA, R.J. Grasping Tau. **Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance**, vol. 17, nº 02, p. 315-322, 1991.

SAMSON, J. e ROY, B. Biomechanical Analysis of the Volleyball Spike. In: **Biomechanics V-B**, Baltimore, MD., University Park Press, p. 332-336, 1976.

SATERN, M.N. Kinematic Parameters of Basketball Jump Shots Projected from Varying Distances. **Biomechanics in Sports XI, Proceedings of the XIth Symposium of the International Society of Biomechanics In Sports**, Department of Exercise Science, University of Massachusetts Amherst, Amherst-MA, USA, 313-317, 1993.

SATERN, M.N. Basketball: Shooting the Jump Shot. **Strategies Performance Excellence**. Kansas State University, Mar., p. 9-11, 1988.

SATERN, M.N.; MESSIER, S.P.; KELLER-McNULTY, S. The Effect of Ball Size and Basket Height on the Mechanics of the Basketball Free Throw. **Journal of Human Movement Studies**, vol. 16, p. 123-137, 1989.

SATTI, S. The Perfect Shot. **Physics Department**, The College of Wooster, Wooster, Ohio 44691, May 6, p. 1-6, 2004.

SCHMIDT, R.A. e WRISBERG, C.A. **Aprendizagem e Performance Motora: Uma Abordagem da Aprendizagem Baseada no Problema**. 2ª edição, Porto Alegre-RS: Artmed, 2000.

SCHMIDT, R.A.; ZELAZNIK, H.N.; FRANK, J.S. Sources of inaccuracy in rapid movement. In: G.E. Stelmach (Ed.), **Information processing in motor control and learning**. New York-NY: Academic Press, 1978.

SCHMIDT, R.A.; ZELAZNIK, H.; HAWKINS, B.; FRANK, J.S.; QUINN, J.T. Motor-output variability: A theory for the accuracy of rapid motor acts. **Psychological Review**, vol. 86, nº 05, p. 415-451, 1979.

SHUMWAY-COOK, A.; WOOLLACOTT, M. **Controle Motor: Teoria e Aplicações Práticas**. 2ª edição, Barueri-SP: Manole, 2003.

SIBILA, M.; PORI, P.; BON, M. Basic Kinematic Differences Between Two Types of Jump Shot Techniques in Handball. **Acta Univ Palacki Olomuc Gymm**, vol. 33, p. 19-26, 2003.

SIDAWAY, B.; HEISE, G.; SCHOENFELDER-ZOHDI, B. Quantifying the Variability of Angle-Angle Plots. **Journal of Human Movement Studies**, vol. 29, p. 181-197, 1995.

SOEST, A.J.; BOBBERT, M.F.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. A Control Strategy for the Execution of Explosive Movements From Varying Starting Positions. **Journal of Neurophysiology**, vol. 71, nº 04, p.1390-1402, 1994.

SOUTHARD, D. Mass and Velocity: Control Parameters for Throwing Patterns. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 69, nº 04, p. 355-367, 1998.

SOUTHARD, D. e MIRACLE, A. Rhythmicity, Ritual, and Motor Performance: A Study of Free Throw Shooting in Basketball. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol.64, nº 03, p. 284-290, 1993.

SPINA, M.S.; CLEARY, T.D.; HUDSON, J.L. An Exploration of Balance and Skill in the Jump Shot. **California State University**, Chico, CA, USA, p. 294-297, 1993.

SPORNS, O. e EDELMAN, G.M. Solving Bernstein's Problem: A Proposal for the Development of Coordinated Movement by Selection. **Child Development**, vol. 64, p. 960-981, 1993.

STEIN, R.B.; MISIASZEK, J.E.; PEARSON, K.G. Functional Role of Muscle Reflexes for Force Generation in the Decerebrate Walking Cat. **Journal of Physiology**, vol. 525, nº 03, p. 781-791, 2000.

STELMACH, G.E. Information-Processing Framework for Understanding Human Motor Behavior. In.: Kelso, J.A.S. (Ed.), **Human Motor Behavior: an Introduction**. New Jersey: Lawrence Erlbaum, 1982.

STELMACH, G.E. e DIGGGLES, V. Control Theories in Motor Behavior. **Acta Psychologica**, vol. 50, p. 83-105, 1982.

STE-MARIE, D.M.; CLARK, S.E.; FINDLAY, L.C.; LATIMER, A.E. High Levels of Contextual Interference Enhance Handwriting Skill Acquisition. **Journal of Motor Behavior**, vol. 36, nº 01, p. 115-126, 2004.

