

WILLIAN ALBERTO AMEND

**COORDENAÇÃO DO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO EM DIFERENTES
DISTÂNCIAS E A RELAÇÃO VELOCIDADE E PRECISÃO: UM ESTUDO DE
CASO**

Monografia apresentada como requisito parcial para a conclusão do Curso de Bacharelado em Educação Física, do Departamento de Educação Física, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

PROF^a ORIENTADORA JOICE MARA STEFANELLO

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me transmitir bons pensamentos, fé e humildade.

Agradeço a meus pais, Gilberto e Ana, que sempre confiaram em mim e me ensinaram os valores e princípios para a minha vida e profissão.

Agradeço a minha namorada por sempre estar ao meu lado me apoiando e sendo carinhosa.

Agradeço a meus familiares e amigos que sempre estiveram presentes nos momentos difíceis e alegres.

Agradeço a todos os professores que contribuíram para minha formação, em especial a professora Joice M. Stefanello, que me ajudou muito com suas idéias e sugestões.

Agradeço a todos que, direta ou indiretamente, contribuíam para que eu concluísse o Bacharelado em Educação Física.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE GRÁFICOS	vi
RESUMO	vii
1 INTRODUÇÃO	1
1.1 PROBLEMA.....	1
1.2 JUSTIFICATIVA.....	4
1.3 OBJETIVOS.....	4
1.3.1 OBJETIVO GERAL.....	4
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
2 REVISÃO DE LITERATURA	5
2.1.1 ESTRUTURA ANATÔMICA DO OMBRO.....	5
2.1.2 ESTRUTURA ANATÔMICA DO COTOVELO.....	6
2.1.3 ESTRUTURA ANATÔMICA DO PUNHO E DA MÃO.....	6
2.2 MOVIMENTOS RELACIONADOS AO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO.....	7
2.2.1 MOVIMENTOS DO OMBRO.....	7
2.2.2 MOVIMENTOS DO COTOVELO.....	9
2.2.3 MOVIMENTOS DO PUNHO.....	10
2.3 TEORIAS DA COORDENAÇÃO E CONTROLE DO MOVIMENTO RELACIONADOS AO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO.....	10
3 METODOLOGIA	14
2.1 SUJEITOS.....	14
2.2 INSTRUMENTOS.....	14
2.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS.....	14
2.4 ANÁLISE DE DADOS.....	15
4 RESULTADOS	16
4.1 MOMENTO EM QUE O DARDO PERDE CONTATO COM A MÃO.....	16
4.2 MÁXIMA QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS NO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO.....	18
5 DISCUSSÃO	20
5.1 MOMENTO EM QUE O DARDO PERDE CONTATO COM A MÃO.....	20
5.2 MÁXIMA QUANTIFICAÇÃO DAS VELOCIDADES OBTIDAS NO LANÇAMENTO E A RELAÇÃO COM A PRECISÃO.....	23
6 CONCLUSÃO	25
REFERÊNCIAS	26
ANEXO	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VELOCIDADES LINEARES E ANGULARES DAS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM MELHOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	16
TABELA 2 – VELOCIDADES LINEARES E ANGULARES DAS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM PIOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	17
TABELA 3 – MÁXIMA VELOCIDADE LINEAR E ANGULAR DAS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM MELHOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	19
TABELA 4 – MÁXIMA VELOCIDADE LINEAR E ANGULAR DAS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM PIOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	19

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 – RELAÇÃO DE VELOCIDADE ANGULAR ENTRE AS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM MELHOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	17
GRÁFICO 2 – RELAÇÃO ENTRE A VELOCIDADE ANGULAR DAS ARTICULAÇÕES DO COTOVELO E DO PUNHO, COM PIOR DESEMPENHO EM CADA DISTÂNCIA.....	18

RESUMO

Este estudo de caso procurou investigar os efeitos de diferentes distâncias na precisão do lançamento de dardo de salão e a relação velocidade e precisão na performance de um iniciante. O indivíduo foi analisado através de uma filmagem 2D em frequência de 60 Hz, sendo as variáveis do estudo analisadas pelo software Dgeeme. As variáveis analisadas foram a velocidade angular e linear das articulações do punho e do cotovelo. O aumento da distância ocasionou uma reorganização da coordenação do lançamento do dardo de salão, havendo aumento da velocidade angular máxima do cotovelo, proporcionando decréscimo no desempenho. No momento em que o dardo perde o contato com os dedos, os lançamentos com menor velocidade angular e linear do punho propiciaram um melhor desempenho, independente da distância. Conclui-se que o aumento da distância proporciona alterações na coordenação do lançamento de dardo de salão, através de uma compensação entre uma articulação e outra, estritamente ligada à relação inversamente proporcional entre velocidade-precisão proposta na literatura.

Palavras-Chave: Coordenação, Distância, Velocidade, Precisão.

1 INTRODUÇÃO

1.1 PROBLEMA

O corpo humano pode ser definido fisicamente como um complexo sistema de segmentos articulados em equilíbrio estático ou dinâmico, onde o movimento é causado por forças internas atuando fora do eixo articular, provocando deslocamentos angulares dos segmentos, e por forças externas ao corpo. (AMADIO et. al., 2000). Paul Fitts e Michael Posner apresentaram, em 1967, o modelo clássico de estágios de aprendizagem. Como o presente estudo analisará um sujeito iniciante, o estágio de aprendizagem que interessa é o estágio cognitivo. Segundo Magill (2000) nesse estágio cognitivo o indivíduo apresenta um grande número de erros, tendo um desempenho altamente variável devido à falta de consistência entre uma tentativa e outra.

O lançamento de dardo de salão é uma habilidade motora que tem como principal meta a precisão espacial no alvo. De acordo com Schmidt e Wrisberg (2001), esse movimento é caracterizado por não ter processamento de feedback, utilizando processos de circuito aberto para controle do movimento.

No lançamento de dardo de salão constituem-se 4 fases durante a execução do movimento: (a) fase 1 – movimento para trás; (b) fase 2 – aceleração; (c) fase 3 - aceleração-lançamento; (d) fase 4 – lançamento-desaceleração. Na maioria dos movimentos articulares para cima é criada uma ação muscular concêntrica, como por exemplo, a flexão do braço ou do antebraço quando se está em pé será produzida pela ação muscular concêntrica dos agonistas respectivos ou músculos flexores (PALASTANGA et. al., 2000). Por isso, na fase 1 o movimento para trás é caracterizado por uma flexão do cotovelo com contração concêntrica do bíceps braquial reduzindo o ângulo interno dessa articulação. Já na fase 2 ocorre uma contração concêntrica do tríceps braquial de maneira a estender o cotovelo, pois o tríceps trabalha fortemente em atividades de

empurrar e dar soco e ao executar flexões-extensões de braço com apoio de frente sobre o solo (PALASTANGA et al., 2000). A fase 3 é a continuação da extensão do cotovelo e o momento em que o dardo perde contato com os dedos do arremessador. O instante no qual um objeto se torna um projétil, por exemplo, quando o arremessador solta o dardo de salão, é conhecido como instante de liberação (ENOKA, 2000). Finalizando a fase 4 é caracterizada por uma contração excêntrica do bíceps com o intuito de desacelerar o movimento. A maioria dos movimentos para baixo, a menos que sejam muito rápidos, são controlados por uma ação excêntrica dos grupos antagonistas, por exemplo, ao estender o braço ou o antebraço na posição fletida, a ação muscular precisa ser controlada excentricamente pelos flexores, ou pelo grupo muscular antagonista. As ações excêntricas são também usadas para reduzir a velocidade de um movimento.

