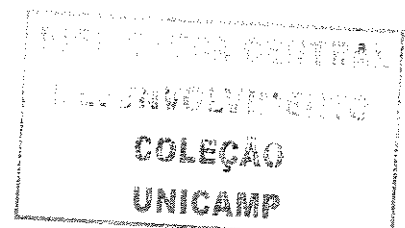


*DENISE APARECIDA SÔNIGO*

**ANÁLISE DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DO OMBRO:  
comparação entre dois métodos de avaliação**

**CAMPINAS**

**2005**



**DENISE APARECIDA SÔNIGO**

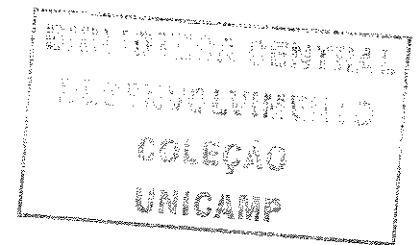
**ANÁLISE DO MOVIMENTO DE ABDUÇÃO DO OMBRO:  
comparação entre dois métodos de avaliação**

*Dissertação de Mestrado apresentada à Pós-Graduação da  
Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do título de Mestre em Cirurgia,  
área de concentração em: Pesquisa Experimental.*

**Orientador:** *Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior*

**CAMPINAS**

**2005**



UNIDADE	BC
Nº CHAMADA	TIUNICAMP 5857a
V	EX
TOMBO BC/	66031
PROC.	16-86-05
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	11,00
DATA	26.10/05
Nº CPD	

Bib. d 366760

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA DA  
FACULDADE DE CIÊNCIAS MÉDICAS DA UNICAMP**

Bibliotecário: Sandra Lúcia Pereira – CRB-8ª / 6044

So57a                      Sônego, Denise Aparecida  
 Análise do movimento de abdução de ombro – comparação entre  
 dois métodos de avaliação / Denise Aparecida Sônego. Campinas, SP  
 : [s.n.], 2005.

Orientador: Alberto Cliquet Júnior  
 Dissertação ( Mestrado) Universidade Estadual de Campinas.  
 Faculdade de Ciências Médicas.

1. Biomecânica. 2. Articulação do ombro. 3. Amplitude de  
 Movimento Articular. I. Cliquet Júnior, Alberto II. Universidade  
 Estadual de Campinas.Faculdade de Ciências Médicas. III. Título.

(slp/fcm)

---

# **Banca examinadora da Dissertação de Mestrado**

---

---

**Orientador: Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior**

---

---

## **Membros:**

---

1. Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior

---

2. Prof. Dr. Sérgio Rocha Piedade

---

3. Profa. Dra. Silvana Maria Blascovi de Assis

---

Curso de Pós-Graduação em Cirurgia da Faculdade de Ciências Médicas da Universidade Estadual de Campinas.

---

**Data: 21/06/2005**

---

## ***DEDICATÓRIA***

*Aos meus filhos, por acrescentarem mais amor a nossas vidas, e ao meu marido, por seu apoio, ajuda e compromisso com a nossa família.*

## *AGRADECIMENTOS*

---

Ao Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior, pela orientação, ensinamentos e experiências transmitidas.

À Maria Claudia Ferrari, pelo apoio e incentivo.

Aos meus amigos do laboratório: Dalva, Tatiana, Juracy, Ênio, Mariângela, pela confiança e amizade.

Aos professores, colegas e funcionários que, direta ou indiretamente participaram na preparação deste trabalho.

À FAPESP (#96F12198-2), pelos recursos fornecidos.

*Se eu pudesse...*

*“Se eu pudesse deixar algum presente a você, deixaria aceso o sentimento de amar a vida dos seres humanos.*

*A consciência de aprender tudo o que foi ensinado pelo tempo afora.*

*Lembraria os erros que foram cometidos para que não mais se repetissem.*

*A capacidade de escolher novos rumos.*

*Deixaria para você, se pudesse, o respeito àquilo que é indispensável:*

*Além do pão, o trabalho.*

*Além do trabalho, a ação.*

*E, quando tudo mais faltasse, um segredo:*

*O de buscar no interior de si mesmo a resposta e a força para encontrar a saída”.*

***Mahatma Gandhi***

	<i>Pág</i>
RESUMO.....	<i>xxxvii</i>
ABSTRACT.....	<i>xli</i>
1- INTRODUÇÃO.....	45
2- OBJETIVOS.....	51
3- REVISÃO DA LITERATURA.....	55
3.1- Características anatômicas e funcionais da articulação do ombro humano.....	57
3.2- Movimentos articulares.....	61
3.3- Instrumentos especiais.....	61
3.4- Eixo do movimento – colocação do goniômetro.....	63
3.5- Sistema óptico de captura do movimento.....	64
4- MATERIAL E MÉTODOS.....	67
4.1- Tipo de estudo e casuística.....	69
4.2- Colocação do goniômetro.....	69
4.3- Posição dos marcadores.....	73
4.4- Goniometria x sistema de câmeras.....	74



<b>4.5- Protocolo experimental.....</b>	<b>77</b>
<b>4.6- Preparação do ambiente.....</b>	<b>78</b>
4.6.1- Planos e eixos.....	78
4.6.2- Calibração.....	80
4.6.3- Configuração das câmeras para calibração e captura do movimento.	81
4.6.4- Captura dos movimentos.....	83
4.6.5- Obtenção das coordenadas dos marcadores (SoftwareQtrac).....	83
<b>4.7- Processamento dos dados.....</b>	<b>86</b>
<b>5- RESULTADOS.....</b>	<b>89</b>
<b>5.1- Consistência interexaminador no mesmo método.....</b>	<b>92</b>
<b>5.2- Consistência intra-examinadores no mesmo método.....</b>	<b>97</b>
<b>5.3- Aplicação do sistema Qualisys.....</b>	<b>105</b>
<b>6- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....</b>	<b>119</b>
<b>7- CONCLUSÃO.....</b>	<b>127</b>
<b>8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>131</b>
<b>9- ANEXOS.....</b>	<b>139</b>
<b>10- APÊNDICES.....</b>	<b>145</b>

	<i>Pág</i>
<b>TABELA 1-</b> Medidas de posição e dispersão das avaliações em cada método e examinador sendo 1, examinador 1 e 2 examinador 2. M11, primeiro movimento do examinador 1. M12 primeiro movimento do examinador 2. M2, M3, M4, representa o segundo, terceiro e quarto movimento do examinador 1 e 2.....	91
<b>TABELA 2-</b> Correlação entre as medidas interexaminadores considerando $p < 0,05$ . O nível de significância adotado foi de 5%. Sendo fechado 1, examinador 1 e fechado 2, examinador 2. M1, M2, M3, M4 o primeiro, segundo, terceiro e quarto movimentos avaliados pelo examinador 1 e 2.....	92
<b>TABELA 3-</b> Correlação entre dois tipos de avaliação: goniometria fechado e aberto e o sistema de câmeras, sendo as medidas do examinador 1 e 2. O M1, M2, M3, M4 representam o primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento do sistema de câmeras do examinador 1 e 2.....	97
<b>TABELA 4-</b> Representação dos resultados estatísticos do paciente 1, e indivíduos normais, considerando $p < 0,05$ . Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1, M2, M3, M4).....	107
<b>TABELA 5-</b> Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1, M2, M3, M4) considerando $p < 0,05$ .....	109

<b>TABELA 6-</b>	Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo , terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4) considerando $p<0,05$ . . . . .	111
<b>TABELA 7-</b>	Valores expressam a abdução máxima do ombro no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1, M2, M3, M4) considerando $p<0,05$ .....	113
<b>TABELA 8-</b>	Representação dos resultados estatísticos, quatro pacientes de ombros patológicos e indivíduos normais, considerando $p<0,05$ . Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4).....	115

## *LISTA DE QUADROS*

---

	<i>Pág</i>
<b>QUADRO 1-</b> Altura das câmeras nos tripés.....	82
<b>QUADRO 2-</b> Representação do volume de calibração.....	83
<b>QUADRO 3-</b> Representa a trajetória dos marcadores I e II.....	86

## LISTA DE FIGURAS

	<i>Pág</i>
<b>FIGURA 1–</b> Vista superior do conjunto de músculos e seus tendões que fazem parte do manguito rotador Adaptado de NETTER, 1996	58
<b>FIGURA 2–</b> Esquemática mostrando o espaço subacromial, músculo supraespinhoso, bolsa subdeltoídea com extensão sob o acrômio,músculo deltóide rebatido, músculo subescapular.Adaptado de NETTER, 1996.....	59
<b>FIGURA 3–</b> Secção frontal da articulação do ombro.Adaptado de NETTER 1996.....	60
<b>FIGURA 4–</b> Avaliação do movimento pelo sistema óptico de captura, para análise da marcha e parâmetros ergonômicos .....	65
<b>FIGURA 5–</b> Posicionamento do goniômetro universal para realizar a goniometria método fechado.....	70
<b>FIGURA 6–</b> Posicionamento do goniômetro universal para realizar a goniometria método aberto.....	71
<b>FIGURA 7–</b> Marcadores reflexivos colocados em regiões anatômicas do acromio direito (II) e esquerdo(III). Face lateral da interlinha articular do cotovelo D (I) e espinha ílaca ântero-superior direita(IV).....	73
<b>FIGURA 8–</b> Protocolo experimental.....	77
<b>FIGURA 9–</b> Marcadores reflexivos, esfera de náilon-poliamida revestida de fita adesiva .retroreflexivo.....	78

<b>FIGURA 10-</b>	Os três planos e eixos cardinais do corpo ereto e relaxado, adaptado de LEHMKUHL e SMITH,1987.....	79
<b>FIGURA 11-</b>	Estrutura em “L, representando o sistema de coordenadas utilizadas neste estudo e o bastão em “T”, chamado de corpo de prova, é usado para a calibração do volume.....	80
<b>FIGURA 12-</b>	Disposição das câmeras e distância entre elas, seguindo a orientação do sistema de referência (X,Y,Z). A estrutura em L foi colocada sobre a mesa de 0,60 cm de altura.....	81
<b>FIGURA 13-</b>	Arquivo resultante do processo de reconstrução pelo “software Qtrac e Qview” permitindo a análise do movimento do membro superior.....	85
<b>FIGURA 14-</b>	Representando o movimento analisado do ombro.....	87
<b>FIGURA 15-</b>	Gráfico representando a trajetória dos marcadores, I, II e I, IV no movimento de abdução do ombro normal, sendo 1 o início da abdução, 2 abdução e 3 adução do ombro.....	88
<b>FIGURA 16-</b>	Dispersão do método goniometria fechado, avaliado pelo examinador 1 e 2 . ( $r=0.44$ insatisfatório).....	93
<b>FIGURA 17-</b>	Dispersão do método goniometria aberto, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.61$ moderado).....	93
<b>FIGURA 18-</b>	Dispersão do método câmeras M-1, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.70$ bom).....	94
<b>FIGURA 19-</b>	Dispersão do método Câmeras M-2, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.62$ moderado).....	95
<b>FIGURA 20-</b>	Dispersão do método câmeras M-3, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.62$ moderado).....	95

<b>FIGURA 21-</b>	Dispersão do método câmeras M-4, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.64$ moderado).....	96
<b>FIGURA 22-</b>	Dispersão dos métodos de goniometria aberto e fechado, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.59$ moderado).....	98
<b>FIGURA 23-</b>	Dispersão dos métodos de goniometria aberto e fechado, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.72$ bom).....	98
<b>FIGURA 24-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-1 e M-2, avaliados pelo examinador 1. ( $r=0.98$ excelente).....	99
<b>FIGURA 25-</b>	Dispersão dos métodos câmera M-1 e M-2, avaliados pelo examinador 2. ( $r=0.93$ excelente).....	99
<b>FIGURA 26-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-1 e M-3, avaliados pelo examinador 1. ( $r=0.96$ excelente).....	100
<b>FIGURA 27-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-1 e M-3, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.92$ excelente).....	100
<b>FIGURA 28-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-1 e M-4, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.95$ excelente).....	101
<b>FIGURA 29-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-1 e M-4, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.95$ excelente).....	101
<b>FIGURA 30-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-2 e M-3, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.99$ excelente).....	102
<b>FIGURA 31-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-2 e M-3, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.98$ excelente).....	102
<b>FIGURA 32-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-2 e M-4, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.98$ excelente).....	103

<b>FIGURA 33-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-2 e M-4, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.96$ excelente).....	103
<b>FIGURA 34-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-3 e M-4, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.99$ excelente).....	104
<b>FIGURA 35-</b>	Dispersão dos métodos câmeras M-3 e M-4, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.97$ excelente).....	104
<b>FIGURA 36-</b>	Ombro patológico 1, expressa o movimento de abdução do ombro direito.....	106
<b>FIGURA 37-</b>	Ombro patológico 2, expressa o movimento de abdução do ombro direito.....	108
<b>FIGURA 38-</b>	Ombro patológico 3, expressa o movimento de abdução do ombro direito.....	110
<b>FIGURA 39-</b>	Ombro patológico 4, expressa o movimento de abdução do ombro direito.....	112
<b>FIGURA 40-</b>	Ombro normal, expressa o movimento de abdução do ombro direito, em indivíduos sem patologia de ombro.....	114



	<i>Pág</i>
<b>GRÁFICO 1-</b> Gráficos mostrando os graus máximos de abdução do ombro normal e patológico (1 e 2). M1 representa o primeiro, M2 o segundo, M3 o terceiro e M4 quarto movimento do sistema de câmeras. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais.....	116
<b>GRÁFICO 2-</b> Gráficos mostrando os graus máximos de abdução do ombro normal e patológico (3 e 4). M1 representa o primeiro, M2 o segundo, M3 o terceiro e M4 quarto movimento do sistema de câmeras. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais.....	117

## ***LISTA DE ANEXOS***

---

	<b><i>Pág</i></b>
<b>ANEXO 1-</b> Goniômetro universal.....	141
<b>ANEXO 2-</b> Câmeras Pró- Reflex do sistema Qualisys.....	143

## *LISTA DE APÊNDICES*

---

	<i>Pág</i>
<b>APÊNDICE 1-</b> Entrevista inicial.....	147
<b>APÊNDICE 2-</b> Tabela geral examinador 1.....	149
<b>APÊNDICE 2-</b> Tabela geral examinador 2.....	150
<b>APÊNDICE 3-</b> Termo de consentimento livre e esclarecido.....	151