TANI, G. **Variabilidade e Programação Motora: Biodinâmica do Movimento e Suas Relações Interdisciplinares**. São Paulo-SP: Estação Liberdade, 2000a.

TANI, G. Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora: O Papel da Variabilidade. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 03, p. 55-61, 2000b.

TEIXEIRA, L.A. Coordenação Intersegmentar em Arremessos com Diferentes Demandas de Precisão. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 11, nº 01, p. 5-14, 1997.

TEIXEIRA, L.A. Kinematics of Kicking as a Function of Different Sources of Constraint on Accuracy. **Perceptuals and Motor Skills**, vol. 88, p. 785-789, 1999.

TEIXEIRA, L.A. Sobre a Generalidade de Estratégias de Controle Sensorio Motor. **Revista Paulista de Educação Física**, vol 03, p. 89-96, 2000.

TEIXEIRA, F.G.; SANTIAGO, P.R.P.; CUNHA, S.A. Comparação do Chute no Futebol Entre Duas Categorias Distintas Utilizando Coordenadas Esféricas. **Revista Brasileira de Biomecânica**, vol. 04, nº 07, p. 41-50, 2003.

TEMPRADO, J.; DELLA-GRASTA, M.; FARREL, M.; LAURENT, M. A Novice-Expert Comparison of (Intra-Limb) Coordination Subservicing the Volleyball Serve. **Human Movement Science**, vol. 16, p. 653-676, 1997.

THELEN, E. e SMITH, L.B. **A Dynamic Systems Approach to the Development of Cognition and Action**. Cambridge: Bradford, 1994.

THOMAS, J.R. e NELSON, J.K. **Métodos de Pesquisa em Atividade Física**. 3ª edição: ARTMED, 2002.

TRIMBLE, M.H.; KUKULKA, C.G.; THOMAS, R.S. Reflex Facilitation During the Stretch-Shortening Cycle. **Journal of Electromyography and Kinesiology**, vol. 10, p. 179-187, 2000.

TULLER, B.; FITCH, H.L.; TURVEY, M.T. **The Bernstein Perspective: II. The Concept of Muscle Linkage or Coordinative Structures**. In.: Kelso, J.A.S. (Ed.). **Human Motor Behavior: an Introduction**. Hillsdale-NJ: Lawrence Erlbaum, 1982.

TURVEY, M.T. Coordination. **American Psychologist**, vol. 45, nº 08, p. 938-953, 1990.

TURVEY, M.T.; FITCH, H.L.; TULLER, B. The Bernstein Perspective: I. The Problems of Degrees of Freedom and Context Conditioned Variability. In.: Kelso, J.A.S. (Ed.) **Human Motor Behavior: an Introduction**. Hillsdale-NJ: Lawrence Erlbaum, 1982.

UGRINOWITSCH, C.; BARBANTI, V.J. O Ciclo de Alongamento e Encurtamento e a "Performance" no Salto Vertical. **Revista Paulista de Educação Física**, vol. 12, nº 01, p. 85-94, 1998.

UGRINOWITSCH, H.; TERTULIANO, I.W.; COCA, A.A.; PEREIRA, F.A.S.; GIMENEZ, R. Frequência de Feedback como um Fator de Incerteza no Processo Adaptativo em Aprendizagem Motora. **Revista Brasileira de Ciência e Movimento**, vol. 11, nº 02, p.41-47, 2003.

VAN BOLHUIS, B.M.; GIELEN, C.C.A.M.; VAN INGEN SCHENAU, G.J. Activation Patterns of Mono- and Bi-Articular Arm Muscle as a Function and Movement Direction of the Wrist in Humans. **Journal of Physiology**, vol. 508, nº 01, p. 313-354, 1998.

VAN EIJDEN, Theo M.G.J.; KOUWENHOVEN, Erik; WEIJS, Wim A. Mechanics of the Patellar Articulation: Effects of Patellar Ligament Length Studied With a Mathematical Model. **Acta Orthopedic Scandinavian**, vol. 58, p. 560-566, 1987.

VAN GHELUWE, B. e HEBBELINCK, M. The Kinematics of Service movement in Tennis: A Three-Dimensional Cinemathographical Approach. In D. Winter, R. Norman, R. Wells, K. Hayes, A. Patla (Editors) **Biomechanics IX-B**, p. 521-526, Human Kinetics Publishers, Champaign, Illinois, USA.

VAN ZANDWIJK, J.P.; BOBBERT, M.F.; MUNNEKE, M.; PAS, P. Control of Maximal and Submaximal Vertical Jumps. **Medicine and Science in Sports and Exercise**. vol. 32, nº 02, p. 477-485, 2000.