Em alguns estudos são encontrados padrões coordenativos diferentes de determinadas habilidades motoras realizadas decorrentes de diferentes distâncias. Em um estudo sobre o arremesso do basquetebol, o efeito do aumento da distância interferiu diretamente em adaptações coordenativas das articulações do ombro, cotovelo e punho (SATERN, 1988). Segundo Rodacki et. al. (2003) o aumento da distância no arremesso da bola a cesta no basquetebol demanda maior velocidade e força à bola, fazendo com que o movimento realize estratégias adaptativas na coordenação do movimento buscando satisfazer as necessidades mecânicas da tarefa.

Nesses estudos citados a relação do aumento da distância e mudança na coordenação do movimento pode ser válida para o lançamento de dardo de salão, pois de acordo com a Lei de Fitts diferentes distâncias ocasionam mudanças de precisão e velocidade da habilidade motora. O lançamento de dardo de salão é uma habilidade motora que possui relação direta entre velocidade e precisão para obtenção do desempenho ótimo. Essa relação encontrada em estudos voltados à precisão de movimentos rápidos mostra que a relação velocidade e precisão são determinantes inversamente proporcionais, ou seja, há uma tendência dos indivíduos de substituir precisão por velocidade ou vice-versa.

O estudo pioneiro dessa relação foi realizado pelo psicólogo Paul Fitts (1954) que contribuiu através de um princípio matemático relativo à velocidade e precisão do movimento. A principal contribuição desse estudo foi a descoberta de que a distância do movimento (amplitude), a largura do alvo (precisão exigida) e o tempo de movimento médio resultante podem ser combinados de uma forma simples que descreve como esses fatores separados estão relacionados uns com os outros (SCHMIDT e WRISBERG, 2001).

Porém essa lei preocupa-se apenas com o desempenho da habilidade. O presente estudo procura entender quais as variáveis interferem na precisão e na performance do movimento e como isso se relaciona ao desempenho a ser alcançado. Com isso, analisando a performance de determinada habilidade motora, no caso o lançamento de dardo de salão, através da cinemática pode-se quantificar mais precisamente os valores performáticos, pois através de uma seqüência de imagens digitais obtém-se uma maior organização sistemática da habilidade, permitindo estudar as posições, deslocamentos e acelerações dos segmentos corporais durante o movimento (BARELA, 2005).

Com isso, analisar quais padrões que possuem melhor performance tanto em termos espaciais quanto temporais de uma habilidade motora é possível através da análise cinemática do lançamento de dardo de salão, pois identificando as variáveis que influenciam no movimento há facilitação no diagnóstico das falhas técnico-motoras registradas durante a filmagem.

São escassos estudos sobre análise cinemática do movimento do dardo de salão, por ser um esporte pouco conhecido no Brasil e praticado apenas como uma atividade lúdica pelos participantes que tem conhecimento desse esporte. Esse amadorismo é reforçado pelo fato de não existir nenhum órgão oficial (Federação) que regulamenta essa prática como um esporte de alto rendimento. Por isso, nesse estudo de caso busca-se investigar quais as alterações coordenativas do lançamento de dardo de salão em diferentes distâncias em um iniciante e a relação entre velocidade e precisão?

1.2 JUSTIFICATIVA

São escassos estudos na literatura nacional que analisem cinematicamente os padrões do movimento desse esporte. O lançamento de dardo de salão é uma habilidade motora considerada de fácil e rápida execução. A partir disso, a relação entre velocidade e precisão, decorrentes do aumento da distância, está imposta a qualquer esporte, sendo interessante relacionar esse estudo aos demais que trataram de habilidades diferentes. Com isso, torna-se importante investigar quais variáveis estão relacionadas a precisão e entender como nossos sistemas articulares se organizam para obter uma maior estabilidade e melhoria da performance.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo geral

- Analisar a coordenação motora do lançamento de dardo de salão em diferentes distâncias, em um iniciante, relacionando o desempenho as variáveis velocidade e precisão.

1.3.2 Objetivos específicos

- Descrever a coordenação do lançamento de dardo de salão em diferentes distâncias.
- Investigar se a velocidade, tanto linear quanto angular, possui relação com a precisão.
- Observar os efeitos do aumento da distância nas características cinemáticas do cotovelo e do punho.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 ESTRUTURA ANATÔMICA DAS ARTICULAÇÕES ENVOLVIDAS NO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO

2.1.1 ESTRUTURA ANATÔMICA DO OMBRO

O ombro é a articulação mais complexa no corpo humano, principalmente por que inclui cinco articulações separadas: a glenoumeral, a esternoclavicular, a acromioclavicular, a coracoclavicular e a escapulotorácica (HALL, 2000). Ela é uma articulação sinovial da variedade bola e soquete, com a cabeça do úmero formando a bola e a fossa glenóide, o soquete, na qual a liberdade de movimento foi desenvolvida à custa de estabilidade (PALASTANGA, 2000). Segundo Hall (2000), a articulação glenoumeral possui enorme mobilidade devido à estabilidade articular do ombro.

A articulação do ombro é quase completamente rodeada por músculos que passam entre a cintura peitoral e o úmero. Eles protegem a articulação ao ajudarem a suspender o membro superior da cintura peitoral, e, assim, levar certo grau de estabilidade à articulação.

O fator mais importante nessa articulação relacionado à estabilidade é o tônus nos músculos escapulares curtos (manguito rotador). Não somente estes músculos (supra-espinhoso, infra-espinhoso, redondo menor e subescapular) fixam-se muito perto da articulação, mas se fundem com a parte lateral da cápsula. Desse modo, atuam como ligamentos de comprimento e tensão variáveis e também evitam que a cápsula frouxa e o seu revestimento sinovial sejam aprisionados entre os ossos articulados. A parte inferior da cápsula é a mais fraca, sendo relativamente não suportada por músculos. Entretanto à medida que o braço é gradualmente abduzido, a cabeça longa do tríceps e o redondo maior tomam-se cada vez mais aplicados a esta área da articulação (PALASTANGA, 2000).