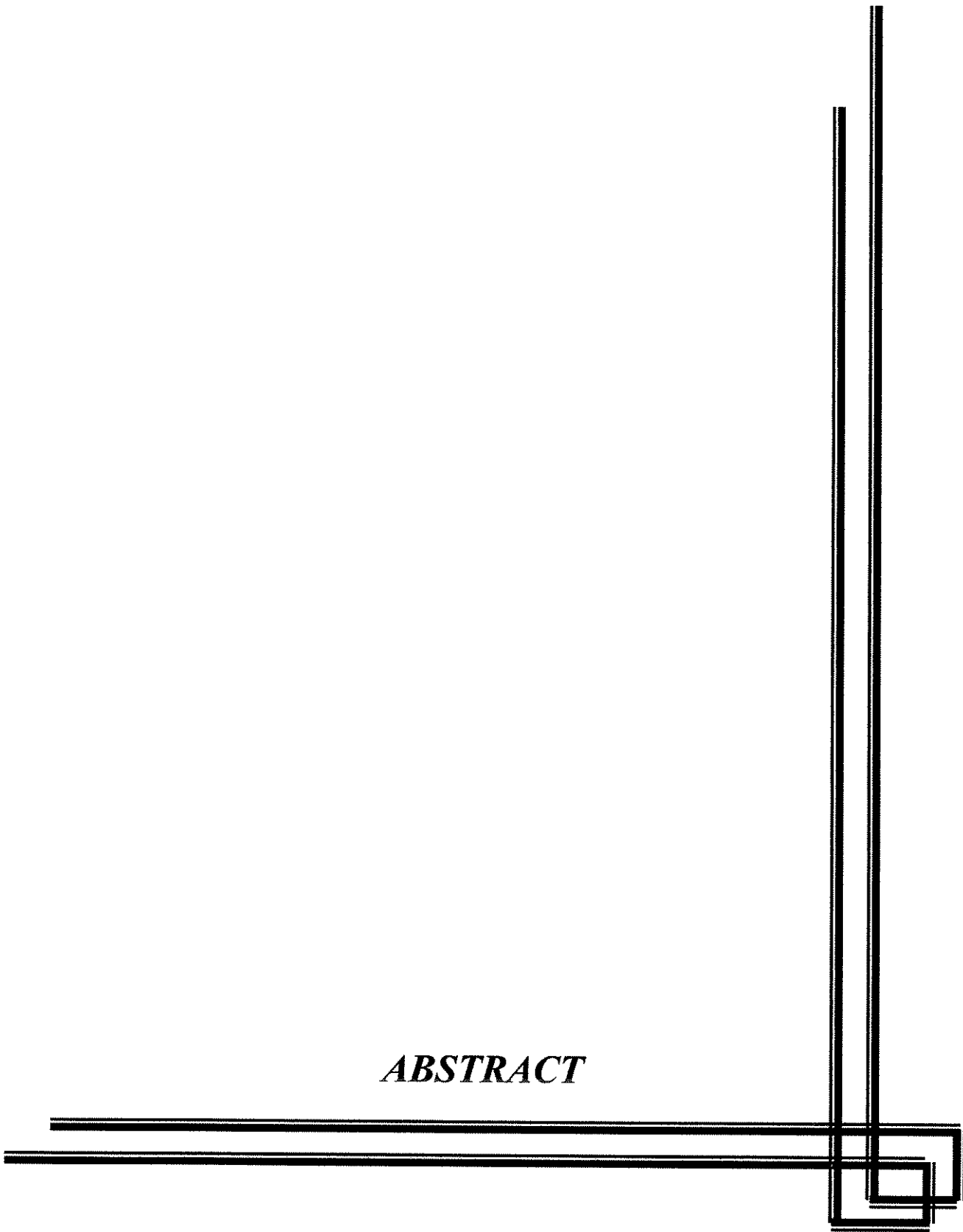
*RESUMO*

**Análise do movimento de abdução do ombro:** Comparação entre dois métodos de avaliação.

Sistemas ópticos de captura dos movimentos são recursos poderosos de medição para analisar o movimento articular. A proposta deste estudo foi de (1) comparar o sistema óptico de captura do movimento, com o goniômetro universal (em duas posições de medida: com os braços do goniômetro fechado e aberto) verificando a concordância intra e interexaminadores no movimento de abdução do ombro em indivíduos saudáveis e (2) verificar a aplicação do sistema óptico Qualisys, comparando casos patológicos com indivíduos normais. Dezesete indivíduos saudáveis foram avaliados. A análise do movimento foi instituída, utilizando o programa "QView", e os dados exportados para o programa "Qtools 2.0". Três câmeras de vídeo com amostragem de 60 Hz foram utilizadas. Marcadores reflexíveis foram colocados em estruturas anatômicas, para a obtenção das coordenadas tridimensionais. Para verificar a concordância intra e interexaminadores no mesmo método, utilizou-se o coeficiente de correlação linear de Person, considerando ( $p < 0,05$ ). Os resultados obtidos para o sistema de captura de movimento interexaminadores foram moderados ( $r > 0,62$ ). Para intra-examinadores, o coeficiente foi estatisticamente significativo ( $r > 0,92$ ). Para verificar a aplicação do sistema óptico Qualisys, foi utilizado o teste de Mann-Whitney demonstrando as diferenças nos movimentos e amplitudes articulares entre ombros patológicos e normais.

Palavras-chave: Ombro, 3D, Movimento de Abdução.

*ABSTRACT*



**Analysis of shoulder abduction movement:** Comparison enters two methods of evaluation.

Optical systems of motion capture are powerful resources of measurement to analyse the articular movement. The purpose of this study was (1) to compare the optical systems of motion capture with the universal goniometer used in two measurements; with the goniometer arms closed and opened; and to assess the agreement of intra and interexaminers in the shoulder's abduction movement in healthy individuals and (2) to verify the application of the Qualiys's optical system towards comparing pathological and healthy individual. Seventeen healthy individuals were evaluated. The movement analysis was done using "Qviews" software, the data exported to "Qtools 2.0" software. Three video cameras at 60 Hz sampling frequency were used. Reflexive marks were placed in anatomical structures, to obtain the three-dimensional coordinates. Person's linear correlation ( $p < 0.05$ ) was used towards verifying agreement for intra and interexaminers. The interexaminers results were moderate ( $r > 0,62$ ). To intraexaminers result in the same method, was statistically significant ( $r > 0,92$ ). Mann-Whitney test was used to verify the application of the Qualiys's optical system, demonstrating the differences in the movement and joint amplitudes both in pathological and normal shoulders.

Key words: Shoulder, 3D, abduction movement.

## *1- INTRODUÇÃO*



A análise funcional dos movimentos constitui um passo essencial na avaliação do paciente com incapacidade muscular, neurológica ou esquelética. KOTTKE (1994) sugere, em seus estudos, que o modo pelo qual uma pessoa funciona na vida diária ou de como ela se move ou manipula o ambiente, fisicamente, pode depender intensamente do grau em que seu corpo é capaz de tolerar a movimentação, passiva ou ativa.

De acordo com BASMAJIAN (1980), a compreensão dos movimentos normais e anormais das articulações é a chave para o entendimento da anatomia funcional. Permite ainda fazer comparações, comunicar os resultados a outros profissionais e até mesmo avaliar se o tratamento proposto foi eficaz. Para tanto, é necessário utilizar formas de avaliação padronizadas e um registro cuidadoso dos dados obtidos.

Para DELISA (2002), a falta de confiabilidade na medição a olho nu feita pelos profissionais da área da saúde está documentada na literatura, o que torna ainda mais importante as medidas objetivas. As organizações federais, estaduais e de consumidores, assim como os planos de saúde estão cada vez mais exigindo evidências objetivas de melhora como resultado dos tratamentos.

Segundo ANDREWS (2000), atualmente, a avaliação da movimentação dos membros superiores é feita por vários instrumentos, complicados aparelhos e até mesmo, dispositivos mais práticos utilizados na clínica, como o goniômetro universal. A técnica de medida das articulações humanas denomina-se goniometria, esta palavra de origem grega, significa medida. A goniometria, portanto, refere-se à medida de ângulos, em particular às medidas dos ângulos criados nas articulações humanas pelos ossos do corpo.

Nos estudos de NORIKIN e WHITE (1995), a goniometria pode ser usada para medir tanto uma determinada posição articular como sua quantidade total de movimento possível.

Nos últimos anos, o progresso das técnicas de medição, armazenamento e processamento de dados contribuíram enormemente para a análise do movimento humano. JORDAN et al. 2001, citam, a incorporação da imagem como registro e a manipulação da imagem em programas computacionais passaram a ser estudados, com a possibilidade de se

tornarem instrumentos de uso na clínica diária, oferecendo maiores informações sobre o movimento do corpo humano para diversas áreas , como a Fisioterapia, Engenharia e Medicina Física, entre outros.

Entre os sistemas de captura de movimentos, o sistema óptico, também conhecido como “motion capture” (MC), é o mais utilizado para capturar o movimento.

LUNDBERG, 1996; SILVA, ([s.d.]) afirmam que, atualmente, os sistemas mais utilizados são os baseados em tecnologias ópticas e são definidos como sistemas que geram para o computador informações que representam a medida física do movimento capturado.

RAU et al., (2000) citam em seus estudos a importância desses sistemas, que são usados com frequência para análise da marcha, possibilitando um diagnóstico detalhado e melhor planejamento cirúrgico. O mesmo não acontece quanto ao membro superior, em razão da grande variabilidade e complexidade dos movimentos que envolvem vários graus de liberdade articular, dificultando a padronização de movimentos, e constituindo o maior desafio para a aquisição e interpretação de dados na rotina clínica.

Em função disso, PAP et al.2000, afirmam que a abordagem dos movimentos em membros superiores tem que ser menos abrangente, sendo necessária a seleção de um movimento determinado e específico relacionado à atividade sobre a qual se quer investigar.

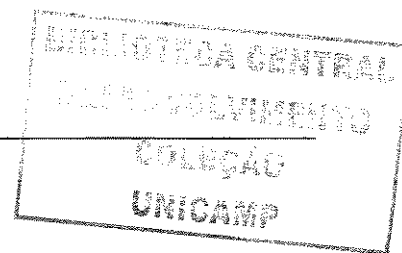
A complexa articulação do ombro é uma junção que desafia a simples descrição cinemática, pois consiste em articulações separadas, com componentes escapulo - torácica e glenoumeral. Os estudos de RAB. et al., (2002) indicam que a determinação exata da posição escapular e da articulação glenoumeral é difícil de ser determinada sem a utilização de técnicas complexas, como a introdução de pinos osteoarticulares que são potencialmente invasivas, dispendiosas e complicadas. LEROX et al., 1992; BAILLON et al., 2002 sustentam, em suas pesquisas, métodos mais simples de se observar o comportamento da articulação do ombro em determinados movimentos. VAN DER HELM e PRONK (1995) sugerem, em seu trabalho, que a medida da posição superior do braço em relação ao tronco é um meio mais prático e objetivo de se conseguir uma medida da amplitude articular, do que a medida individual exata do movimento da articulação glenoumeral, que demanda métodos mais invasivos.

Com o sistema óptico de captura do movimento, importante recurso que possibilita várias informações sobre o movimento e utilizando marcadores reflexivos de superfície para obtenção das coordenadas tridimensionais, optou-se por investigar o movimento de abdução do ombro, comparando-o com o goniômetro universal, definindo assim a metodologia para captura do movimento do ombro, gerando contribuições para protocolos e tratamentos fisioterapêuticos.

## ***2- OBJETIVOS***

Os objetivos deste estudo foram

- Comparar o sistema óptico de captura do movimento da marca comercial Qualisys, com o goniômetro universal, (em duas posições: com os braços do goniômetro fechado e aberto) verificando, a consistência intra e interexaminadores, no movimento de abdução do ombro em indivíduos normais.
- Verificar a possibilidade de aplicação do sistema óptico de captura do movimento, na abdução do ombro em indivíduos normais e com patologias do ombro.



### *3- REVISÃO DA LITERATURA*

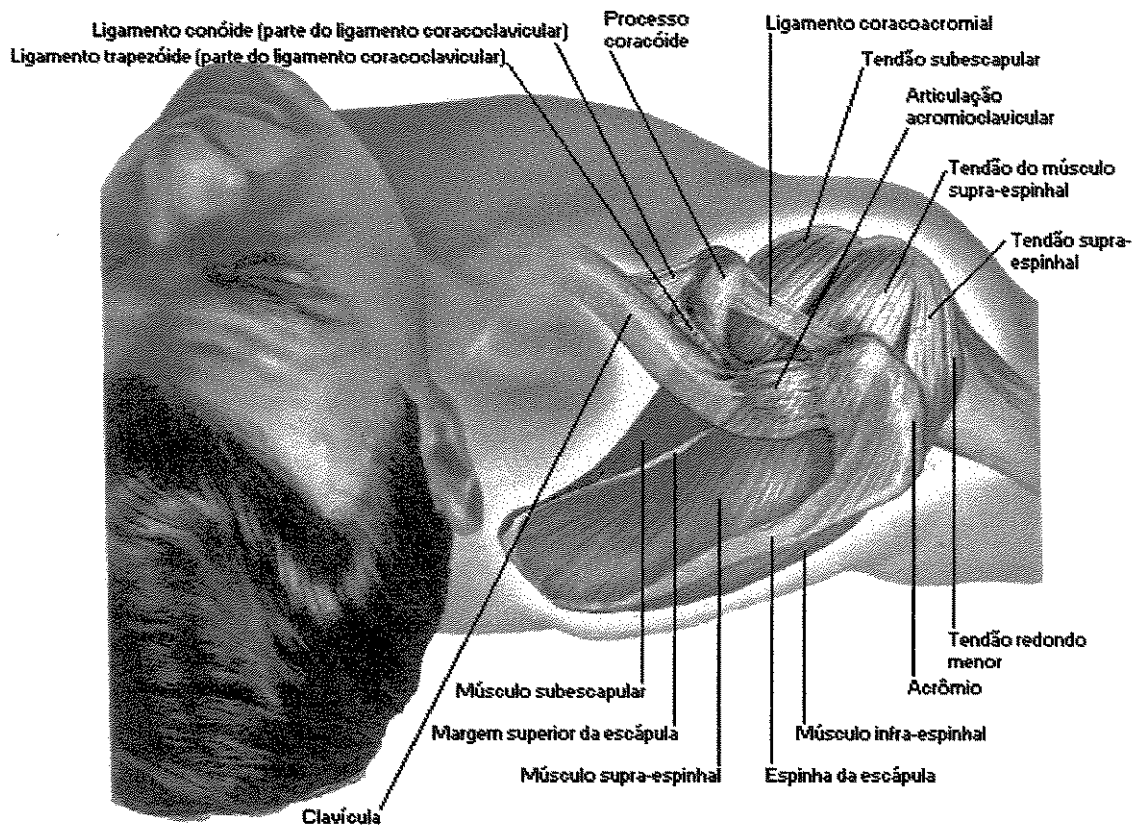
### 3.1- Características anatômicas e funcionais da articulação do ombro humano.

A articulação mais móvel encontrada no corpo humano é o complexo do ombro, que possibilita uma grande amplitude de movimentos. Esses movimentos ocorrem nas quatro articulações que compõem o complexo do ombro: a glenoumeral, do tipo esferóide, onde o movimento se dá entre a cabeça do úmero e a cavidade glenóide da escápula; a esternoclavicular, do tipo esferóide com disco articular, onde o movimento ocorre entre o manúbrio do esterno e a porção proximal da clavícula; a acromioclavicular, também esferóide com disco articular incompleto, ocorrendo o movimento entre a porção distal da clavícula e o processo acromial da escápula, e a escapulotorácica que ocorre entre a face costal da escápula com a face externa do gradio costal em nível torácico. Esta última é considerada uma falsa articulação no sentido fisiológico e não anatômico CORSO (1995).

Os movimentos desse complexo podem acontecer em uma das articulações ou envolver as quatro simultaneamente.

A combinação coordenada desses movimentos possibilita a execução de tarefas amplas e complexas, SANTOS (2001).

A articulação glenoumeral, a mais móvel deste complexo, devido à falta de restrições ósseas, é estabilizada pela cápsula articular, ligamentos glenoumerais, coracoumeral e pela atividade sincrônica dos músculos do manguito rotador e das três porções do deltóide (BIGLIANI et al., 1996). Os ligamentos glenoumerais, destacando-se o ligamento glenoumeral ântero-inferior, servem como estabilizadores estáticos, impedindo movimentos acessórios de forma excessiva nos extremos da amplitude articular (BLASIER e GOLDENBERG,1992).

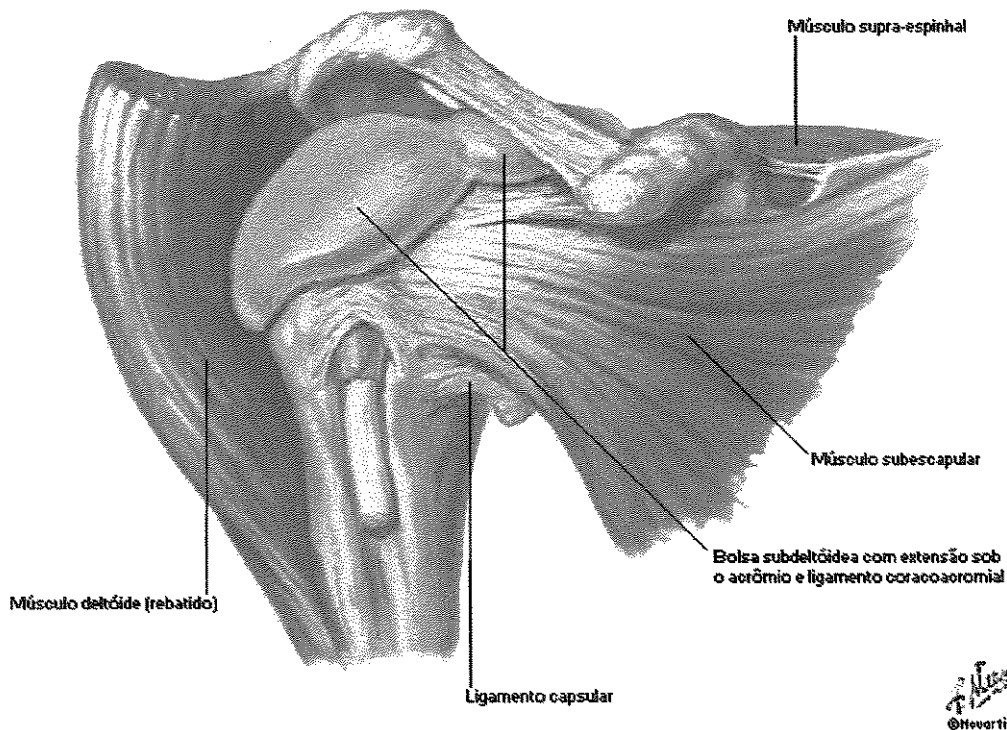


**Figura 1-** Vista superior do conjunto de músculos e seus tendões que fazem parte do manguito rotador.(adaptado de NETTER,1996) .