VAN ZUYLEN, E.J.; GIELEN, C.C.A.M.; VAN DER GON, D. Coordination and Inhomogeneous Activation of Human Arm Muscles During Isometric Torques. **Journal of Neurophysiology**, vol. 60, nº 05, p. 1523-1548, 1988.

VEREIJKEN, B; VAN EMMERIK, R.E.A.; WHITING, H.T.A.; NEWELL, K.M. Free(z)ing Degrees of Freedom in Skil Acquisition. **Journal of Motor Behavior**, vol. 24, nº 01, p. 133-142, 1992.

WALTER, Charles. An Alternative View of Dynamical Systems Concepts in Motor Control and Learning. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 69, nº 04, p. 326-333, 1998.

WALTERS, M.; HUDSON, J.; BIRD, M. Kinematic Adjustments in Basketball Shooting at Three Distances. **VIII International Symposium of the Society of Biomechanics in Sports**. Prague-Czechoslovakia, July 03-09, 1990.

WEINECK, J. **Biologia do Esporte**. São Paulo-SP: Manole, 1991.

WILLIAMS, K.; HAYWOOD, K.; VANSANT, A. Changes in Throwing by Older Adults: A Longitudinal Investigation. **Research Quarterly for Exercise and Sport**, vol. 69, nº 01, p.1-10, 1998.

WILLIAMS, L.R.T.; KATENE, W.H.; FLEMING, K. Coincidence Timing of a Tennis Stroke: Effects of Age, Skill Level, Gender, Stimulus Velocity, and Attention Demand. **Research Quarterly of Exercise and Sport**, vol. 73, nº 01, p. 28-37, 2002.

WILSON, G.J.; ELLIOTT, B.C.; WOOD, G.A. Stretch Shortenin Cycle Performance Enhancement Through Flexibility Training. **Medicine and Science in Sports and Exercise**, vol. 24, nº 01, p. 116-123, 1992.

WOOD, G.A. Data Smoothing and Differentiation Procedures in Biomechanics. **Exercise and Sport Science Review**, vol. 10, p. 308-362, 1982.

WOOLSTENHULME, M.T.; BAILEY, B.K.; ALLSEN, P.E. Vertical Jump, Anaerobic Power, and Shooting Accuracy Are Not Altered 6 Hours After Strength Training In Collegiate Women Basketball Players. **Journal of Strength and Conditioning Research**, vol. 18, nº 03, p. 422-425, 2004.

YAMADA, N. Nature of Variability in Rhythmical Movement. **Human Movement Science**, vol. 14, p. 371-384, 1995.

YANAGI, T.; SHIBA, N.; MARDA, T.; IWASA, K.; UMEZU, Y.; TAGAWA, Y.; MATSUO, S.; NAGATA, K.; YAMAMOTO, T.; BASFORD, J. R. Agonist Contractions Against Electrically Stimulated Antagonists. **Archives of Physical Medicine and Rehabilitation**, vol. 84, p.843-848, 2003.

YOUNG, R.P. e MARTENIUK, R.G. Changes in Inter-Joint Relationships of Muscle Moments and Powers Accompanying the Acquisition of a Multi-Articular Kicking Task. **Journal of Biomechanics**, vol. 28, nº 06, p. 701-713, 1995.

YOUNG, R.P. e MARTENIUK, R.G. Stereotypic Muscle-Torque Patterns are Systematically Adopted During Acquisition of a Multi-Articular Kicking Task. **Journal of Biomechanics**, vol. 31, p. 809-816, 1998.

YUAN, X.; RYD, L.; BLANKEVOORT, L. Error Propagation For Relative Motion Determined From Marker Positions. **Journal of Biomechanics**, vol. 30, nº 09, p. 989-992, 1997.

ZAJAC, F.E.; NEPTUNE, R.R.; KAUTZ, S. Biomechanics and Muscle Coordination of Human Walking Part I: Introduction to Concepts, Power Transfer, Dynamics and Simulations. **Gait and Posture**, vol. 2, p. 215-232, 2002.

ZATSIORSKY, Vladimir M. **Biomecânica no Esporte: Performance do Desempenho e Prevenção de Lesão**. Rio de Janeiro-RJ: Guanabara Koogan, 2004.

ANEXO

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DOS ADULTOS

Pesquisadores responsáveis: Prof. Dr. ANDRÉ L.F. RODACKI
Prof. Esp. VICTOR H.A. OKAZAKI

Este é um convite especial para seu filho participar voluntariamente do estudo "O ARREMESSO DE JUMP NO BASQUETEBOL DE ADULTOS E CRIANÇAS EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA DISTÂNCIA". Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pergunte diretamente ao pesquisador Victor Hugo Alves Okazaki ou entre em contato através dos telefones XXXX-XXXX.