2.1.2 ESTRUTURA ANATÔMICA DO COTOVELO

O cotovelo engloba três articulações: a umeroulnar, a umerorradial e a radioulnar proximal, estando todas estas articulações incluídas na mesma cápsula articular, que é reforçada pelos ligamentos colaterais radiais e ulnares anteriores e posteriores (HALL, 2000). A articulação do cotovelo é a articulação intermediária do membro superior, situada entre o braço e o antebraço. Pode ser considerada como servindo à mão, no sentido de habilitar mão e dedos a serem apropriadamente posicionados no espaço (PALASTANGA, 2000).

A estabilidade da articulação do cotovelo se dá em virtude da forma das superfícies articulares da tróclea e do capitulo do úmero e a incisura trolear da ulna e cabeça do rádio. Sem fortes ligamentos colaterais e a manga muscular do tríceps, bíceps, braquial, braquiorradial e os tendões comuns dos flexores e extensores superficiais originados dos epicôndilos medial e lateral do úmero, a articulação do cotovelo não pode se considerada inerentemente estável. As superfícies ósseas estão em contato mais estreito quando o antebraço é flexionado a 90° em uma posição de meia pronação-supinação. Esta, portanto, é a posição de estabilidade máxima da articulação e a posição naturalmente assumida quando é requerida uma manipulação delicada da mão e dos dedos.

2.1.3 ESTRUTURA ANATÔMICA DO PUNHO E DA MÃO

O punho é constituído pelas articulações raio-cárpica e intercárpica. A maior parte da movimentação do punho ocorre na articulação radiocárpica, uma articulação condilóidea onde o rádio se articula com o escafoide, o semilunar e o piramidal. A articulação permite a movimentação no plano sagital (flexão, extensão e hiperextensão) e no plano frontal (desvio radial e desvio ulnar), assim como a circundação. As articulações intercárpicas são do tipo deslizante e contribuem pouco para a movimentação do punho (HALL, 2000).

O complexo do punho é capaz de movimento em duas direções. Entretanto, quando combinada com a pronação e supinação, a mão parece ser conectada ao antebraço por uma articulação de bola e soquete, que possui em decorrência grande estabilidade intrínseca da separação dos três eixos em torno dos quais ocorre movimento (PALASTANGA, 2000).

De acordo com Palastanga, em virtude da fixação do retináculo flexor e dos numerosos tendões que cruzam a articulação, tanto anterior quanto posteriormente, o punho é uma região relativamente estável.

Já a mão é uma estrutura articular extremamente estável, pois há uma base firme entre esta articulação e a articulação do punho. A mão desenvolve a função importante de manipulação dotada de fina discriminação sensitiva (PALASTANGA, 2000). A estrutura articular da mão é constituída por um grande número de articulações responsáveis por extensas capacidades de movimentação. Na mão estão incluídas as articulações carpometacárpicas, intermetacárpicas, metacarpofalangianas e interfalangianas.

2.2 MOVIMENTOS RELACIONADOS AO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO

2.2.1 MOVIMENTOS DO OMBRO

O movimento do úmero, através da articulação glenoumeral é comum em atividades como arremessar, agarrar e golpear (THOMPSON, FLOYD, 1997). Os principais movimentos do ombro durante o lançamento de dardo de salão são a movimentação glenoumeral, ocorrendo a abdução e flexão do braço. Segundo Palastanga quando a articulação é abduzida a 90°, os eixos de movimentação relacionados ao plano da fossa glenóide proporcionam um maior alívio a cápsula, gerando menor tensão e maior estabilidade.

Segundo Hall quando o braço é elevado tanto em abdução quanto em flexão, a rotação da escápula é responsável por parte da amplitude de movimento total do úmero. Embora as posições absolutas do úmero e da escápula se modifiquem em virtude das variações anatômicas existentes entre os indivíduos,

ainda persiste um padrão geral. Durante os primeiros 30° de elevação umeral, a contribuição da escápula é de apenas um quinto daquela da articulação glenoumeral, aproximadamente. Quando a elevação prossegue além de 30°, a escápula roda aproximadamente 1 grau para cada 2 graus de movimento do úmero. Essa importante coordenação dos movimentos escapulares e umerais, conhecida com ritmo escapuloumeral, torna possível uma amplitude de movimento muito maior ao nível do ombro do que se a escápula se mantivesse fixa (HALL, 2000).

O ombro em associação com os músculos que o ligam ao esqueleto axial provê ao membro superior uma amplitude de movimento que excede a de qualquer outra articulação. Por causa das várias restrições do movimento das articulações do complexo do ombro, a maioria dos movimentos do membro superior, que envolvem mais de 30° de abdução do braço com relação ao tronco, no caso do lançamento de dardo de salão que é aproximadamente 80°, é produzida por uma combinação de movimentos em duas ou mais das quatro fontes de movimento no complexo do ombro (PEAT, 1986).

Com isso, o mecanismo de deslizamento escapulotorácico, combinado com os movimentos nas articulações acromioclavicular e esternoclavicular, permite que a fossa glenóide siga a cabeça do úmero e, por conseguinte, mantenha a congruência máxima da articulação do ombro nos movimentos do úmero em relação ao esqueleto axial, incluindo os movimentos do braço que envolva a extensão média ou completa, a flexão, a abdução e a adução do complexo do ombro (WATKINS, 2001). Esse mecanismo de deslizamento é importante, principalmente, na preparação do movimento, partindo da posição estática para a posição de lançamento, na qual o ombro realiza uma abdução até a posição inicial de aproximadamente 80°.

Segundo Palastanga, o deltóide é o principal abductor do braço na articulação do ombro e o movimento é produzido pelas suas fibras médias multipenadas. Entretanto, o deltóide somente é capaz de produzir tal movimento eficientemente depois que ele foi iniciado pelo supra-espinhoso. O verdadeiro plano de abdução está alinhado com a lâmina da escápula, isto é, em ligeira

flexão, e para isso as fibras anteriores e posteriores são ativas a fim de manter o plano de abdução ao atuarem como “cordas-guias”. Com isso, a tendência do deltóide de produzir um cisalhamento acima da cabeça do úmero é resistida pelos músculos do manguito rotador, isto é, pelo subescapular anteriormente, redondo menor e infra-espinhoso posteriormente, e supra-espinhoso superiormente (PALASTANGA, 2000). No caso do lançamento do dardo de salão, isso pode permitir uma maior estabilidade e, conseqüentemente, uma melhoria na performance do movimento.