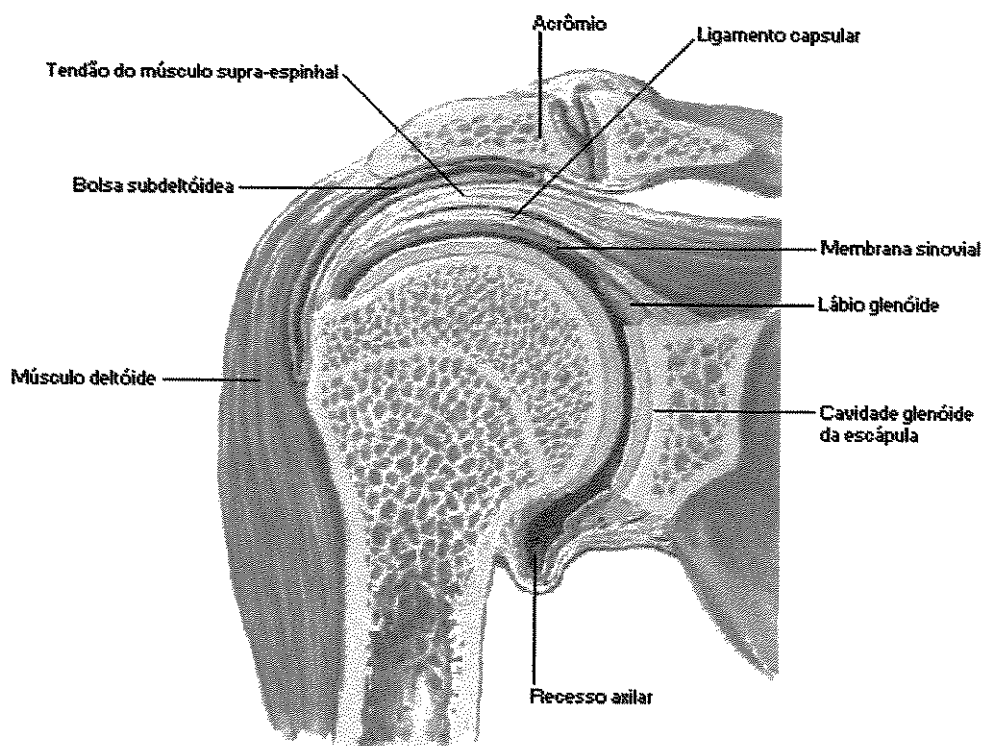


Já o manguito rotador, junto com o tendão bicipital cabeça longa, é um importante estabilizador dinâmico, impedindo a translação superior excessiva da cabeça umeral (BIGLIANI et al., 1996). O manguito rotador é composto pelos músculos supra-espinhoso, subescapular, infra-espinhoso e redondo menor.

Acima da cabeça do úmero está o arco coracoacromial (composto pelo processo coracóide, o acrômio e o ligamento coracoacromial) e o músculo deltóide. Entre a cabeça do úmero e o arco coracoacromial existe um espaço, mais precisamente um túnel por onde passam os tendões do músculo supra-espinhoso e da porção longa do bíceps. Esse último, por sua vez, é intracapsulado, inserindo-se no tubérculo supraglenoidiano, atravessando toda cabeça umeral e saindo da articulação pelo sulco bicipital. Neste espaço, existe também uma bolsa serosa subacromial e, um pouco mais distalmente, outra bolsa chamada subdeltoídea.



**Figura 2-** Esquemática mostrando o espaço subacromial, músculo supra-espinhoso, bolsa subdeltoídea com extensão sob o acrômio, músculo deltóide (rebatido) músculo subescapular.(adaptado de NETTER,1996).



**Figura 3-** Secção frontal da articulação do ombro.(adaptado de NETTER,1996).

A inervação do ombro é feita pelas raízes de C5 e C6 que vão formar o plexo braquial. Do tronco superior saem os ramos que vão inervar as estruturas do ombro (nervo axilar, subescapular e o supra-escapular).

A partir da posição ortostática, os primeiros 30 graus de movimento ocorrem na articulação glenoumeral. Esse movimento é executado principalmente pela ativação dos músculos supra-espinhoso e deltóide anterior (BASSET et al.,1990; OTTIS et al.,1994; THOMPSON, et al, 1996;). Entre 30 e 180 graus de elevação, o movimento ocorre sincronicamente entre as articulações glenoumeral e escapulotorácica, numa razão de 5:4 (POPPEN e WALKER, 1976), isto é, para cada 5 graus de movimento na articulação glenoumeral ocorrem 4 graus de movimento escapulotorácico. Durante a execução desse movimento, os músculos mais atuantes na articulação glenoumeral são: deltóide porção anterior, supra-espinhoso e bíceps. Os músculos serrátil anterior, trapézio superior e inferior atuam na articulação escapulotorácica (PAINE e VOIGHT, 1993).

### **3.2- Movimentos articulares**

Para BASMAJIAN (1980), o conhecimento da amplitude dos movimentos das articulações é importante não só para os profissionais da área da saúde mas também para os anatomistas, os educadores físicos e os engenheiros analistas dos movimentos e espaços humanos. O desenho dos assentos para os trabalhadores na indústria, as colocações para os pedais nos automóveis, o desenho dos automóveis e dos aviões para conseguir a visibilidade máxima, baseiam-se na análise das amplitudes dos movimentos das articulações do corpo humano que participam na operação das respectivas máquinas. A compreensão dos movimentos normais e anormais das articulações é a chave para o entendimento da anatomia funcional; constitui o fundamento para a prescrição inteligente de exercícios terapêuticos significativos e para saber quando se deve modificar e terminar um programa de tratamento.

Muito do trabalho fundamental sobre a avaliação das amplitudes dos movimentos articulares foi feito, desde o início deste século, por pessoas de diversas profissões. LOW, 1976; BASMAJIAN, 1980 publicaram um bom levantamento da literatura, pertinente à Fisioterapia e à Terapia Ocupacional; duas áreas que forneceram importantes estudos sobre a mobilidade articular. Muitos clínicos ao lidar com problemas que envolvem amplitudes de movimentos articulares, deixam para o fisioterapeuta o encargo de medir e de registrar as amplitudes de movimentos.

A determinação da amplitude dos movimentos articulares faz parte da preparação dos estudantes de medicina e também dos estudantes de fisioterapia.

Uma vez integrados de maneira adequada nos programas de ensino, os estudantes compreendem melhor as alterações da mobilidade articular relacionadas com a idade, a ocupação do paciente, além dos efeitos da doença e do traumatismo.

### **3.3- Instrumentos especiais**

Segundo NORKIN e WHITE (1995), os instrumentos para medir amplitudes articulares podem variar desde os complicados aparelhos usados pelos anatomistas e investigadores estudiosos da cinesiologia humana, até dispositivos simples, tendo como alguns exemplos: o prumo para medição das articulações dos ombros, artrômetro para

cotovelos, goniômetros destinados a medir uma única amplitude de movimento para uma articulação específica, como, por exemplo, os dedos das mãos, manivelas, goniômetros elétricos, etc. Entre os fisioterapeutas, o goniômetro mais comumente usado é o goniômetro universal (Anexo 1), pois apresenta algumas vantagens em relação a outros instrumentos.

TEDESCHI (2002) e MARQUES (2003) citam, em seus estudos, o fato do goniômetro ser um instrumento de fácil manuseio, baixo custo de aquisição, em que as medidas são tomadas rapidamente. Sendo constituído de um transferidor ao centro e apresentando o sistema de unidade de medida em graus ( $^{\circ}$ ) indo de  $0^{\circ}$  a  $360^{\circ}$  ou meio círculo, de  $0^{\circ}$  a  $180^{\circ}$  com os dois braços, sendo um fixo e o outro móvel que acompanha o movimento solicitado. Deve haver ainda um prolongamento nitidamente marcado, da linha de base do transferidor ao longo de todo o comprimento do braço fixo. Cada um dos braços deve ser movimentado de forma que ambos possam ser indiferentemente braço fixo ou móvel. O goniômetro pode ser confeccionado em metal, madeira, plástico: pvc ou acrílico, (BASMAJIAN, 1980; TEDESCHI, 2002).

A goniometria diz respeito ao uso de instrumentos para medir amplitude de movimento nas articulações corporais. Mensurações iniciais da amplitude de movimento proporcionam uma base para elaborar um plano de tratamento. A literatura é extensa e descreve muitos aspectos da mensuração goniométrica. Em 1914, Gifford foi provavelmente o primeiro a relatar sobre dispositivos goniométricos. Historicamente, muitos artigos descreveram e recomendaram vários instrumentos e métodos de mensuração (ANDREWS; 2000).

Para TEDESCHI (2002), existem diversos instrumentos e métodos utilizados para analisar os arcos de movimento humano, relatando as diversas confusões sobre as unidades de medidas e métodos propostos, elaborados ao longo dos anos pelos diferentes autores.

Nos estudos de ANDREWS (2000), muitas tentativas se fizeram para chegar a um sistema unificado. Em 1956, fisioterapeutas americanos tinham aprendido o método baseado na escala 0-180 $^{\circ}$ , adotado mais tarde por muitos grupos médicos. O mesmo sistema numérico foi defendido por um grande número de associações mundiais de

ortopedistas, baseado na proposta da Academia Americana de Cirurgiões Ortopédicos. Segundo esta proposta, na posição anatômica erecta de pé, as articulações encontram-se no ponto 0° do movimento; o pé faz um ângulo reto com a perna e as palmas das mãos estão voltadas para a frente. A Academia Americana de Cirurgiões Ortopédicos chama posição neutra a esta posição anatômica. O arco de movimento começa, logicamente, em 0° e progride até 180°. À medida que o movimento progride, a expressão numérica é em números positivos; quando uma articulação com extensão restrita melhora, a expressão numérica do movimento diminui. Este sistema numérico tem uma aceitação universal, sendo o mais usado por profissionais da saúde.

### **3.4- Eixo do movimento - colocação do goniômetro**

Para BASMAJIAN (1980), se colocarmos cuidadosamente o braço móvel do goniômetro paralelamente ao eixo maior do membro que se move e ao qual pertence a articulação e colocarmos o braço fixo paralelamente ao eixo maior do lado aparentemente fixo da articulação, o eixo do movimento cairá no ponto de intersecção dos dois e ficará automaticamente localizado numa posição aproximadamente correta.

Recomenda-se realizar uma inspeção preliminar das relações entre o segmento fixo e o móvel, antes da colocação do goniômetro. A academia Americana dos Cirurgiões Ortopédicos não faz referências a um eixo fixo de movimento, quando se utiliza um goniômetro universal (NORKIN e WHITE, 1995).

Estudos realizados já demonstraram a confiabilidade da mensuração goniométrica do movimento articular. Vários artigos assinalaram que a amplitude do movimento articular pode ser medida com um nível de confiabilidade de bom a excelente (GADJDOSIK e BOHANNON, 1987; ANDREWS, 2000). As mensurações das articulações das extremidades superiores são mais confiáveis que as das articulações das extremidades inferiores, e que a confiabilidade pode ser menor para diferentes articulações (BASMAJIAN, 1980; ANDREWS, 2000).

A confiabilidade em relação ao mesmo examinador parece ser mais alta que a confiabilidade entre examinadores diferentes (BASMAJIAN, 1980; EKSTRUAND et al., 1982; MAYERSON e MILANO, 1984; ANDREWS, 2000).

Estudos de NORKIN e WHITE (1995) relataram o erro das mensurações goniométricas para cada articulação. BOONE et al., 1987, afirmaram que o mesmo examinador deveria realizar as mensurações goniométricas no indivíduo, quando estão sendo avaliados os efeitos do tratamento.

### **3.5- Sistema óptico de captura do movimento.**

Entre os sistemas de captura do movimento humano, o sistema óptico, também conhecido como “Motion Capture (MC)” é amplamente utilizado para essa finalidade.

Os sistemas de MC geram para o computador informações que representam as medidas físicas do movimento capturado (LUNDBERG, 1996; SILVA, ([s.d.]). Alguns sistemas utilizam marcadores reflexivos posicionados nas articulações, são refletores que, iluminados por flashes sincronizados de luz infravermelha, (LED’S-light emitting diodes) são capturados por uma ou mais câmeras.

As câmeras de alta resolução e os programas de última geração são os principais responsáveis pelo preço elevado desses sistemas de capturas, que proporcionam uma grande contribuição para a avaliação da marcha e programas de reabilitação física, testando a avaliação de órteses e próteses dos membros inferiores.

O sistema também pode ser utilizado no pré e pós-operatório, para verificar inabilidades funcionais, causadas por doenças neurológicas e movimentos normais ou patológicos do tronco, dos membros superiores e inferiores (SARTOR et al., 1999; WHITTLE e LEVINE, 1999; MASSO e GORTON III, 2000), ou também para analisar parâmetros ergonômicos, incluindo posturas corporais, como se observa na Figura 4.



**Figura 4** – Avaliação do movimento pelo sistema óptico de captura, para análise da marcha e parâmetros ergonômicos.

Estes sistemas de captura são ferramentas importantes que permitem a sua utilização sincronizada com outros tipos de instrumentos, como por exemplo, o uso de plataforma de força, eletromiografia e palmilhas sensorizadas, durante a marcha de indivíduos normais ou com patologias.

Uma das vantagens da utilização de sistemas ópticos é a alta taxa de amostragem, que permite a captura de movimentos rápidos. A taxa de amostragem depende basicamente da capacidade de definição das câmeras utilizadas no processo. Quanto maior resoluções tiverem as câmeras, maior será a taxa de amostragem. Taxas de amostragem de até 200 quadros/segundos são conseguidas neste processo, quando se utilizam câmeras especiais de alta resolução e velocidade. A grande desvantagem dos sistemas ópticos é a oclusão de um ou mais marcadores durante o processo de captura dos movimentos.

Este tipo de problema é mais freqüente durante a captura de movimentos em que tenham muitos marcadores refletivos próximos como, por exemplo, as articulações dos dedos das mãos. Neste caso, a recuperação da posição 3D do marcador pode ser impossível, o que compromete todo o processo de captura e análise dos resultados. Este tipo de problema de oclusão pode ser minimizado com a utilização de um maior número de câmeras e de marcadores. Este fato é diretamente influenciado pela resolução das câmeras, sendo que as de maior resolução conseguem identificar melhor marcadores que estão muito próximos. (LUNDBERG, 1996; SILVA, [s.d.]).

## *4- MATERIAL E MÉTODOS*



#### 4.1- Tipo de estudo e casuística

Neste estudo foram avaliados 17 indivíduos, todos fisioterapeutas voluntários: oito do sexo masculino e nove do sexo feminino (média de idade 22.65 (DP.0.70) anos, (média de altura:1.74 (DP. 0,07) m. (Peso 69.35 (DP.11.34) kg. Recrutados do curso de pós-graduação, modalidade especialização em Ortopedia e Traumatologia da FCM/HC/Unicamp. Todos saudáveis e sem disfunção músculoesquelética, dores ou qualquer comprometimento do movimento articular da abdução do ombro. Foram excluído deste estudo, os indivíduos que apresentaram hiperextensão do cotovelo ou ângulo de carregamento maior que 15° ( Apêndice 1).