OBJETIVO E BENEFÍCIOS DO ESTUDO

Analisar o arremesso de jump no basquetebol desempenhado por adultos e crianças, em função da distância. Este estudo pode ajudar profissionais de educação física e técnicos de basquetebol a otimizar o processo ensino-aprendizagem do arremesso no basquetebol através de um treinamento mais especializado.

PROCEDIMENTOS

Pequenos marcadores auto-adesivos de 15mm de diâmetro serão colocados em seu corpo para a análise do movimento. Você desempenhará um aquecimento e, posteriormente, será filmado realizando arremessos a cesta a diferentes distâncias (a sessão terá aproximadamente 1 hora de duração).

OBS: Este procedimento não apresenta dor ou risco para sua saúde.

DESPESAS/ RESSARCIMENTO DE DESPESAS DO VOLUNTÁRIO

Todos os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são isentos de custos.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

Sua participação neste estudo é **voluntária** e você terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para ele.

GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE

As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. O pesquisador garante que seu nome não será divulgado sob hipótese alguma.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS

Você pode fazer todas perguntas que julgar necessárias durante e após o estudo.

Diante do exposto acima eu, _____, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Autorizo a participação livre e espontânea para o estudo em questão. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja, os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, _____ de _____ de 2005.

Responsável RG _____

Pesquisador RG X.XXX.XXX-XX

TERMO DE CONSENTIMENTO DE PARTICIPAÇÃO DAS CRIANÇAS

Pesquisadores responsáveis: Prof. Dr. ANDRÉ LUIZ FELIX RODACKI
Prof.Esp. VICTOR HUGO ALVES OKAZAKI

Este é um convite especial para seu filho participar voluntariamente do estudo "O ARREMESSO DE JUMP NO BASQUETEBOL DE ADULTOS E CRIANÇAS EM FUNÇÃO DO AUMENTO DA DISTÂNCIA". Por favor, leia com atenção as informações abaixo antes de dar seu consentimento para participar ou não do estudo. Qualquer dúvida sobre o estudo ou sobre este documento pergunte diretamente ao pesquisador Victor Hugo Alves Okazaki ou entre em contato através dos telefones XXXX-XXXX.

OBJETIVO E BENEFÍCIOS DO ESTUDO

Analisar o arremesso de jump no basquetebol desempenhado por adultos e crianças, em função da distância. Este estudo pode ajudar profissionais de educação física e técnicos de basquetebol a otimizar o processo ensino-aprendizagem do arremesso no basquetebol através de um treinamento mais especializado.

PROCEDIMENTOS

Sobre algumas partes do corpo de seu filho serão fixados pequenos marcadores auto-adesivos de 15mm de diâmetro para análise do movimento. Ele desempenhará um aquecimento e, posteriormente, será filmado realizando arremessos a cesta a diferentes distâncias (a sessão terá aproximadamente 1 hora de duração).

OBS: Este procedimento não apresenta dor ou risco para sua saúde.

DESPESAS/ RESSARCIMENTO DE DESPESAS DO VOLUNTÁRIO

Todos os sujeitos envolvidos nesta pesquisa são isentos de custos.

PARTICIPAÇÃO VOLUNTÁRIA

A participação de seu filho neste estudo é **voluntária** e ele terá plena e total liberdade para desistir do estudo a qualquer momento, sem que isso acarrete qualquer prejuízo para ele.

GARANTIA DE SIGILO E PRIVACIDADE

As informações relacionadas ao estudo são confidenciais e qualquer informação divulgada em relatório ou publicação será feita sob forma codificada, para que a confidencialidade seja mantida. O pesquisador garante que seu nome não será divulgado sob hipótese alguma.

ESCLARECIMENTO DE DÚVIDAS

Você e seu filho podem fazer todas perguntas que julgar necessárias durante e após o estudo.

Diante do exposto acima eu, _____, declaro que fui esclarecido sobre os objetivos, procedimentos e benefícios do presente estudo. Autorizo a participação livre e espontânea de meu filho(a) _____ para o estudo em questão. Declaro também não possuir nenhum grau de dependência profissional ou educacional com os pesquisadores envolvidos nesse projeto (ou seja, os pesquisadores desse projeto não podem me prejudicar de modo algum no trabalho ou nos estudos), não me sentindo pressionado de nenhum modo a participar dessa pesquisa.

Curitiba, _____ de _____ de 2005.

Responsável RG _____

Pesquisador RG X.XXX.XXX-XX