2.2.2 MOVIMENTOS DO COTOVELO

No lançamento de dardo de salão os principais movimentos do cotovelo são a extensão e a flexão dessa articulação. A estrutura do cotovelo é composta pelas articulações umeroulnar, umerorradial e radioulnar proximal.

Na flexão do cotovelo, o principal músculo atuante é o bíceps braquial, com suas porções longa e curta inseridas na tuberosidade radial por um único tendão comum, contribuindo no movimento do lançamento (HALL, 2000). Isso é possível, pois esta é uma articulação sinovial e consiste da junção umeroulnar (entre a tróclea e a incisura troclear) e umerorradial (entre o capiteto e a cabeça do rádio), sendo possível à flexão e extensão do cotovelo, possibilitando ao cotovelo rodar nos eixos vertical e transversal (WATKINS, 2001). Já na extensão o tríceps é o principal músculo, sendo mais eficiente quando o cotovelo está flexionado entre 20° e 30°, fazendo com que esse músculo atue como uma polia. O tríceps também se torna mais potente quando o ombro está flexionado (PALASTANGA, 2000).

Em geral, a área de contato ulnohumeral aumenta desde a extensão até a flexão completa e a cabeça do rádio estabelece cada vez mais contato com o capítulo. A crescente área de contato admite a interpretação de que a estabilidade na articulação aumenta com a flexão, principalmente quando o rádio move-se proximalmente durante a flexão (PALASTANGA, 2000).

2.2.3 MOVIMENTOS DO PUNHO

A articulação do punho possui uma função importante, a precisão. Essa articulação procura refinar a habilidade motora, no caso o lançamento do dardo. Isso pode ser explicado, pois esta articulação é uma junção sinovial elipsóide, situando-se entre as extremidades distais do rádio e da ulna e as superfícies proximais e distais do escafoíde, semilunar e piramidal. Além dessa junção, há a existência dos ligamentos interósseos entre alguns carpais, ligamentos mais extensos que englobam várias seções do carpo e músculos que movem o carpo, possibilitando maior estabilidade do punho (WATKINS, 2001).

No lançamento de dardo de salão, o principal movimento é o desvio ulnar, chamado também de adução do punho, e a flexão do punho. Tanto a flexão quanto a adução possuem maior amplitude de movimento que a extensão e a abdução, tendo a adução uma amplitude máxima de 30° e a flexão uma amplitude de 50° (PALASTANGA, 2000). O flexor ulnar do carpo é um sinergista importante na extensão dos dedos, impedindo extensão indesejada do punho (PALASTANGA, 2000).

2.3 TEORIAS DA COORDENAÇÃO E CONTROLE DO MOVIMENTO RELACIONADAS AO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO

Quando desempenhamos um movimento, no caso o lançamento de dardo de salão, o indivíduo busca um padrão consistente e preciso para obter êxito em seu lançamento. Com isso, pesquisadores estudam quais são os padrões criados pelo sistema nervoso e como ele controla o desempenho das diferentes habilidades motoras no ser humano. Para essa discussão foram criadas teorias de controle motor propondo algumas opções de entendimento dessa abordagem complexa.

Segundo Magill (2000) a coordenação é a organização dos músculos do corpo, permitindo que a pessoa atinja a meta da habilidade que está sendo desempenhada. De acordo com Turvey, citado por Magill (2000), a coordenação é

a padronização dos movimentos do corpo e dos membros relativamente à padronização dos eventos e objetos do ambiente.

Porém para entendimento da coordenação deve-se entender o problema dos graus de liberdade, proposto por Nicolai Bernstein em 1950, um fisiologista russo. Bernstein propõe que os graus de liberdade de qualquer sistema refletem o número de elementos ou componentes independentes do sistema, sendo que o problema dos graus de liberdade surge quando um sistema complexo precisa ser organizado para fornecer resultados específicos. Para solucionar esse problema dos graus de liberdade as teorias de controle motor devem relevar a presença dessa variável e entender como nosso sistema nervoso organiza-se para melhorar a performance de uma habilidade motora.

A maior parte das teorias incorporam sistemas básicos de controle, buscando explicar como o sistema nervoso controla o movimento coordenado. Esses sistemas são divididos em sistemas de controle de circuito aberto e circuito fechado. Esses sistemas possuem um centro de controle, denominado executivo, sendo que a função desse centro é gerar e enviar comandos de movimentos aos executores, envolvendo músculos e articulações. Há duas diferenças básicas entre esses dois sistemas. De acordo com Magill (2000), a primeira diferença é que um sistema de controle de circuito fechado envolve feedback, enquanto que um sistema de circuito aberto não. No movimento humano, o feedback é a informação aferente enviada pelos vários receptores sensoriais para o centro de controle. A finalidade desse feedback é de manter o centro de controle constantemente atualizado sobre a correção com que o movimento está sendo realizado.

A segunda diferença importante entre os sistemas de controle de circuito aberto e fechado está relacionada aos comandos de movimento enviados pelo centro de controle. No sistema de circuito aberto, como o feedback não é utilizado no controle do movimento em andamento, os comandos contêm toda informação necessária para que os efetores realizem o movimento planejado. Embora o feedback seja produzido e esteja disponível, ele não é utilizado no controle do movimento que está sendo utilizado. Isso ocorre porque o feedback não é

necessário ou porque não há tempo para usar o feedback de forma eficiente no controle do movimento depois de ele ter se iniciado. No sistema de circuito fechado os comandos do movimento são completamente diferentes. Primeiramente, o centro de controle envia aos executores um comando inicial suficiente apenas para iniciar o movimento. A execução real e a finalização do movimento dependem da informação do feedback que chega ao centro de controle. Nesse caso, o feedback é utilizado para auxiliar no controle do movimento que está sendo realizado (MAGILL, 2000).

Para muitas ações, particularmente aquelas que são muito rápidas em duração e produzidas em ambientes estáveis e previsíveis, por exemplo, o lançamento do dardo ao alvo, os indivíduos planejam o movimento antecipadamente para então realizar a ação programada sem muita modificação. Nesse tipo de ação há muito pouco controle consciente sobre o movimento, pois quando o movimento é iniciado pouca coisa pode ser feita. De acordo com SCHMIDT e WRISBERG (2001), o programa motor é um conjunto de comandos motores que é pré-estruturado no nível executivo e que define os detalhes essenciais de uma ação habilidosa. Nessa teoria existem dois problemas que são a novidade e o armazenamento de informação.