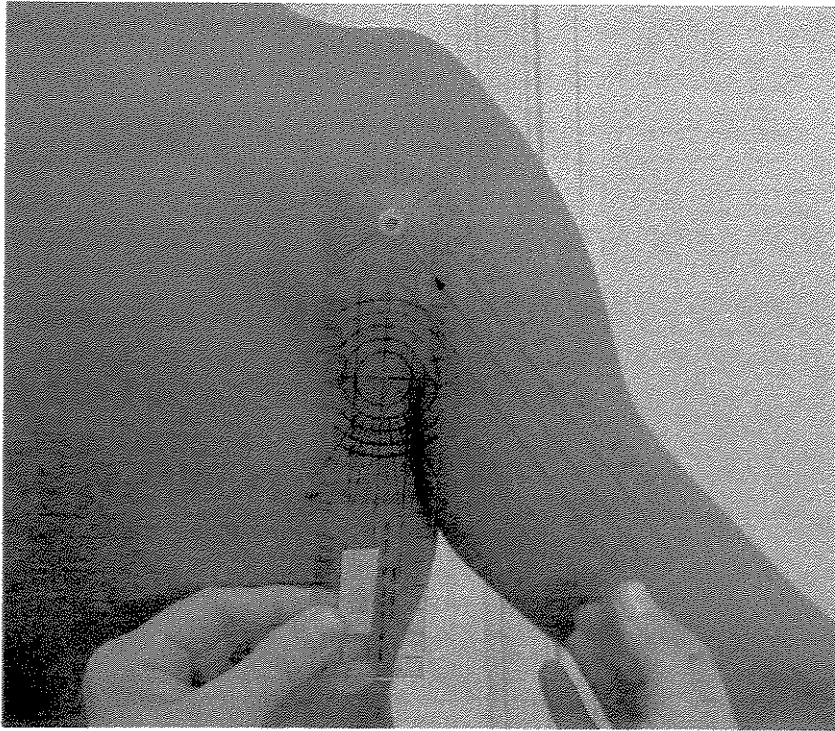
Um examinador convidado e outro responsável pelo estudo, ambos fisioterapeutas, com tempo superior a dez anos de exercício na profissão, chamados neste estudo de examinador 1 e 2 , receberam treinamento para realizar a goniometria do ombro. Para essas medidas foram utilizados um goniômetro universal da marca comercial @carci, de plástico transparente, com os dois braços medindo 20 cm de comprimento e com ângulo de 180° entre eles.

Os examinadores quantificaram em graus o movimento de abdução do ombro, segundo o modelo proposto por TAMAKI et al., 1999 e MARQUES, 2003. Com os braços do goniômetro em duas posições: aberto e fechado (Figuras 5 e 6).

Para verificar a possibilidade de aplicação do sistema óptico de captura, que foi o segundo objetivo deste estudo, foram avaliados quatro pacientes com patologias do ombro, sendo um paciente no pós-operatório de reconstrução do manguito rotador e três pacientes com fratura em tuberosidade do úmero, em distintas fases do tratamento fisioterapêutico. Este estudo obteve a aprovação e consentimento do Conselho de Ética e Pesquisa da Faculdade de Ciências Médicas - Unicamp.

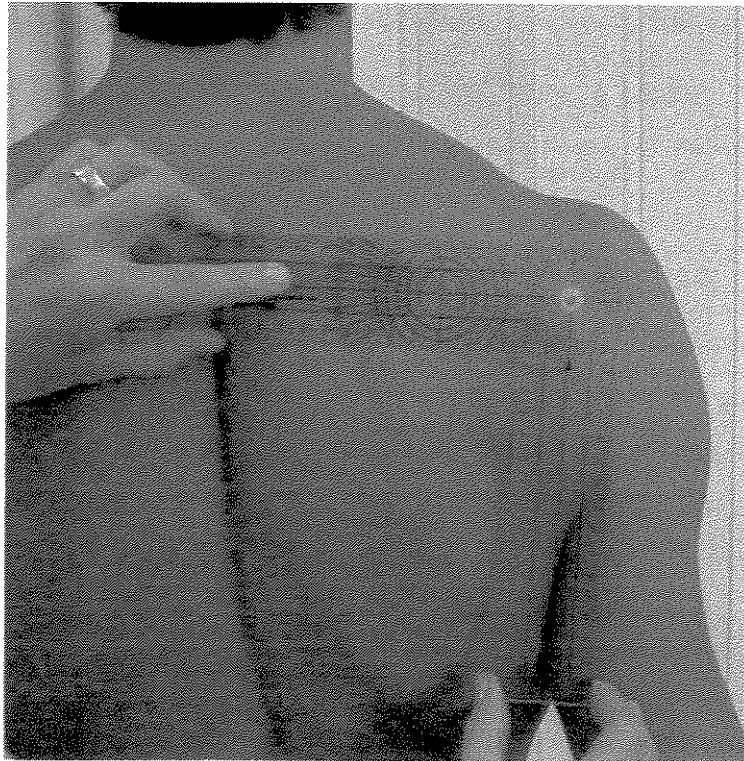
#### 4.2- Colocação do goniômetro

Com o goniômetro fechado, os pontos de referências foram: braço fixo do goniômetro - paralelo à coluna vertebral, na face lateral do hemicorpo, isto é na linha axilar posterior, braço móvel na face posterior do braço, paralelamente à linha média posterior, em direção ao olecrano. O fulcro do goniômetro na direção do acrômio (MARQUES, 2003).



**Figura 5** – Posicionamento do goniômetro universal, para realizar a goniometria método fechado.

Utilizamos também as medidas com os braços do goniômetro aberto, sendo pontos de referência: goniômetro situado lateralmente ao ângulo superior da escápula, fulcro em direção ao acrômio; braço fixo do goniômetro direcionado ao ângulo superior da escápula contralateral e estabilizado durante o movimento. O braço móvel do goniômetro será colocado na face posterior do braço, paralelo à linha média, em direção ao olécrano acompanhando o braço no movimento (TAMAKI et al., 1999).



**Figura 6** - Posicionamento do goniômetro universal, para realizar a goniometria método aberto.

O presente estudo foi conduzido em duas fases em relação à goniometria. A primeira fase foi realizada, inicialmente, para uniformizar o método e obter uma padronização entre os examinadores.

Foram treinados os seguintes procedimentos:

- a- Técnica de palpação nos pontos anatômicos adequados, leitura e alinhamento do goniômetro com esses pontos.
- b- Foi solicitado ao indivíduo examinado que realizasse o movimento de abdução do ombro ativamente, elevando o braço direito até a altura do próprio ombro, o polegar foi orientado na direção do movimento, com a palma da mão voltada para diante.
- c- O indivíduo examinado ficou em pé, posicionando-se sobre uma marca no chão denominada “posição nominal dos pés” e com as costas voltadas para o examinador, ficando a região examinada desnuda. Com uma caneta realizou-se a marcação na região do cotovelo, na saliência do olécrano para direcionar o braço móvel do goniômetro, durante a abdução do ombro.

Os examinadores 1, 2 realizaram as seqüências com o goniômetro aberto e fechado em salas separadas e registraram essas medidas em uma folha de papel.

Os examinadores repetiram as medidas três vezes para cada indivíduo. Nas medidas com o goniômetro fechado e aberto foi determinada a acurácia, que mede a exatidão do sistema ou conformidade com o padrão estabelecido, que neste estudo foi de 1.5° (grau), para examinadores 1 e 2.

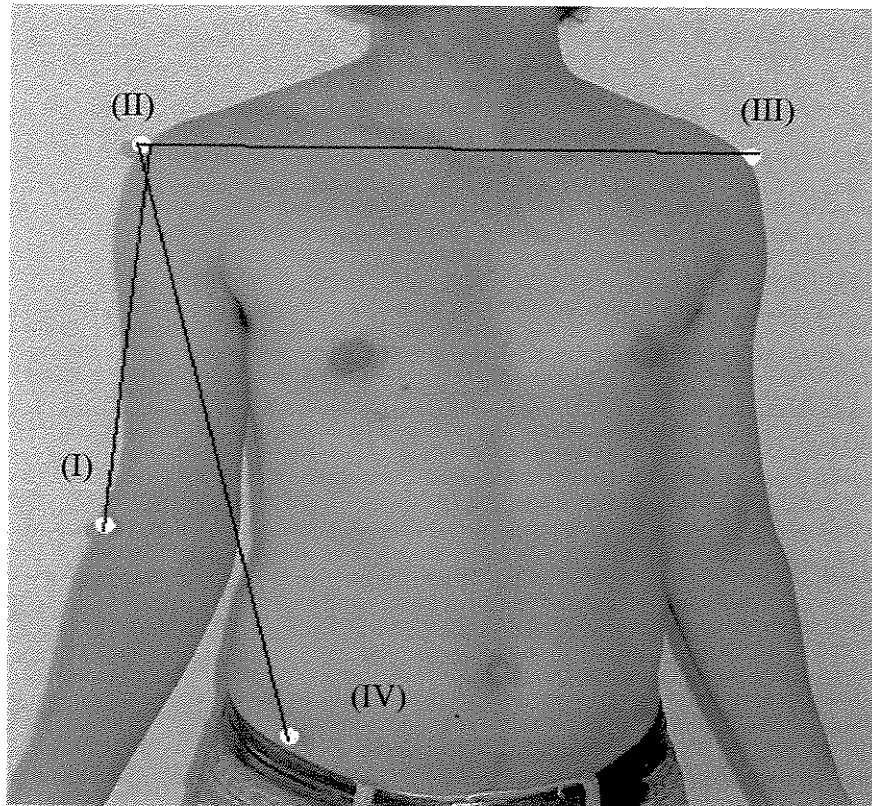
Participaram desse estudo inicial dez indivíduos que foram avaliados, independentemente pelos dois examinadores e não foram incluídos entre os 17 indivíduos voluntários examinados.

A segunda fase deste estudo envolveu 17 indivíduos voluntários, cujas medidas goniométricas realizadas foram as mesmas do protocolo de estudo inicial. As medidas nesses indivíduos foram coletadas uma vez por semana, no mesmo horário, durante quatro

semanas. Logo após a goniometria, os respectivos examinadores prepararam seus voluntários, colocando marcadores reflexivos de superfície na pele, em pontos de referência anatômica pré-determinada, Figura 7, para ser realizada a captura do movimento pelo sistema óptico Qualisys.

Este estudo baseou-se na mensuração do movimento por meio de goniometria e de sistema óptico de captura do movimento.

#### 4.3- Posição dos marcadores



**Figura 7** - Marcadores reflexivos colocados em regiões anatômicas do acrômio direito (II) e esquerdo (III). Face lateral da interlinha articular do cotovelo D (I) e espinha ilíaca ântero- superior direita (IV).

Foram utilizados quatro marcadores reflexivos de pele com 13mm de diâmetro, colocados em:

- Superfície anterior do acrômio (direito e esquerdo):

Apalpar a borda anterior e posterior do acrômio, aplicando o marcador no meio entre as duas bordas.

- Face lateral interlinha articular do cotovelo direito:

Apalpar os côndilos umeral medial e lateral com o cotovelo em flexão. No epicôndilo lateral, aproximadamente dois dedos acima caminhando para a interlinha articular do cotovelo, colocar o marcador.

- Espinha íliaca ântero – superior direita:

Seguir a crista íliaca anterior até a espinha íliaca e fixar o marcador.

O ângulo de abdução do ombro foi definido como resultado de uma intersecção de duas retas e quantificado, utilizando as coordenadas tridimensionais (3D) dos marcadores.

#### **4.4- Goniometria e o sistema óptico de captura**

A coleta de dados para este trabalho foi realizada no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Departamento de Ortopedia e Traumatologia FCM/ Unicamp.

A avaliação do sistema óptico (câmeras) e as medidas goniométricas foram descritas da seguinte maneira:

Os quatro primeiros movimentos de abdução, realizados pelo indivíduo e analisados pelo sistema de câmeras, foram denominados de M1, primeiro movimento, M2, segundo movimento, M3, terceiro movimento e M4, o quarto movimento. Eles foram repetidos três vezes para cada indivíduo, sendo considerada a média entre eles (Apêndice 2)

Na avaliação interexaminadores no mesmo método, foram utilizadas as seguintes informações:

Goniometria método fechado do examinador 1 comparado com a goniometria fechado do examinador 2

Goniometria método aberto do examinador 1 comparado com a goniometria aberto examinador 2

Sistema óptico (câmeras) M1, M2, M3, M4 do examinador 1 comparado com M1,M2,M3,M4 do examinador 2 .

Na avaliação intra-examinadores no mesmo método foram utilizadas as seguintes informações:

-Goniometria método fechado do examinador 1 comparado com a goniometria método aberto do examinador 1.

Sistema de câmeras M1 do examinador 1 comparado com M2 do examinador 1

Sistema de Câmeras M1 do examinador 1 comparado com M3 do examinador 1

Sistema de Câmeras M1 do examinador 1 comparado com M4 do examinador 1

Sistema de Câmeras M2 do examinador 1 comparado com M3 do examinador 1

Sistema de Câmeras M2 do examinador 1 comparado com M4 do examinador 1

Sistema de Câmeras M3 do examinador 1 comparado com M4 do examinador 1

-Goniometria método fechado do examinador 2 comparado com goniometria método aberto do examinador 2.

Sistema de câmeras M1 do examinador 2 comparado com M2 do examinador 2

Sistema de câmeras M1 do examinador 2 comparado com M3 do examinador 2

Sistema de câmeras M1 do examinador 2 comparado com M4 do examinador 2

Sistema de câmeras M2 do examinador 2 comparado com M3 do examinador 2

Sistema de câmeras M2 do examinador 2 comparado com M4 do examinador 2

Sistema de câmeras M3 do examinador 2 comparado com M4 do examinador 2

Para verificar a aplicação do sistema óptico, utilizamos a coleta de dados dos mesmos 17 indivíduos voluntários saudáveis, avaliados pelo sistema de câmeras e, para fins estatísticos utilizamos os dados do examinador 2 e comparamos com quatro indivíduos com patologias do ombro.



#### 4.5- Protocolo experimental

O protocolo experimental utilizado neste estudo pode ser representado da seguinte maneira:

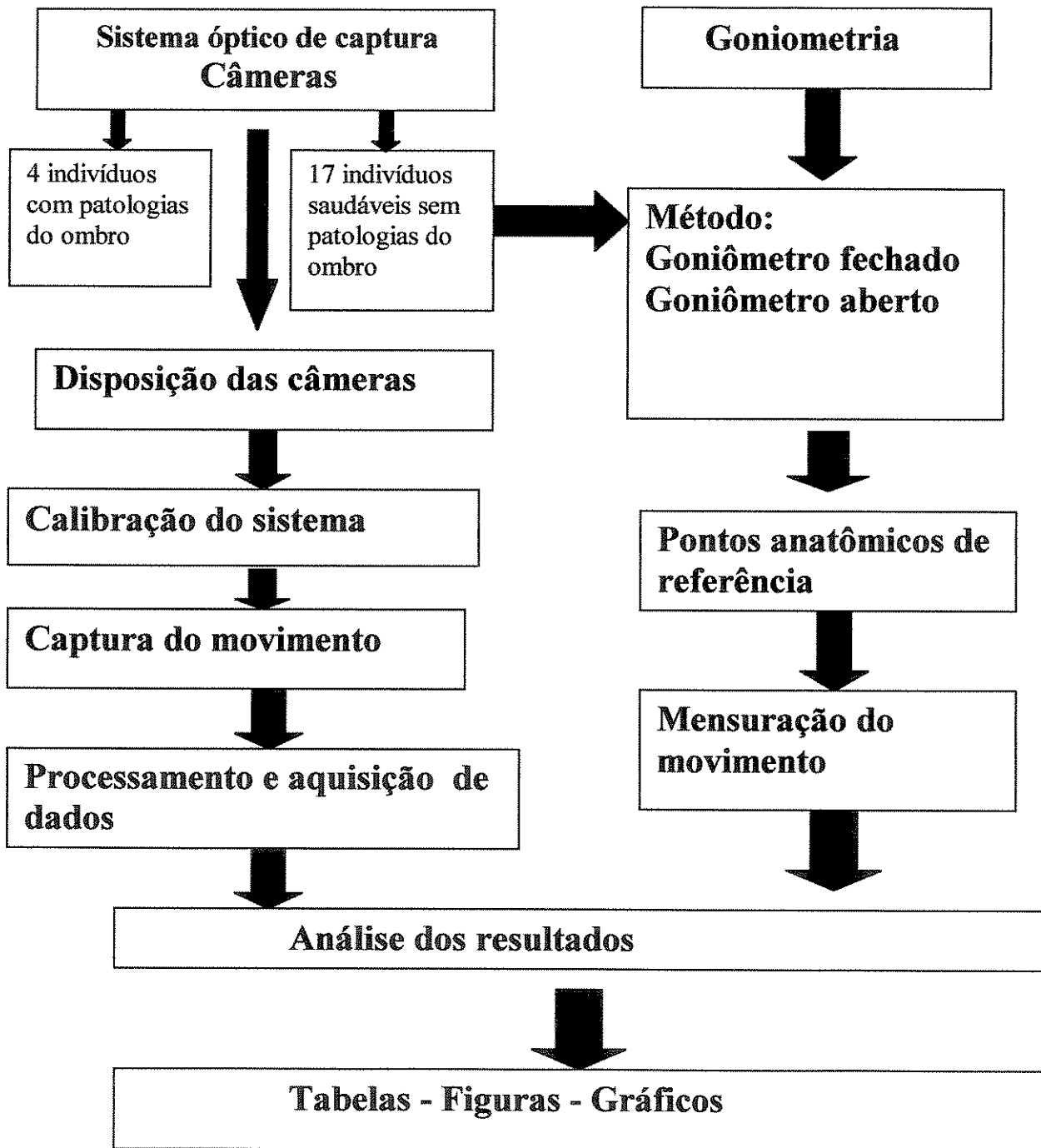
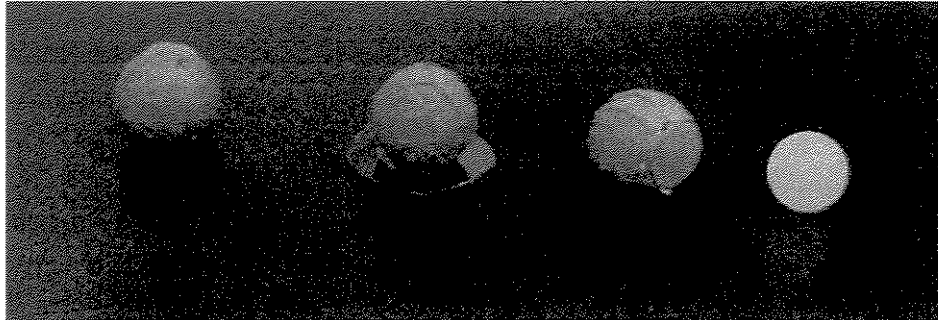


Figura 8 - Protocolo experimental

#### 4.6- Preparação do ambiente

Os marcadores utilizados foram especialmente confeccionados para este estudo Figura 9, consistindo-se em esferas de material plástico (náilon –poliamida) de 13 mm de diâmetro. Eles foram revestidos de fita adesiva de material retrorreflexivo para que refletissem a luz.