Para solucionar esses dois problemas surge a teoria do programa motor generalizado. O programa motor generalizado define um padrão de movimento em vez de um movimento específico, permitindo que os executantes adaptem o programa generalizado para produzir variações do padrão que atinjam as demandas ambientais alteradas (SCHMIDT e WRISBERG, 2001). O que estrutura esse padrão de movimento na memória do ser humano são as características invariantes, ou seja, componentes de um movimento que permanecem o mesmo quando os executantes mudam as características de superfície do movimento. No caso do presente estudo, o lançamento de dardo de salão contém uma variação nas ações que são as diferentes distâncias de arremesso. Com isso, Schmidt e Wrisberg (2001) explicam que as pessoas controlam o movimento através de um único programa generalizado que consiste de uma estrutura de organização temporal relativamente invariante e várias dimensões flexíveis (tempo de

movimento, amplitude de movimento, força total, etc) que permite que os indivíduos produzam diferentes versões do movimento.

3 METODOLOGIA

3.1 SUJEITOS

Participou do estudo 1 sujeito do gênero masculino, com idade de 23 anos, sem experiência prévia da tarefa.

3.2 INSTRUMENTOS

Foi utilizado no experimento um alvo tradicional de dardo de salão, 3 dardos de plástico, *marcadores descartáveis para marcação dos pontos anatômicos e determinação dos segmentos analisados.*

Na análise cinemática foi utilizada uma câmera digital JVC (obturador 1/500) para gravação das imagens dos movimentos realizados, o software AM Capture e SIMI Motion para edição do vídeo filmado na coleta. A software DegeeMe analisou as variáveis que influenciam na performance do movimento.

3.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

A pesquisa foi realizada no Departamento de Educação Física (DEF) da Universidade Federal do Paraná (UFPR). Inicialmente o indivíduo foi informado sobre o gesto motor do lançamento de dardo de salão, através de um protocolo escrito específico da habilidade do dardo de salão (Anexo 1), sendo instruído a acertar o centro do alvo como objetivo principal.

Então, o indivíduo foi encaminhado ao laboratório do CECOM, onde se realizou a coleta dos dados. Nas dimensões do jogo o indivíduo posicionou-se em 3 diferentes distâncias do alvo: 2m, 3m, 4m; realizando 6 lançamentos em cada distância, sendo 3 lançamentos específicos de aquecimento e 3 lançamentos monitorados. O alvo foi fixado verticalmente a uma altura de 1,73 m. Essa altura é marcada da distância do chão até o centro do alvo (bull). Desses 3 lançamentos

foram avaliados aqueles que tiveram melhor e o pior desempenho em cada distância, ou seja, dos 3 lançamentos apenas dois foram analisadas as variáveis.

Foram colocados marcadores de coloração branca nos seguintes pontos anatômicos: tubérculo maior do úmero, epicôndilo lateral do úmero, processo estilóide da ulna e osso hamato (aproximadamente). A partir desses pontos anatômicos há possibilidade de estabelecer os segmentos do movimento e analisá-los através do DegeeMe. Já os segmentos analisados foram braço, antebraço e mão. Nesse movimento foram considerados importantes para análise os músculos do bíceps braquial, tríceps braquial e o flexor ulnar do carpo.

3.4 ANÁLISE DE DADOS

As variáveis dependentes do estudo para a análise da coordenação do lançamento de dardo de salão foram variáveis absolutas, correspondendo a parametrização dos padrões relativos do movimento. A partir disso, foram analisadas as variáveis do estudo em dois instantes: no momento em que o dardo perde contato com a mão e a máxima quantificação averiguada durante os lançamentos. Assim, as variáveis espaciais analisadas foram: velocidade linear do cotovelo (VLC), velocidade linear do punho (VLP), velocidade angular do cotovelo (VAC) e velocidade angular do punho (VAP). Essas variáveis foram analisadas através do software Dgeeme e do Microsoft Excel.

Já o desempenho foi constatado através da distância do centro do alvo até onde o dardo foi atingido, sendo medido esse raio em centímetros e relacionado as variáveis obtidas.

4 RESULTADOS

4.1 MOMENTO EM QUE O DARDO PERDE CONTATO COM A MÃO

A tabela 1 mostra as velocidades lineares e angulares das articulações do punho e do cotovelo, nos lançamentos com melhor desempenho de cada distância (2m, 3m, 4m).

TABELA 1 – Velocidades lineares e angulares das articulações do cotovelo e do punho, com melhor desempenho em cada distância.

	VAP	VAC	VLP	VLC	DIST
2 METROS	593,03	1116,2	5,16	0,35	2
3 METROS	659,95	1052,07	5,72	0,77	13
4 METROS	470,59	1146,28	6,83	1,27	4

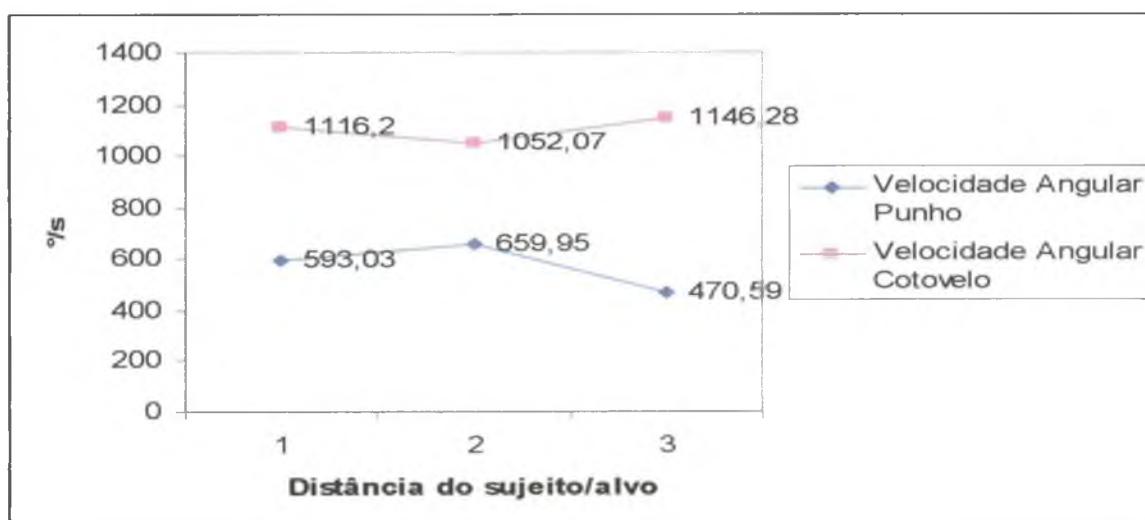
Já a tabela 2 mostra as mesmas variáveis e articulações, porém com pior desempenho de cada distância (ver pág 17).

TABELA 2 – Velocidades lineares e angulares das articulações do cotovelo e do punho, com pior desempenho em cada distância.

	VAP	VAC	VLP	VLC	DIST
2 METROS	687,89	979,06	5,34	0,21	9,5
3 METROS	492,3	1201,13	5,87	0,6	17
4 METROS	785,13	1096,05	8,37	1,57	20

Através dessas variáveis é possível realizar uma relação ângulo-ângulo entre as articulações do cotovelo e do punho. O gráfico 1 representa a relação entre as velocidades angulares da articulação do cotovelo e do punho, com os lançamentos de melhor desempenho em cada distância.

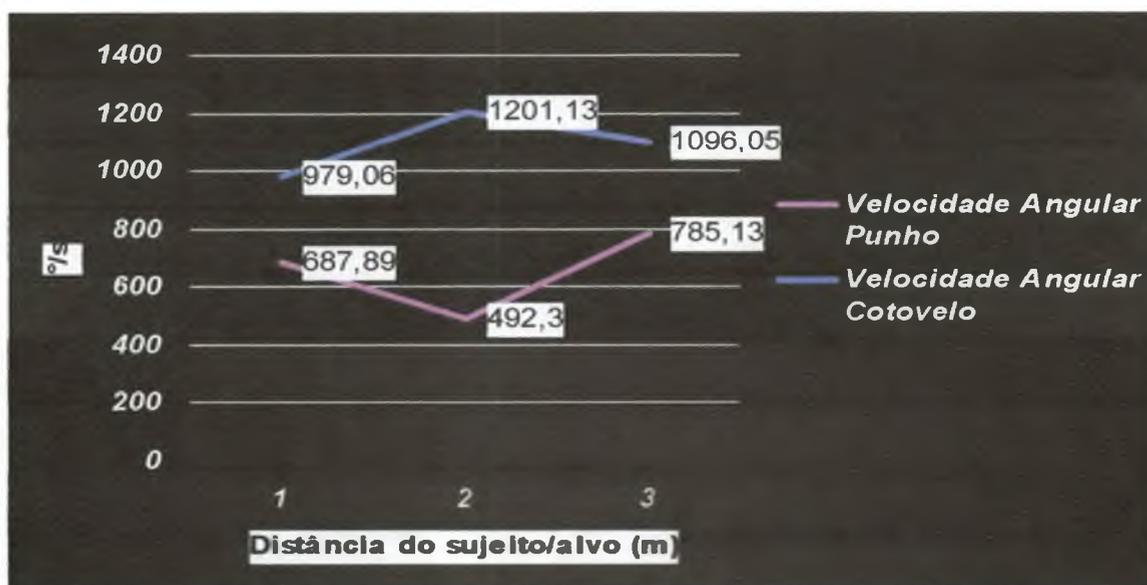
GRÁFICO 1 – Relação da velocidade angular entre as articulações do cotovelo e do punho, com melhor desempenho em cada distância.



No eixo de coordenadas x os números 1, 2 e 3 representam as distâncias de 2 metros, 3 metros e 4 metros, respectivamente.

Em contrapartida, o gráfico 2 representa a velocidade angular das articulações do cotovelo e do punho, com pior rendimento em cada distância. Nesse gráfico os números 1, 2 e 3 representam as distâncias de 2 metros, 3 metros e 4 metros, respectivamente.

GRÁFICO 2 – Relação entre a velocidade angular das articulações do cotovelo e do punho, com pior desempenho em cada distância.



4.2 MÁXIMA QUANTIFICAÇÃO DAS VARIÁVEIS NO LANÇAMENTO DE DARDO DE SALÃO

A tabela 3 representa a máxima velocidade, tanto angular quanto linear, atingida durante o movimento pelas articulações do cotovelo e do punho, com melhor desempenho nas distâncias de 2 metros, 3 metros e 4 metros.

TABELA 3 – Máximas velocidades, linear e angular, atingidas durante o lançamento do dardo nas articulações do cotovelo e do punho, com melhor desempenho em cada distância.

	VAP	VAC	VLP	VLC	DIST
2 METROS	594,5	1116,2	5,16	0,45	2
3 METROS	1137,24	1295,71	6,55	0,86	13
4 METROS	1095,53	1527,99	7,95	1,46	4

Já a tabela 4 mostra quais as máximas velocidades angulares e lineares atingidas pelas articulações do cotovelo e do punho, com pior desempenho em cada distância.

TABELA 4 – Máxima velocidade linear e angular das articulações do cotovelo e do punho, com pior desempenho de cada distância.

	VAP	VAC	VLP	VLC	DIST
2 METROS	695,07	1316,68	5,47	0,41	9,5
3 METROS	1269,95	1403,16	6,67	0,69	17
4 METROS	788,5	1497,65	8,51	1,64	20

5 DISCUSSÃO

5.1 MOMENTO EM QUE O DARDO PERDE CONTATO COM A MÃO

Esse momento é caracterizado pelo último instante em que o dardo permanece em contato com o sujeito, podendo sofrer alterações de performance, ou seja, o instante de liberação conforme proposto por Enoka (2000) é uma fase que pode interferir diretamente na precisão do movimento. Isso pode ser observado nos gráficos 1 e 2 expondo que nesse instante de liberação do projétil, os lançamentos com pior desempenho tem um aumento da velocidade angular do punho e uma redução na velocidade angular do cotovelo, gerando prejuízos performáticos ao lançamento de dardo de salão. Isso pode ser explicado através da estratégia compensatória que ocorre entre as articulações, pois reparando nos gráficos 1 e 2 percebe-se que quando a velocidade angular do punho, independente da distância, é baixa e a velocidade angular do cotovelo é alta, obtém-se um melhor desempenho. Porém, quando a velocidade angular do cotovelo tem seu valor reduzido, a articulação do punho tem sua velocidade angular aumentada, buscando compensar essa redução de velocidade do cotovelo, pois o lançamento de dardo de salão é caracterizado por ser um movimento muito rápido e seu objetivo principal é a precisão. Essa compensação pode ser prejudicial a performance, pois o flexor ulnar do carpo é um músculo com atuação refinada no movimento de precisão. Segundo Palastanga et. al. (2000) o flexor ulnar do carpo também desempenha um papel importante na estabilização do pisiforme durante a abdução do dedo mínimo, de tal modo que o abductor desse dedo disponha de uma base firme para trabalhar.

Outro achado interessante, e ainda relacionado às estratégias compensatórias das articulações, é que o aumento da distância acarreta em um aumento da velocidade angular do punho e do cotovelo, como é visto nas tabelas 1 e 2. Ainda nesse enfoque, nota-se que o aumento da distância gera um aumento significativo da velocidade linear do cotovelo, principalmente nos lançamentos com pior desempenho. O aumento da velocidade linear é uma possível opção de

alterar o padrão do movimento do lançamento de dardo salão, adicionando ao movimento a articulação do ombro com objetivo de potencializar a velocidade do movimento, através de uma abdução do braço. Porém o ombro possui uma função de estabilizar o movimento do dardo, pois o lançamento de dardo de salão é uma habilidade motora que busca isolar o máximo possível à movimentação de outras articulações, impedindo um aumento dos graus de liberdade e, com isso, decréscimo do desempenho. A partir do momento em que o ombro torna-se participante do movimento isso acarreta uma possível queda no rendimento, que é visualizada nos lançamentos que tem sua velocidade linear do cotovelo aumentada. Outra possível explicação para essa queda de rendimento seja esta decorrente do aumento da distância ou do aumento da velocidade linear do cotovelo, é que o nosso corpo se organiza em uma seqüência segmentar de modo próximo-distal, e quando uma dessas duas variáveis está presente no movimento há uma necessidade das estruturas articulares produzirem maior quantidade de energia muscular, aumentando a velocidade das articulações, principalmente da articulação do punho, e conseqüentemente menor precisão.