**Figura 9** – Marcadores reflexivos, esfera de náilon-poliamida revestida de fita adesiva retrorreflexivo.

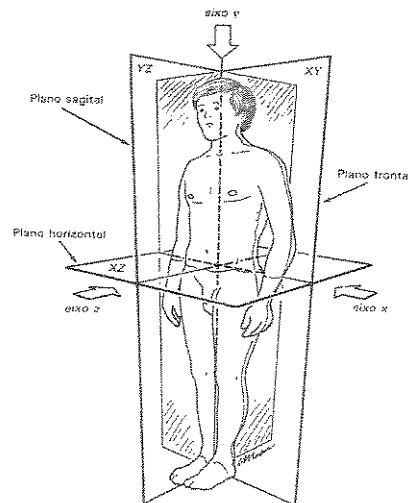
Cada marcador esférico foi lixado para formar uma base que propiciasse aderência e foi colado sobre uma base de material plástico flexível, para moldar-se à superfície do corpo; a fixação foi feita com fita dupla face nos lugares anatômicos já definidos.

##### 4.6.1- Planos e eixos

É importante observar que os músculos esqueléticos estão arranjados de tal forma no corpo humano, que só podem produzir movimentos de segmentos ao redor dos eixos das articulações do esqueleto. Para realizar a descrição destes movimentos há uma padronização que define um conjunto de três planos e eixos, de referência no ser humano. Tais planos e eixos são definidos em relação à posição anatômica, que coloca o corpo ereto,

em uma superfície horizontal, com os pés unidos, membros superiores pendentes ao lado do corpo com as palmas das mãos voltadas para a frente LEHMKUHL e SMITH (1987). Os três planos são perpendiculares entre si. O plano sagital é posicionado na direção ântero-posterior e divide o corpo em duas metades simétricas: à esquerda e à direita. O plano transversal é um plano horizontal que passa através do corpo, dividindo-o em uma parte superior (cranial) e uma inferior (caudal). O plano coronal ou frontal divide o corpo nas partes anterior (ventral) e posterior (dorsal). Os três eixos formados pela intersecção dos planos são: ântero-posterior (intersecção dos planos sagital e transversal) longitudinal (intersecção dos planos sagital e frontal) e lateral-medial ou frontal (intersecção dos planos frontal e transversal) Figura 10.

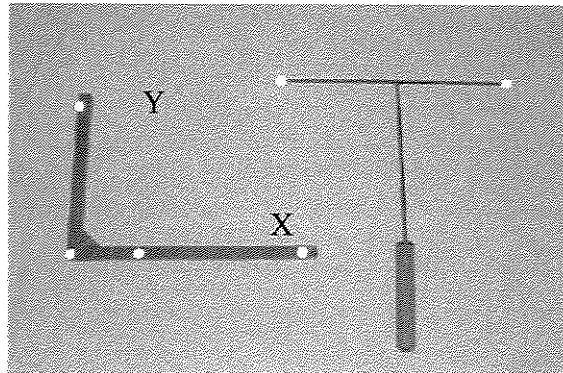
No plano sagital ocorrem os movimentos de flexão e extensão, no coronal ocorrem os movimentos de abdução e adução, no transversal ocorrem os movimentos em torno do eixo longitudinal do osso, como a rotação médio – lateral.



**Figura 10** – Os três planos e eixos cardinais do corpo ereto e relaxado, adaptado de LEHMKUHL e SMITH, 1987.

#### 4.6.2- Calibração

O marcador no vértice da estrutura em “L”, Figura 11, que contém os quatro marcadores estáticos, representa a origem do sistema de coordenadas global, o eixo Y com dois marcadores é perpendicular ao plano frontal, com variação positiva no sentido pósterio- anterior; o eixo X com três marcadores é perpendicular ao plano sagital, e possui variação positiva no sentido médio-lateral; o eixo Z é perpendicular ao plano transversal com variação positiva no sentido distal-proximal.

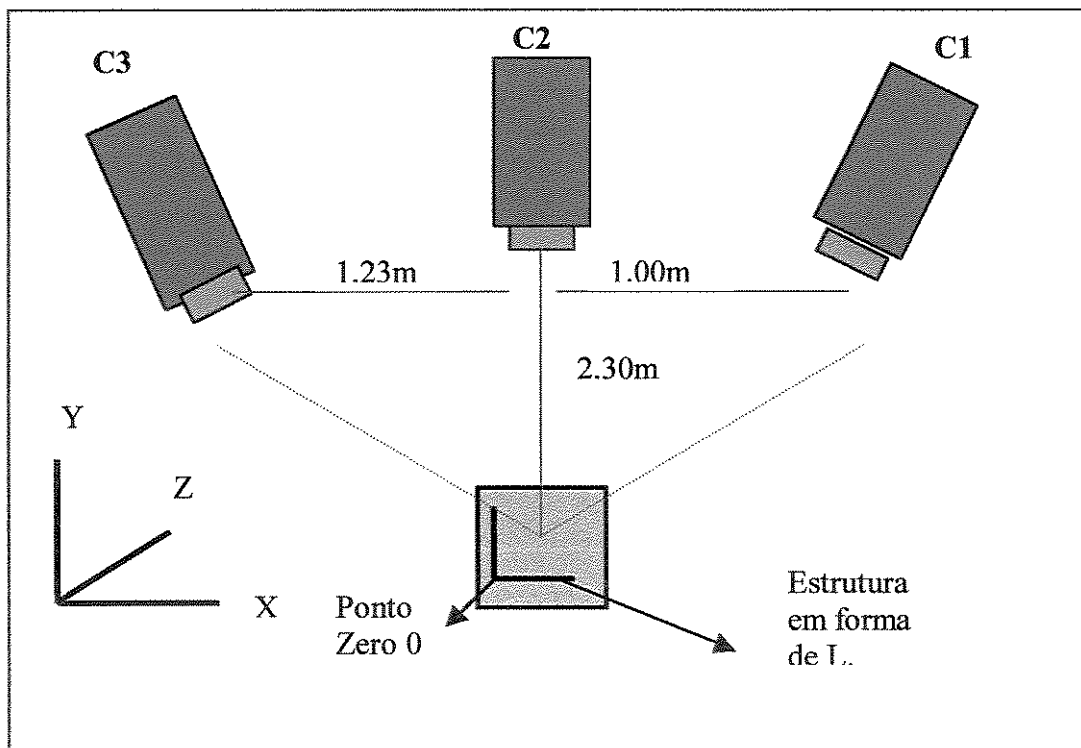


**Figura 11** - Estrutura em “L”, representando o sistema de coordenadas utilizadas neste estudo e o bastão em “T”, chamado de corpo de prova, é usado para a calibração do volume.

O segmento Y da estrutura em “L”, com dois marcadores possui 200 mm de centro a centro das esferas e o segmento X possui três marcadores. Da origem até o final do segmento há a distância de 300 mm. O marcador intermediário 90 mm da origem do segmento até o centro da esfera. Para realizar a calibração, a estrutura em “L” foi colocada sobre uma mesa de 0,60 cm de altura, justamente para cobrir o volume a partir da altura do marcador do quadril nos indivíduos analisados. Os dois marcadores do corpo de prova, usados para varrer o volume de calibração, são fixos na extremidade do bastão com 310 mm de distância, de centro a centro das esferas.

Na calibração, foi utilizada a coleta das posições bidimensionais dos quatro marcadores estáticos do segmento em “L”, e do par de marcadores em movimento, varrendo o volume da calibração. A acurácia foi de 0,6 mm, representando a exatidão do sistema dado pela distância entre os marcadores do corpo de prova, movendo-se dentro do volume de calibração (RICHARDS, 1999). Assim, com base no sistema de referência definido, é possível descrever a posição dos marcadores.

#### 4.6.3- Configuração das câmeras para calibração e captura do movimento:



**Figura 12** – Disposição das câmeras e a distância entre elas, seguindo a orientação do sistema de referência.(X,Y, Z).A estrutura em L foi colocada sobre uma mesa de 0,60 cm de altura

Três câmeras de vídeo realizaram a captura do movimento, Figura 12. As câmeras Pro Reflex MCU do sistema Qualisys contêm emissores luminosos (*leds-light emitting diodes*) que iluminam com seus “leds” emissores de luz, na faixa do infravermelho, os marcadores reflexivos (Anexo 2).

Durante a captura, pulsos de luz são emitidos das câmeras, iluminando os marcadores reflexivos, colocados sobre a pele do indivíduo, sendo que cada câmera capta uma imagem e define por sua vez as coordenadas bidimensionais relativas àquela câmera, enviando-as a seguir ao computador. Uma vez coletado o movimento bidimensional (2D) de todas as câmeras, foi necessário processar os dados obtidos na calibração para o programa calcular as coordenadas tridimensionais (3D) de cada marcador.

O cálculo das coordenadas tridimensionais requer parâmetros externos de câmeras, como localização e orientação, que são obtidos através do processo de calibração. Foi necessário estabelecer referências para a colocação das câmeras, para garantir a reprodutibilidade do exame, pois o laboratório necessitou de nova montagem a cada dia de avaliação. As câmeras de vídeo foram posicionadas nos tripés e direcionadas de modo a cobrir o volume mensurado. O indivíduo avaliado foi posicionado de frente para as câmeras. As alturas das câmeras estão dispostas no Quadro 1.

**Quadro 1 - Altura das câmeras nos tripés**

<b>Câmeras</b>	<b>Altura (cm chão até a base)</b>
Câmera 1	1.25 cm
Câmera 2	1.22 cm
Câmera 3	1.26 cm

Para representar o volume a ser calibrado, foi destinado para a execução do movimento: 800 mm em direção ao movimento (+) e 800 mm contrário ao movimento (-), Quadro 2.

**Quadro 2-** Representação do volume de calibração.

<b>Limite</b>	<b>X</b>	<b>Y</b>	<b>Z</b>
1	800	600	800
2	800	800	900

#### 4.6.4- Captura dos movimentos

Após a calibração, iniciou-se o processo de captura do movimento.

O indivíduo posicionou-se de pé, em frente às câmeras, com os respectivos marcadores dentro do volume calibrado. Foi solicitado a realizar abdução do ombro unilateral em movimentos contínuos.

Os dados da captura foram coletados, utilizando o programa "Qtrac" versão 2.53, que permitiu selecionar parâmetros da aquisição, tais como: tempo de aquisição e frequência de amostragem e também visualizar e salvar os dados. A frequência de amostragem foi de 60 HZ e o tempo de aquisição de 16 segundos.

#### 4.6.5- Obtenção das coordenadas dos marcadores (software Qtrac)

"Tracking" é o termo usado para a obtenção automática das coordenadas dos marcadores. Uma vez coletado o movimento em 2D de todas as câmeras, foi necessário processá-los juntamente com os dados obtidos no processo de calibração para calcular a posição ou as coordenadas 3D dos marcadores.

O processo combinou os quadros 2D das câmeras, para então, calcular as suas respectivas coordenadas. Feito isso para um quadro (“frames”) o processo procurou o mesmo marcador nos quadros subseqüentes. Com o marcador sendo encontrado em diversos quadros, deu-se origem a um segmento para esse marcador, mostrando a sua trajetória no tempo. No software “*Qtrac*”, usado com o propósito de reconstruir a trajetória dos marcadores, dois parâmetros do “Tracking” são importantes para conduzir o processamento dos dados 2D para a reconstrução em 3D. São eles: erro de predição e o resíduo máximo.

No erro de predição, o sistema utiliza um “buffer” (4-10 “frames”) de posições anteriores de um marcador para prever a sua localização no próximo quadro. Como não se sabe *a priori* a trajetória do marcador, o sistema faz uma “previsão” da próxima posição do marcador, através de uma equação matemática.

Este parâmetro define a margem de erro, segundo o qual, a posição do marcador pode desviar da posição matemática calculada, ou seja, a distância máxima que um ponto 3D pode estar do seu valor previsto, para ser considerado como pertencente ao segmento analisado. Esse parâmetro define, portanto, um volume em que o sistema deverá procurar pelo marcador a partir da posição calculada. A melhor definição para o erro de predição dependerá das distâncias entre os marcadores durante a medida.

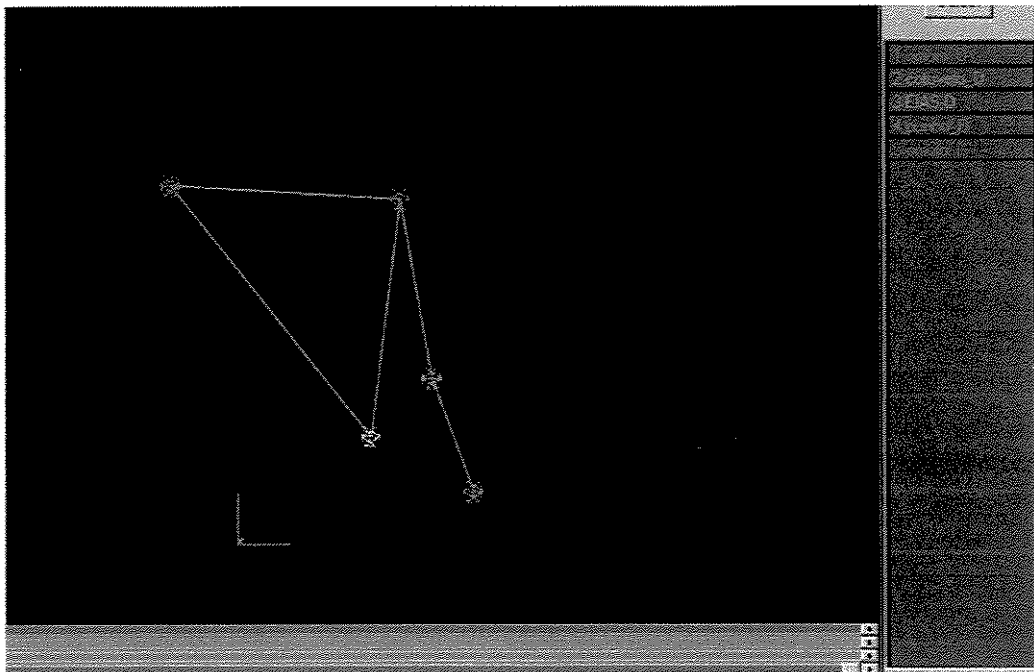
Se o erro de predição for definido com um valor maior que distância entre marcadores, poderá existir a possibilidade de cruzamento entre trajetórias de marcadores diferentes. Por outro lado, se o valor for muito pequeno, irá resultar em muitas quebras de segmento, dificultando a identificação do marcador. O valor do erro de predição usado para o processamento dos dados neste trabalho foi de 30 mm.