Contudo, nos lançamentos em que o desempenho é melhor há possibilidade em identificar as características de cada articulação, pois mudanças nos padrões do movimento segmentar influenciam diretamente na performance, havendo um aproveitamento ótimo das forças externas (reativa, inercial, gravitacional) e internas (propriedades elásticas do músculo) geradas pelo sistema neuromuscular que proporciona uma melhor organização para suprir as demandas da tarefa. A característica da articulação do cotovelo no lançamento de dardo de salão pode ser realizada através do gráfico 1, em que a articulação do cotovelo possui maiores valores de velocidade angular comparados aos lançamentos de pior desempenho, como é visto no gráfico 2. Esse dado pode ser explicado através da característica elástica do músculo, no qual os componentes elásticos paralelos e os em série oferecem uma tensão resistiva quando alongados e armazenam energia mecânica para uso em um movimento articular subsequente (HALL, 2000). Assim, ao receber a tensão gerada pela força contrátil do músculo, os componentes elásticos se alongam e armazenam a tensão que pode então ser

transmitida ao osso. Outro fator que otimiza o aumento da velocidade angular é a atividade funcional do tríceps. Uma vez que o cotovelo tenha sido flexionado, a gravidade muitas vezes fornece a força necessária para extensão, com os flexores do cotovelo trabalhando excentricamente para controlar o movimento. O tríceps somente se torna ativo quando a velocidade do movimento torna-se importante, como por exemplo, no lançamento de dardo de salão. Na articulação do cotovelo, as superfícies ósseas estão em contato mais estreito quando o antebraço é flexionado a 90° em uma posição de meia pronação-supinação. Esta, portanto, é a posição de estabilidade máxima da articulação e a posição naturalmente assumida quando uma manipulação delicada da mão e dos dedos é requerida, no caso o lançamento de dardo de salão. Isso é interessante, pois o dardo perde contato com o mão aproximadamente a 90° no ângulo do cotovelo, próximo do ângulo de estabilidade máxima do movimento, ou seja, ocorre uma organização coordenativa priorizando a precisão do movimento.

Já a articulação do punho pode ter uma característica restritamente voltada a precisão do movimento, pois os flexores e extensores fixam o punho durante a extensão ou flexão dos dedos, impedindo os músculos digitais de perder força e eficiência, o que ocorreria se eles também atuassem sobre as articulações radiocárpica e mediocárpica. Quando movimentos potentes dos dedos são necessários, tanto flexores como extensores do punho contraem-se simultaneamente. A importância dessas ações é óbvia ao serem feitas tentativas de agarrar apertadamente com os flexores dos dedos quando o punho está flexionado. Estender o punho estira estes músculos de tal modo que eles podem exercer força considerável. A leve extensão do punho é a posição naturalmente adotada quando a mão é usada para preensão: observe o seu próprio punho ao escrever ou apanhar uma caneta. Nos lançamentos em que a distância é maior, esse mecanismo de contração simultânea dos flexores e extensores do punho pode resultar em queda do desempenho, devido a uma contração excessiva dos músculos do punho e conseqüente redução da precisão do movimento.

Ainda comentando sobre a articulação do punho e a sua relação com a precisão do movimento, pode-se constatar através de uma comparação entre os

gráficos 1 e 2, que quando a articulação do punho tem seus valores de velocidade angular ($^{\circ}/s$) aumentados e, aproximam-se dos valores de velocidade angular da articulação do cotovelo, isso prejudica o desempenho, assim como um afastamento demasiado e desproporcional entre os valores dessas articulações também ocasiona déficit do desempenho. Porém quando a articulação do cotovelo desempenha seu papel de potencializar a velocidade do movimento, a articulação do punho apresentar uma menor velocidade angular e, conseqüentemente, um melhor rendimento.

5.2 MÁXIMA QUANTIFICAÇÃO DAS VELOCIDADES OBTIDAS NO LANÇAMENTO E A RELAÇÃO COM A PRECISÃO

Nesse tópico procura-se entender se o aumento da distância ocasiona um pior desempenho e se esse desempenho está relacionado a velocidade, pois de acordo com a Lei de Fitts (1954) a velocidade e a precisão são variáveis inversamente proporcionais. Como o lançamento de dardo de salão é caracterizado por ser um movimento rápido que visa à precisão, há possibilidade de constatar no presente estudo se a Lei de Fitts possui relação com essa habilidade motora.

Comparando as tabelas 3 e 4 é possível entender a relação entre velocidade e precisão de um movimento. Com exceção da velocidade angular das articulações do punho e do cotovelo na distância de 4 metros com pior rendimento, as demais velocidades angulares tiveram seus valores significativamente aumentados em decorrência do aumento da distância. Porém, se for reparado na tabela 4, nessa exceção há o maior aumento da velocidade linear do cotovelo, sugerindo novamente que houve uma participação da articulação do ombro, gerando uma redução da velocidade angular das articulações do punho e do cotovelo, mas deixando essa velocidade ainda em um valor elevado. Ou seja, é realmente verificado que o aumento da distância ocasiona um aumento das máximas velocidades, tanto linear quanto angular, reduzindo assim a precisão como é afirmado pela literatura. Outra possível fator

que pode prejudicar o desempenho do lançamento de dardo de salão é a participação adicional de outra articulação, no caso a articulação do ombro como é vista no lançamento de 4 metros da tabela 4 através da velocidade linear, devido ao aumento dos graus de liberdade.

6 CONCLUSÃO

O aumento da distância ocasionou uma reorganização da coordenação do lançamento de dardo de salão. Estratégias coordenativas foram identificadas nas fases de execução do movimento, de maneira compensatória entre uma articulação e outra. Visando a performance, sugere-se que a velocidade angular do punho é importante no controle da precisão do movimento, enquanto a velocidade angular do cotovelo é importante na otimização da potência do movimento. Nos movimentos analisados há o mesmo padrão para execução do movimento, porém a velocidade linear do cotovelo aumenta com o distanciamento do sujeito em relação ao alvo, ocasionando maior variabilidade no desempenho. Com isso, as fases 2 e 3 do lançamento de dardo de salão são possíveis momentos que tem maior interferência sobre a performance, pois são nesses instantes que ocorrem as alterações averiguadas no presente estudo.