O resíduo é a distância que o valor calculado para uma câmera difere do valor tridimensional calculado, sendo que o valor das coordenadas 3D será a média dos valores que melhor se ajusta a todas as câmeras. Portanto, o resíduo máximo define um limite na distância, que qualquer ponto pode ter em relação à sua posição final. Um valor alto tende a produzir segmentos falsos e diminuir a precisão do sistema, enquanto que valores baixos tendem a gerar marcadores fantasmas, quebras excessivas e “gaps” (saltos). O valor do



resíduo máximo, normalmente, fica entre 2 e 5 vezes o valor do resíduo médio, obtido durante a calibração. O valor do resíduo é utilizado juntamente com o valor do erro de predição no cálculo das trajetórias tridimensionais dos marcadores. O valor do resíduo máximo adotado para o processamento dos dados neste trabalho foi de 10 mm.

Após o ‘tracking’ dos marcadores podemos, então, visualizar os marcadores no programa “Qtrac View” Figura 13, identificando cada marcador com nomes para melhorar a organização dos dados para exportação e análise no “software Qtools.”



**Figura 13** - Arquivo resultante do processo de reconstrução pelo “software Qtrac e Qview”, permitindo a análise do movimento do membro superior.

#### 4.7- Processamento dos dados

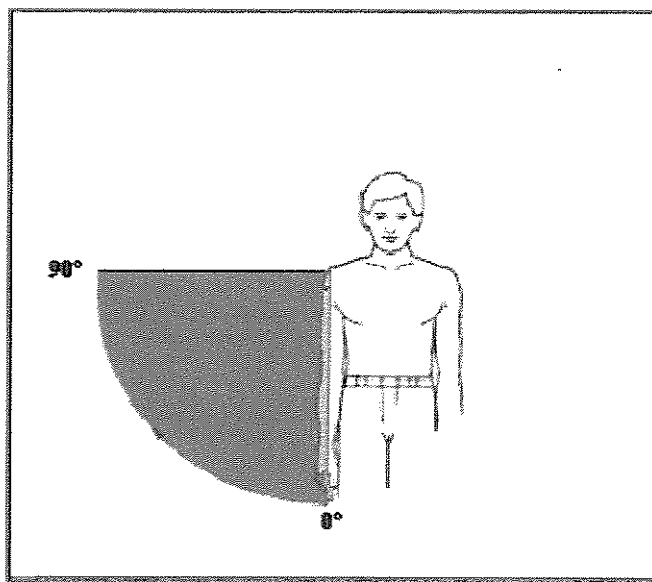
Gerenciados pelo programa “Qtools”, os números do quadro 3 representam as coordenadas tridimensionais dos marcadores, e indicam a trajetória de cada marcador em relação aos eixos definidos na calibração.

**Quadro 3** – Representa a trajetória dos marcadores I e II .

Câmera 1			Câmera 2		
Marcador I			Marcador II		
Valor X	Valor Y	Valor Z	Valor X	Valor Y	Valor Z
348.51	138.12001	356.19	206.19	35.040001	328.56
349.02	137.61	359.49002	205.29001	35.190002	328.29
349.59	136.98001	363.03003	204.3	35.190002	328.05
350.28	136.23001	366.60001	203.16	35.400002	327.75
351.00	135.39	370.38	202.14001	35.820000	327.42
351.84	134.58	374.40002	201.24001	36.420002	327.12
352.80	133.71001	378.84003	200.46001	37.410000	326.82
354.00	132.84001	383.70001	199.65001	38.370003	326.49
355.50	132.12001	389.04001	198.96001	39.600002	326.13
357.24	131.49001	394.77002	198.33	41.040001	325.71
359.31	131.07001	401.10001	197.76001	42.690002	325.29
361.65	130.71001	407.88	197.22	44.610001	324.93
364.38	130.5	415.11002	196.74001	46.860001	324.54
367.41	130.35001	423.00003	196.35001	49.410004	324.09
370.92	130.41	431.37003	196.02	52.380001	323.64

Marcadores I e II representados no eixo X,Y, Z.

Considerou-se neste estudo, como valores máximos da trajetória dos marcadores, a posição neutra adução ( $0^{\circ}$ ), e o pico do ângulo máximo, a abdução do movimento do ombro, como observamos na FIGURA 14.



**Figura 14** - Representando o movimento analisado do ombro

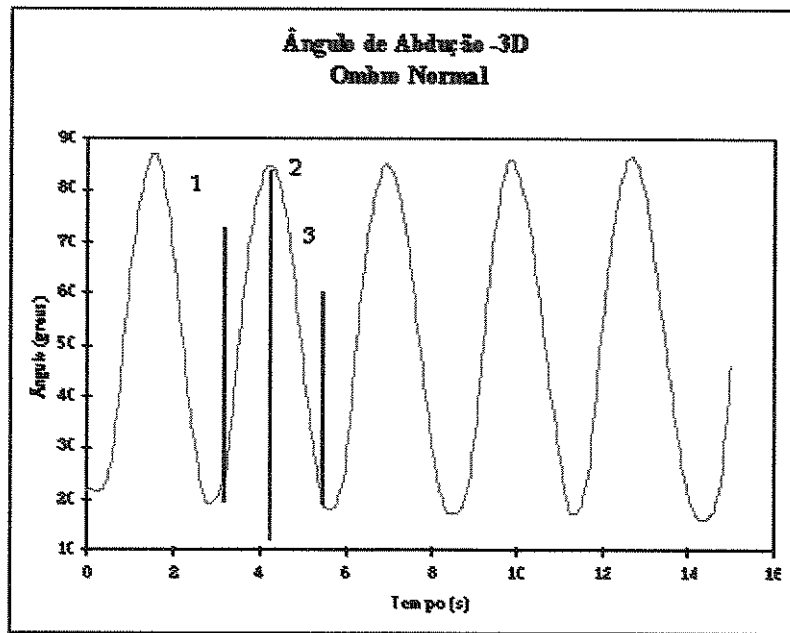


Figura 15 - Gráfico representando a trajetória dos marcadores, I, II e II, IV no movimento de abdução do ombro normal, sendo 1 o início da abdução, 2 abdução e 3 adução do ombro.

## *5- RESULTADOS*

Neste capítulo serão apresentados os resultados estatísticos obtidos para a goniometria e o sistema de câmeras. Calculou-se a média e o desvio padrão, valor mínimo, mediana e máximo para cada método e examinador (Tabela 1).

**Tabela 1** - Medidas de posição e dispersão das avaliações em cada método e examinador

Variável	N	Média	Desvio -padrão	Mínimo	Mediana	Máximo
FECHADO1	17	92.00	5.26	85.00	92.00	106.00
FECHADO2	17	92.88	5.74	82.00	93.00	108.00
ABERTO1	17	88.76	5.11	77.00	90.00	98.00
ABERTO2	17	91.82	6.00	80.00	92.00	104.00
M11	17	89.89	6.89	74.40	90.20	107.20
M12	17	91.61	5.14	84.40	91.30	106.40
M21	17	90.00	6.59	75.00	89.35	105.30
M22	17	91.74	4.79	85.60	92.35	104.70
M31	17	90.05	6.85	74.40	89.10	105.90
M32	17	92.18	4.56	86.30	92.60	104.00
M41	17	90.16	6.45	75.50	88.30	105.30
M42	17	92.28	4.69	87.50	90.70	105.10

Sendo 1, examinador 1 e 2, examinador 2. M11; primeiro movimento do examinador 1. M12, primeiro movimento do examinador 2. M2,M3,M4 representa o segundo,terceiro e quarto movimento do examinador 1 e 2.

### 5.1- Consistência interexaminadores no mesmo método

Para verificar a consistência interexaminadores no mesmo método (Tabela 2) foi utilizado o coeficiente de correlação de Pearson para as medidas com goniômetro fechado, aberto e o sistema de câmeras.

O coeficiente de correlação linear de Pearson quantifica o relacionamento entre duas variáveis, denotada por  $r$ . Definimos a proposta para esse trabalho de acordo com os seguintes critérios:

Insatisfatório quando o coeficiente de correlação apresenta valor menor que 0.55, moderado de 0.55 a 0.64; bom entre 0.65 a 0.76, excelente quando é maior que 0.77.(CICCHETTE e SPARROW, 1981; MIOR et al., 1996; FERREIRA e DELFINO, 2001).

**Tabela 2** - Correlação entre as medidas interexaminadores considerando  $p < 0,05$ . O nível de significância adotado foi de 5%. Sendo fechado 1,examinador 1 e fechado 2 ,examinador 2.

Medida	Coeficiente	p-valor	Figura
FECHADO 1 X FECHADO 2	0.44101	0.0764	16
ABERTO 1 X ABERTO 2	0.61447	0.0087	17
M 1 1 X M 1 2	0.70141	0.0017	18
M 2 1 X M 2 2	0.62781	0.0070	19
M 3 1 X M 3 2	0.62564	0.0072	20
M 4 1 X M 4 2	0.64826	0.0049	21

M1,M2,M3,M4 o primeiro, segundo, terceiro e quarto movimentos avaliados pelo examinador 1e 2.

As figuras representam a correlação interexaminadores para as medidas goniométricas no método fechado e aberto.

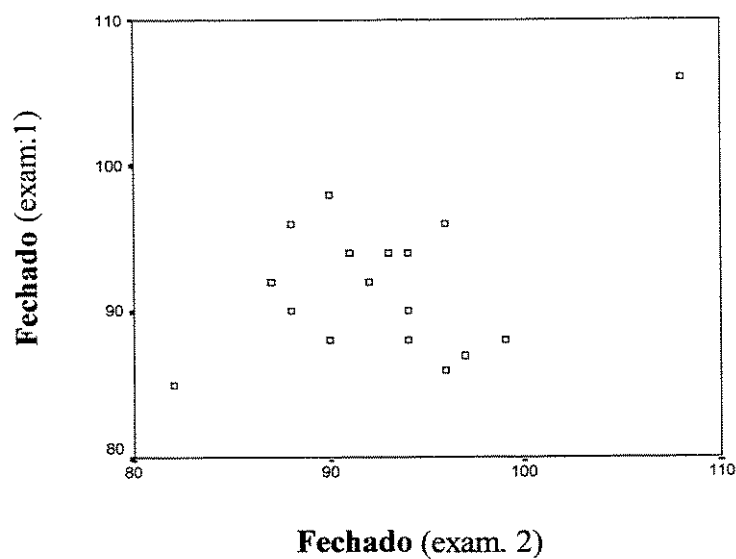


Figura 16 - Dispersão do método goniometria fechado avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.44$  insatisfatório).

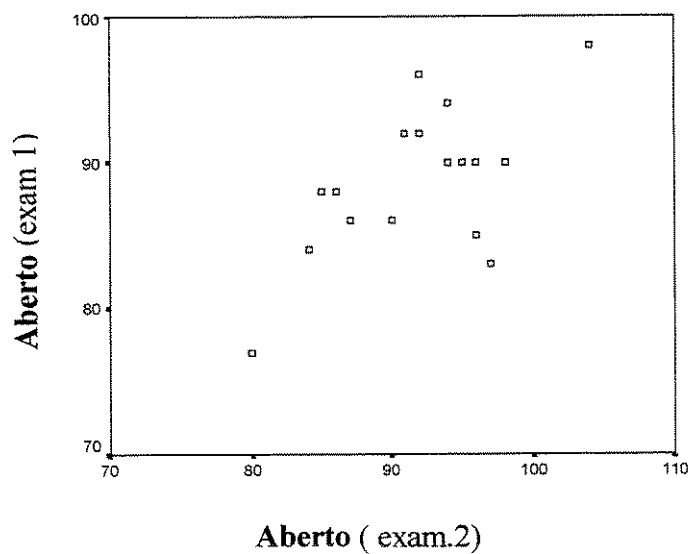
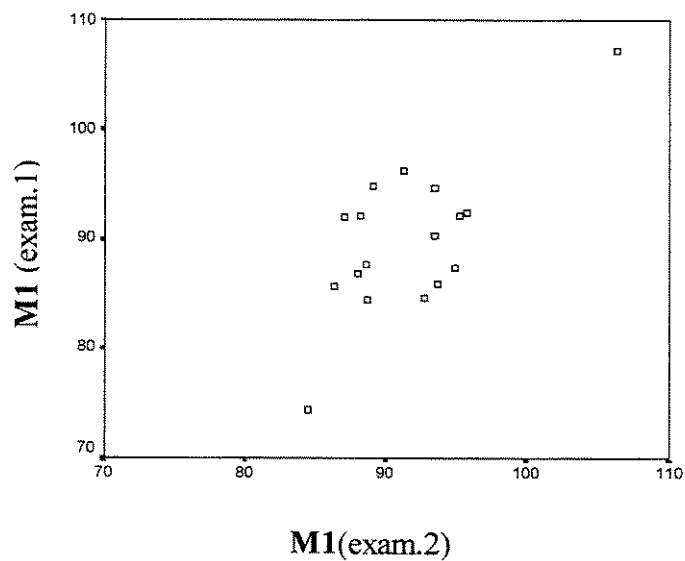


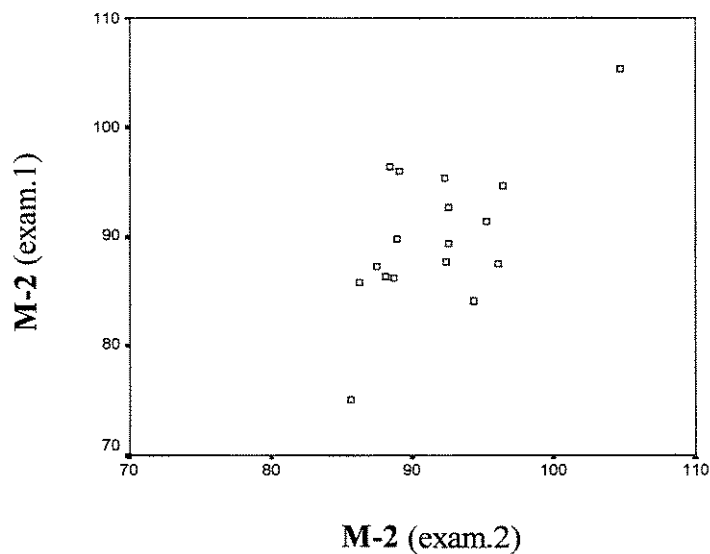
Figura 17 - Dispersão do método goniometria aberto avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.61$  moderado).



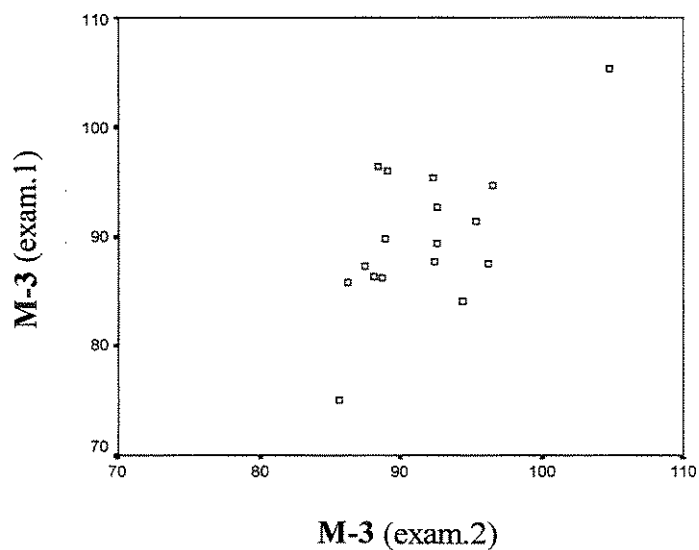
As figuras representam a correlação interexaminadores para as medidas do sistema óptico (câmeras) no primeiro (M1), segundo (M2), terceiro (M3) e quarto (M4) movimento de abdução da articulação do ombro.



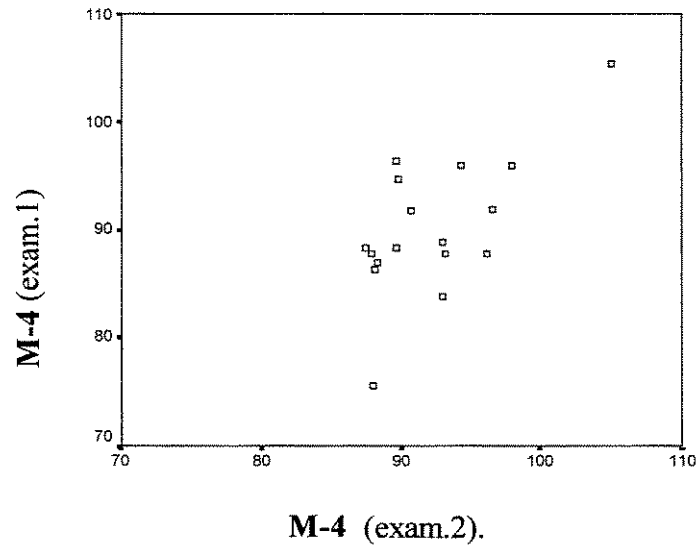
**Figura 18** – Dispersão do método câmeras M-1, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.70$  bom)



**Figura 19** – Dispersão do método Câmeras M-2, avaliado pelo examinador 1 e 2  
( $r=0.62$  moderado)



**Figura 20** – Dispersão do método câmeras M-3, avaliado pelo examinador 1 e 2  
( $r=0.62$  moderado)



**Figura 21** – Dispersão do método câmeras M-4, avaliado pelo examinador 1 e 2 ( $r=0.64$  moderado).

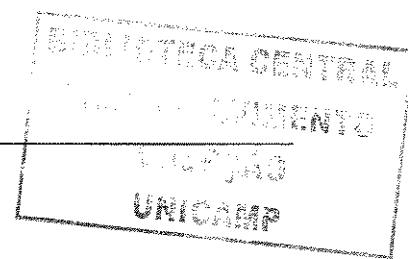
## 5.2- Consistência intra-examinadores no mesmo método

O Coeficiente de Correlação de Pearson foi utilizado para verificar a correlação entre dois tipos de avaliação no mesmo método, goniometria método fechado e aberto, correlacionados entre si e sistema óptico (câmeras) correlacionado com cada movimento M1, M2, M3, M4 do examinador 1 e examinador 2, como se observa na (Tabela 3).

**Tabela 3** - Correlação entre dois tipos de avaliação: goniometria método fechado e aberto e o sistema de câmeras, sendo as medidas do examinador 1 e 2. Considerando ( $p < 0,05$ ).

Medida	Coefficiente	p-valor	Medida	Coefficiente	p-valor	Figura
Fech.1 x Aberto 1	0.59858	0.0111	Fech.2 x Aberto 2	0.72455	0.001	22 e 23
M11 x M21	0.98261	<0.0001	M12 x M22	0.93226	<0.0001	24 e 25
M11 x M31	0.96668	<0.0001	M12 x M32	0.92934	<0.0001	26 e 27
M11 x M41	0.95608	<0.0001	M12 x M42	0.95225	<0.0001	28 e 29
M21 x M31	0.99315	<0.0001	M22 x M32	0.98889	<0.0001	30 e 31
M21 x M41	0.98693	<0.0001	M22 x M42	0.96610	<0.0001	32 e 33
M31 x M41	0.99687	<0.0001	M32 x M42	0.97497	<0.0001	34 e 35

M1, M2, M3, M4 representam o primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento do sistema de câmeras do examinador 1 e 2



As figuras representam a correlação intra-examinadores para as medidas em graus da goniometria método fechado, aberto e o sistema de câmeras.

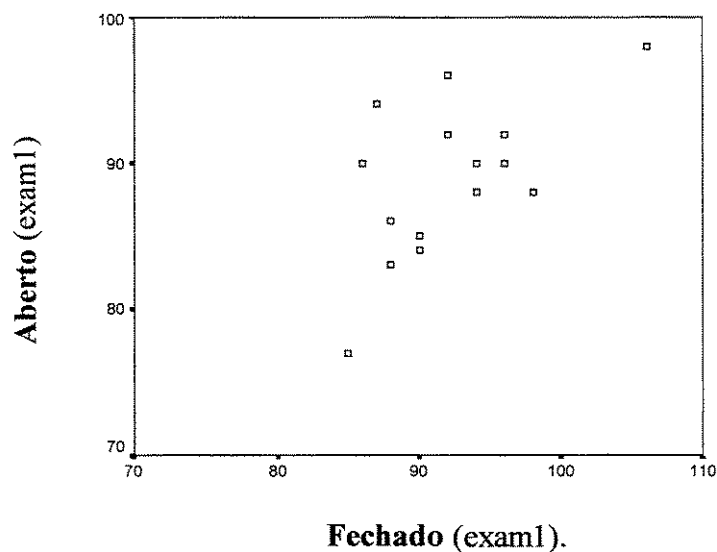


Figura 22 - Dispersão dos métodos de goniometria aberto e fechado, avaliados pelo examinador 1 ( $r=0.59$  moderado).

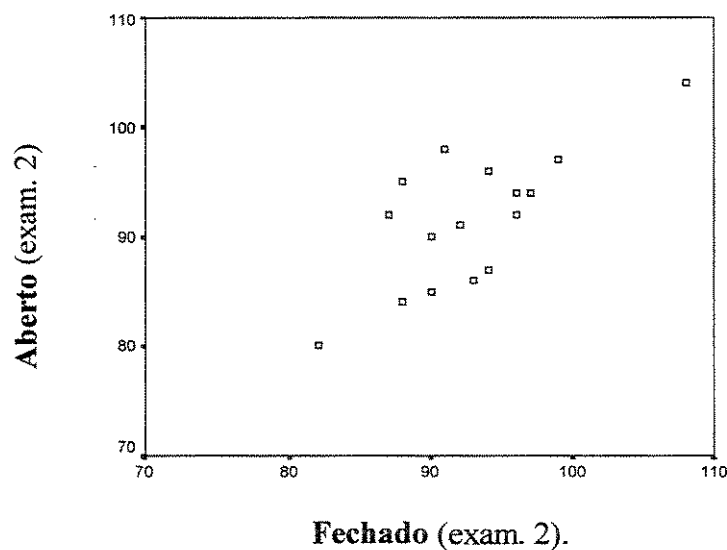


Figura 23 – Dispersão dos métodos de goniometria aberto e fechado, avaliados pelo examinador 2 ( $r=0.72$  bom).

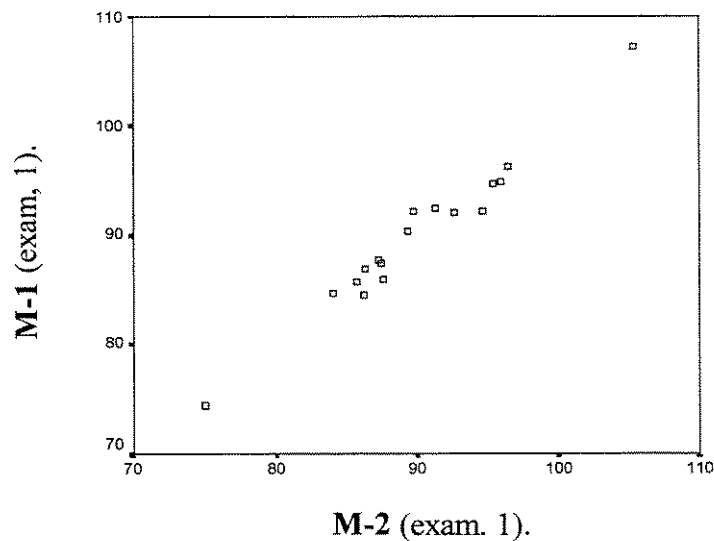


Figura 24 – Dispersão do método câmeras M-1 e M-2, avaliado pelo examinador 1 ( $r=0.98$  excelente).

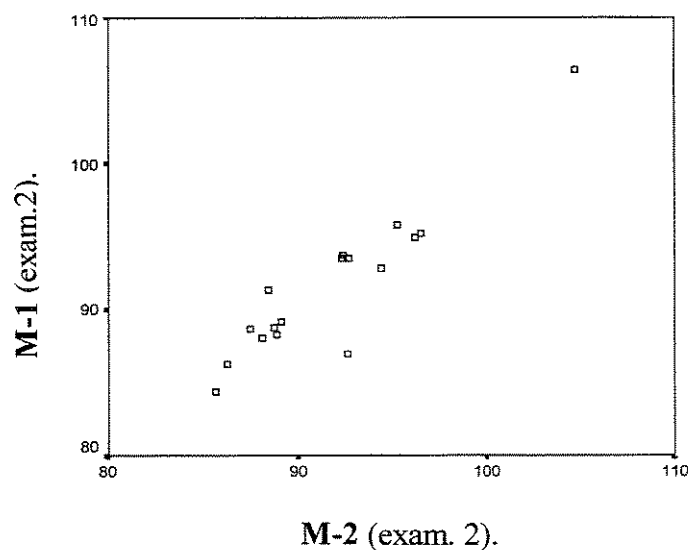
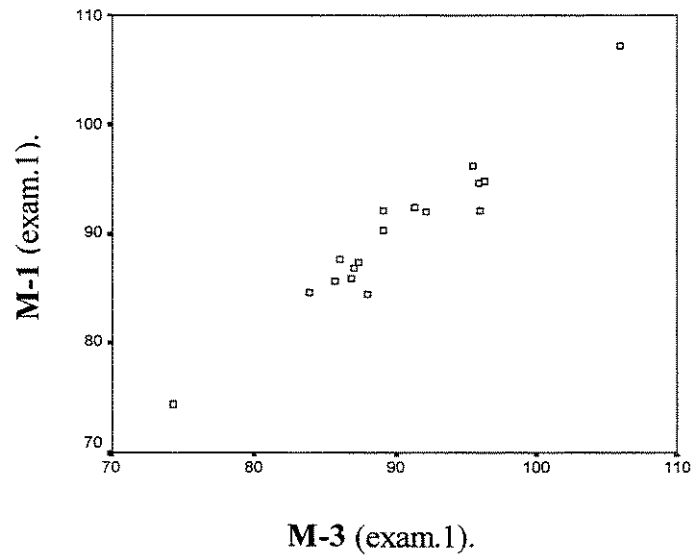
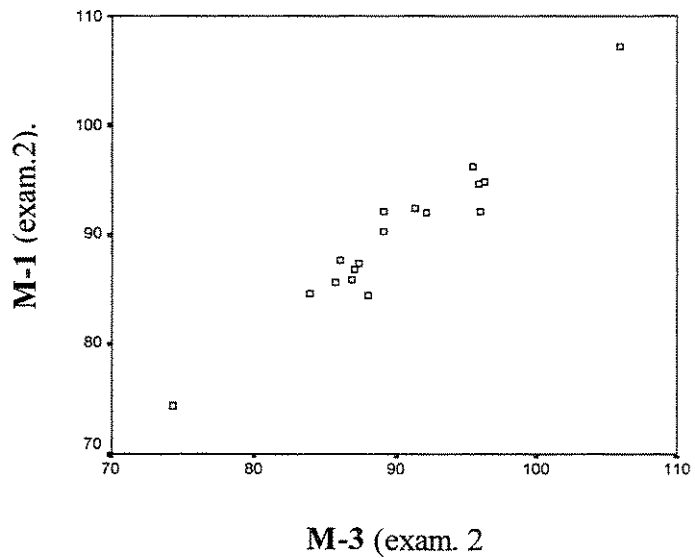


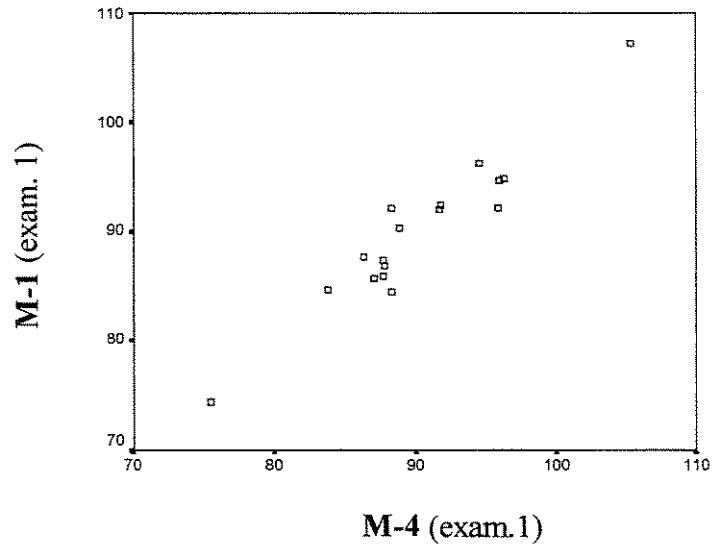
Figura 25 – Dispersão do método câmeras M-1 e M-2, avaliado pelo examinador 2. ( $r=0.93$  excelente).



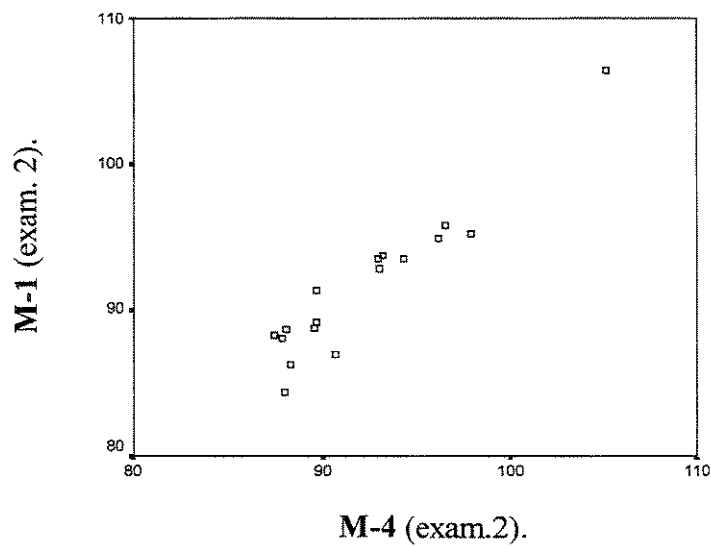
**Figura 26** – Dispersão do método câmeras M-1 e M-3, avaliado pelo examinador 1 ( $r=0.96$  excelente).



**Figura 27** – Dispersão do método câmeras M-1 e M-3, avaliado pelo examinador 2 ( $r =0.92$  excelente).

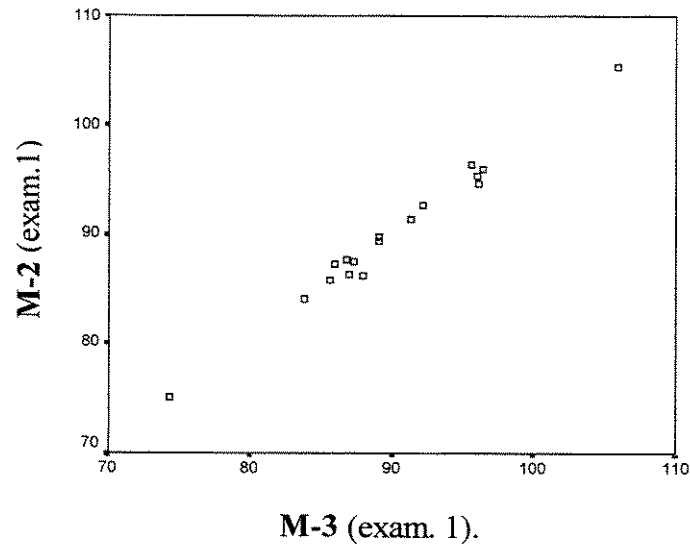


**Figura 28** – Dispersão do método câmeras M-1 e M-4, avaliado pelo examinador 1 ( $r=0.95$  excelente).

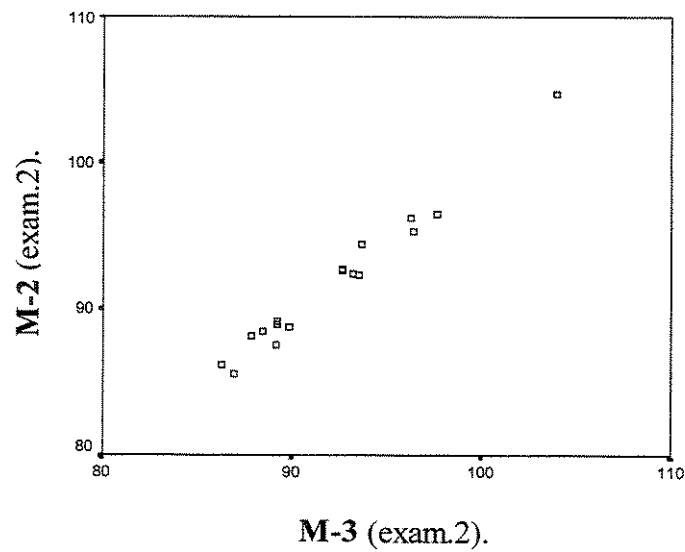


**Figura 29** – Dispersão do método câmeras M-1 e M-4, avaliado pelo examinador 2 ( $r=0.95$  excelente).

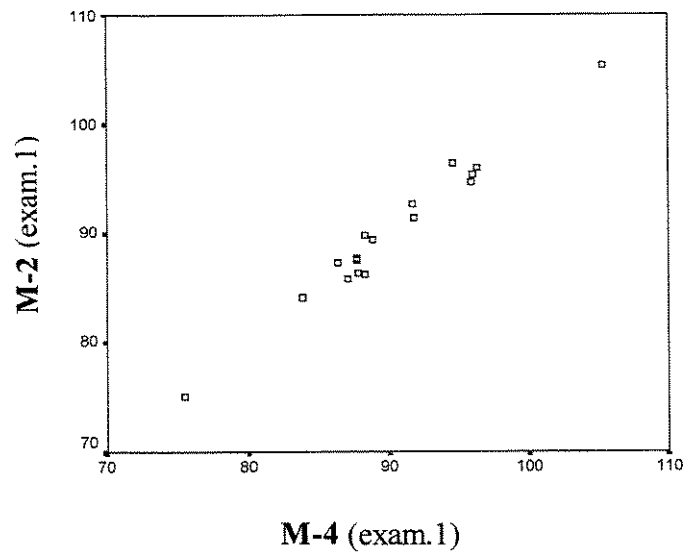




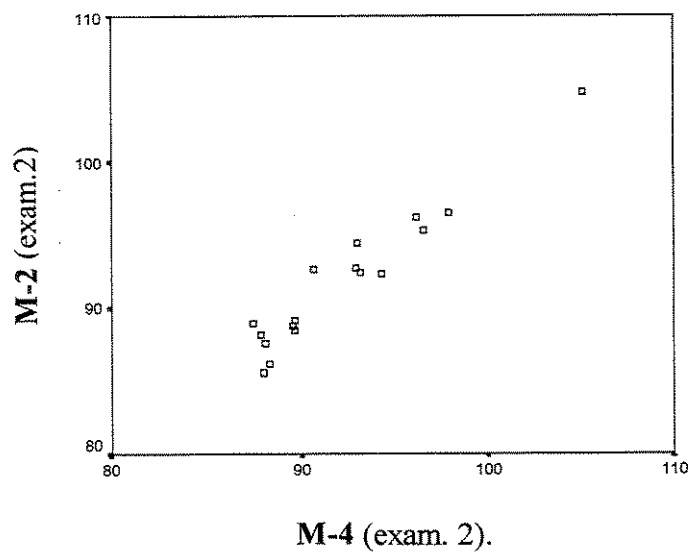
**Figura 30** – Dispersão do método câmeras M-2 e M-3, avaliado pelo examinador 1 ( $r= 0.99$  excelente).