Para futuros estudos torna-se interessante a análise de outras variáveis, tanto espaciais quanto temporais e, também, investigar um maior número de sujeitos para o estudo ser mais fidedigno. A eletromiografia pode ser uma ferramenta interessante em posteriores estudos, pois através dela pode-se saber quais músculos são atuantes no movimento e, com isso, relacionar variáveis de performance ao gesto motor.

REFERÊNCIAS

AMADIO, A. C.; COSTA, P. H.; SACCO, I. C. N.; SERRÃO, J. C.; ARAUJO, R. C. **Introdução a biomecânica para análise do movimento humano: Descrição e aplicação dos métodos de medição.** São Paulo, 2000.

ANDRADE, Sérgio Luiz Pereira. **Coordenação do chute do futebol sob condições de fadiga em sujeitos novatos e experientes.** Curitiba, 2004.

BERNSTEIN, Nicolai. **The coordination and regulation of movements.** New York: Pergamon, 1967.

BRUZI, A. **Efeito do número de demonstrações na aquisição da habilidade motora: um estudo exploratório.** Universidade de Minas Gerais, 2005.

CORREIA, Pedro Pezarat **Padrões de coordenação neuromuscular associados ao movimento do braço e antebraço em ações de lançamento: Contribuições para orientação do treinamento de força.** Universidade Técnica de Lisboa, 2004.

CUMMING, Jennifer; NORDIN, Sanna; HORTON, Robin; REYNOLDS, Scott. **Examining the direction of imagery and self-talk on dart-throwing performance and self-efficacy.** *The Sport Psychologist: Human Kinetics*, 2000.

ENOKA, Roger M. **Bases neuromecânicas da cinesiologia.** Barueri, SP: Manole, 2000.

HALL, Susan. J. **Biomecânica básica.** Rio de Janeiro. Guanabara Koogan, 2000.

KONNOLLY, Kevin. Desenvolvimento motor: presente, passado e futuro. **Revista Paulista de Educação Física**, São Paulo, 2000.

MAGILL, Richard. **Aprendizagem Motora: Conceitos e aplicações.** São Paulo: Edgard Blücher, 2000.

OKAZAKI, Victor Hugo Alves; OKAZAKI, Fábio Heitor Alves; LADEWIG, Iverson. **O efeito do aumento da distância na coordenação no arremesso de jump no basquete e a relação velocidade-precisão.** Disponível em: <http://www.efdeportes.com.br>. Acesso em abril de 2007.

OKUNO, E. FRATIN, L. **Desvendando a física do corpo humano: biomecânica.** Barueri, SP: Manole, 2003.

PALASTANGA, Nigel. **Anatomia e movimento humano: estrutura e função.** Barueri, SP: Manole, 2000.

RICHARD, Schimidt; WRISBERG, Craig. **Aprendizagem e performance motora: uma abordagem da aprendizagem baseada no problema.** Porto Alegre: Artmed, 2001.

RODACKI, André Luiz Félix; OKAZAKI, Victor Hugo Alves; SARRAF, Thiago; DEZAN, Valério. **O efeito da distância sobre a coordenação do arremesso do jump no basquetebol.** Curitiba, 2003.

TEIXEIRA, Luis Augusto. **Coordenação intersegmentar em arremessos com diferentes demandas de precisão.** *Revista Paulista de Educação Física*, São Paulo, 1997.

WATKINS, James. **Estrutura e função do sistema músculoesquelético.** Porto Alegre, RS: Artmed, 2001

ANEXO

Protocolo cinemático do lançamento de dardo de salão:

1º Momento – Dimensões (pista de dardo) e Objetivo (pontuação):

O alvo eletrônico é fixado verticalmente na parede na altura de 1,72 m. Essa altura é marcada da distância do chão até o centro do alvo (Bull). À distância do alvo até o indivíduo é de 2,37 m, chamada de linha de lançamento. O objetivo do jogo é acertar o centro do alvo circular, para obter a pontuação máxima. Assumindo essa pontuação máxima, quanto mais longe do centro do alvo (Bull) pior será a pontuação.

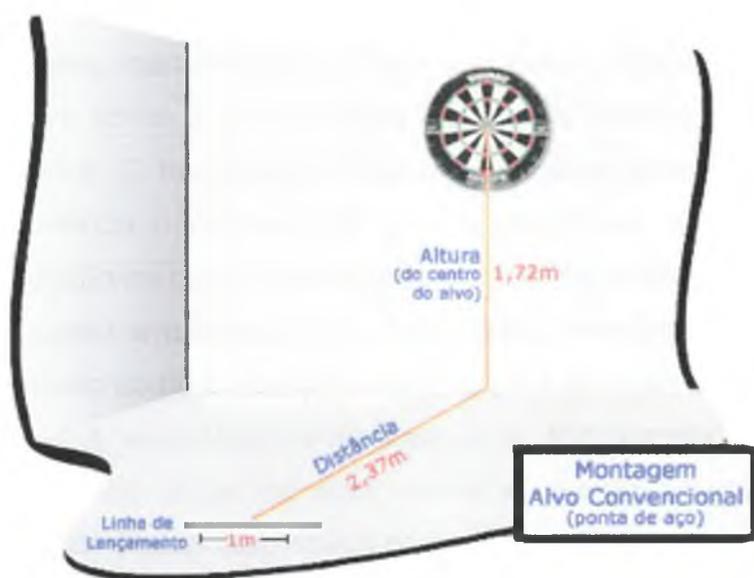


Figura 1.0(Dimensões)



Figura 1.1(Alvo)

2º Momento – Posicionamento estático do corpo (preparação inicial) e pegada do dardo (empunhadura):

O indivíduo inicia o posicionamento com seu corpo lateralmente em relação ao alvo, mantendo seu tronco levemente projetado à frente, jogando o peso do corpo sobre a perna direita (caso seja destro), permanecendo com os olhos abertos. O braço que realiza o lançamento deve estar quase paralelo ao chão, mantendo o cotovelo um pouco abaixo do nível do ombro, realizando uma abdução do braço, com ângulo articular do ombro de aproximadamente 80°. Caso o sujeito arremesse com a mão direita deve-se colocar seu pé direito à frente e paralelo ao pé esquerdo tocando a linha de arremesso.

A empunhadura realizada é do tipo “caneta”, na qual o indivíduo apóia o dardo nos dedos indicador, médio e polegar, totalmente flexionados, e na face anterior desses respectivos dedos.



Figura 2.0(Posição inicial)



Figura 2.1(Posição inicial)