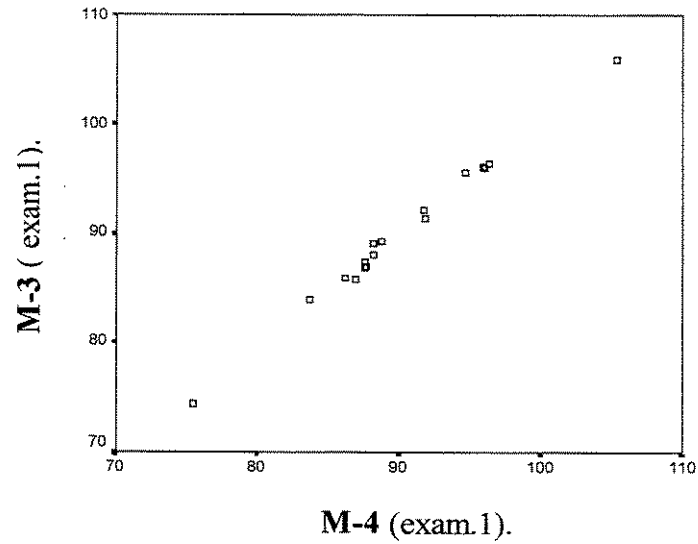
**Figura 31** – Dispersão do método câmeras M-2 e M-3, avaliado pelo examinador 2 ( $r=0.98$  excelente).



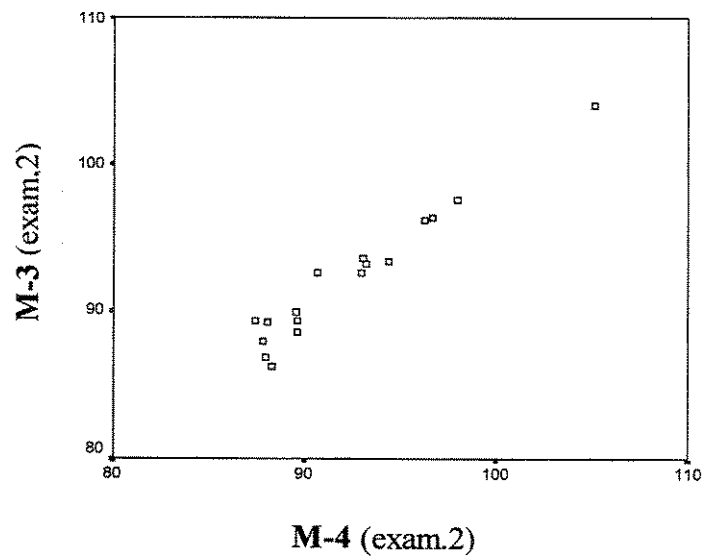
**Figura 32** - Dispersão do método câmaras M-2 e M-4, avaliado pelo examinador 1 ( $r=0.98$  excelente).



**Figura 33** – Dispersão do método câmaras M-2 e M-4, avaliado pelo examinador 2 ( $r=0.96$  excelente).



**Figura 34** – Dispersão do método câmeras M-3 e M-4, avaliado pelo examinador 1  
( $r=0.99$  excelente).



**Figura 35** – Dispersão do método câmeras M-3 e M-4, avaliado pelo examinador 2.  
( $r=0.97$  excelente).

### 5.3– Possibilidade de aplicação do sistema Qualisys

Foram avaliados quatro pacientes com diferentes patologias do ombro: um paciente com ruptura de manguito rotador do lado direito com onze semanas de pós – operatório, em tratamento fisioterapêutico e três pacientes com fratura de tuberosidade do úmero direito; todos em distintas fases do tratamento fisioterapêutico, sendo que o movimento de abdução do ombro estava severamente comprometido em todos eles.

O movimento analisado foi durante a abdução a 90° do braço afetado, durante 16 segundos. Para fins estatísticos comparamos o sistema de câmeras no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimentos (M1, M2, M3, M4) dos 17 indivíduos normais avaliados pelo examinador 2 (apêndice 2) com quatro pacientes patológicos.

Foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney. Para comparar os casos patológicos com normais, foi utilizado também gráfico de ponto, e teste T para uma amostra.

Para comparação foi representado, na Figura 40, o movimento de abdução do ombro direito de indivíduos normais, sem patologia do ombro.

Paciente no pós-operatório de onze semanas do manguito rotador, Figura 36 em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito:

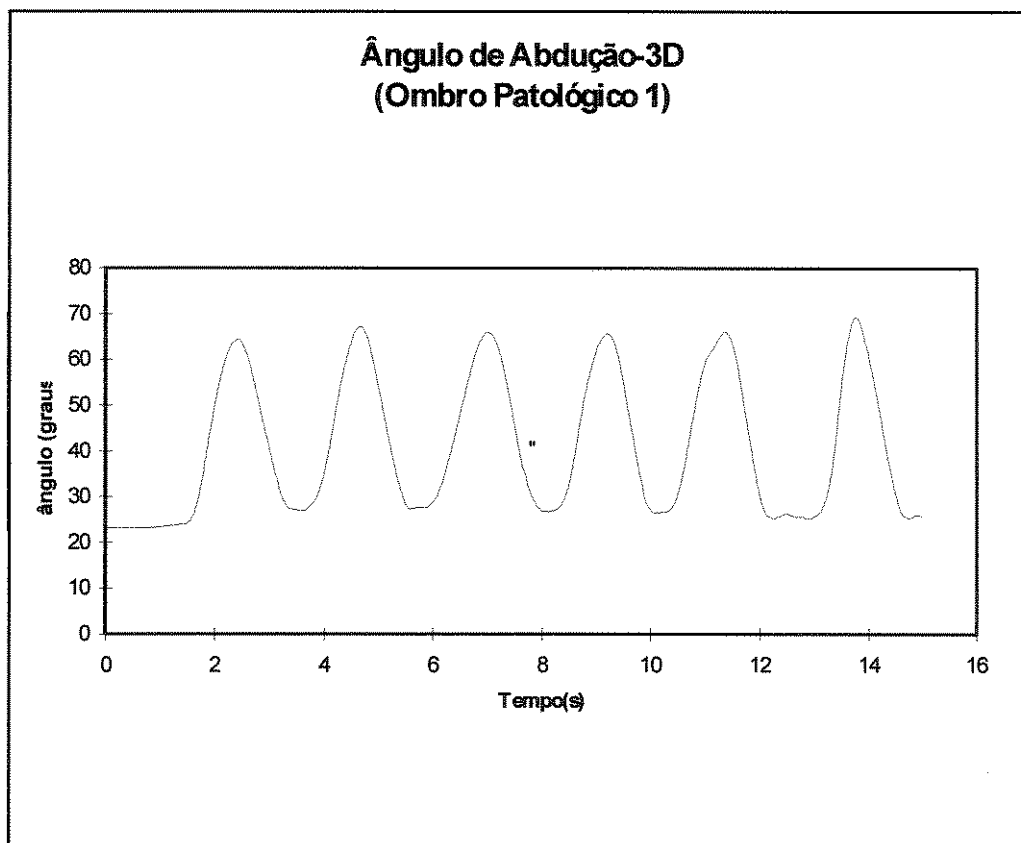


Figura 36 –Ombro patológico 1,expressa o movimento de abdução do ombro direito.

Para comparar o ombro patológico com o ombro normal ,Tabela 4, foi utilizado teste T para uma amostra, que compara a média do grupo de indivíduos normais com o valor da medida do paciente.(AGRESTI e FINLAY 1986; FONSECA e MARTINS,1994).

**Tabela 4** - Representação dos resultados estatísticos do paciente 1, e indivíduos normais, considerando  $p < 0,05$ . Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo , terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4)

<b>M - 1</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	64.3		64.3	64.3	64.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,902)						
<b>M - 2</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	66.1		66.1	66.1	66.1
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 22.054)						
<b>M - 3</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	65.1		65.1	65.1	65.1
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 24.474)						
<b>M - 4</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	64.0		64.0	64.0	64.0
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 24.836)						

Paciente com fratura da tuberosidade do úmero direito há 13 semanas Figura 37, em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito.

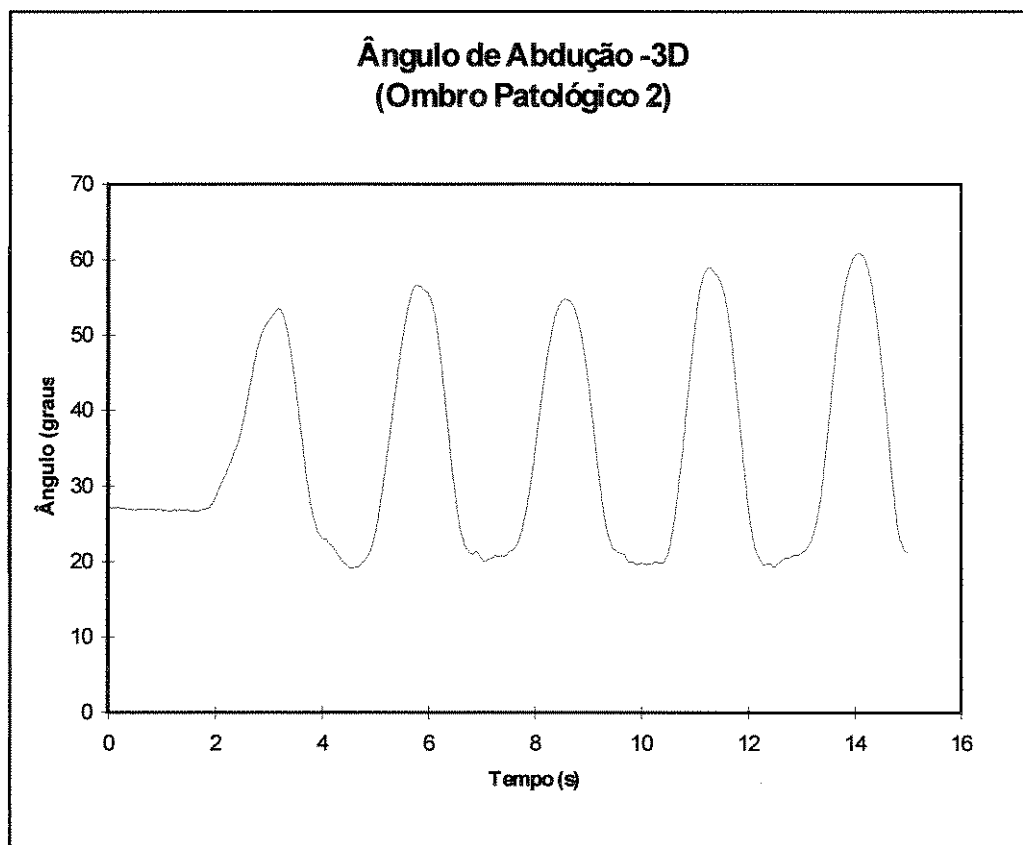


Figura 37 - Ombro patológico 2, expressa o movimento de abdução do ombro direito

Representação dos resultados estatísticos do paciente do ombro patológico 2, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 5.

**Tabela 5** - Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4) considerando  $p < 0,05$ .

<b>M - 1</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	53.2		53.2	53.2	53.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 30.804)						
<b>M - 2</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	56.4		56.4	56.4	56.4
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 30.395)						
<b>M - 3</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	54.8		54.8	54.8	54.8
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 33.784)						
<b>M - 4</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	58.3		58.3	58.3	58.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 29.842)						



Paciente com fratura da tuberosidade do úmero direito há 16 semanas Figura 38, em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro direito.

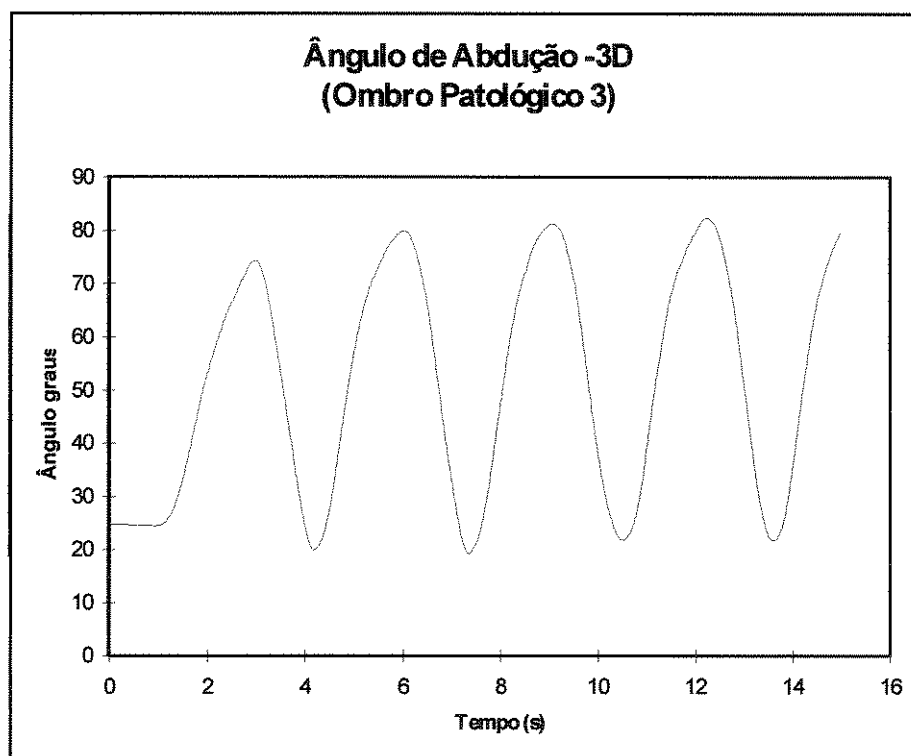


Figura 38 - Ombro patológico 3, expressa o movimento de abdução do ombro direito

Representação dos resultados estatísticos do paciente do ombro patológico 3, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 6.

**Tabela 6** - Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4) considerando  $p < 0,05$ .

<b>M - 1</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	72.7		72.7	72.7	72.7
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 15.166)						
<b>M - 2</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	79.5		79.5	79.5	79.5
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 10.530)						
<b>M - 3</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	80.2		80.2	80.2	80.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 10.825)						
<b>M - 4</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	81.3		81.3	81.3	81.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 9.642)						

Paciente com fratura em tuberosidade de úmero direito há 10 semanas Figura 39, em tratamento fisioterapêutico, realizando o movimento de abdução do ombro D.

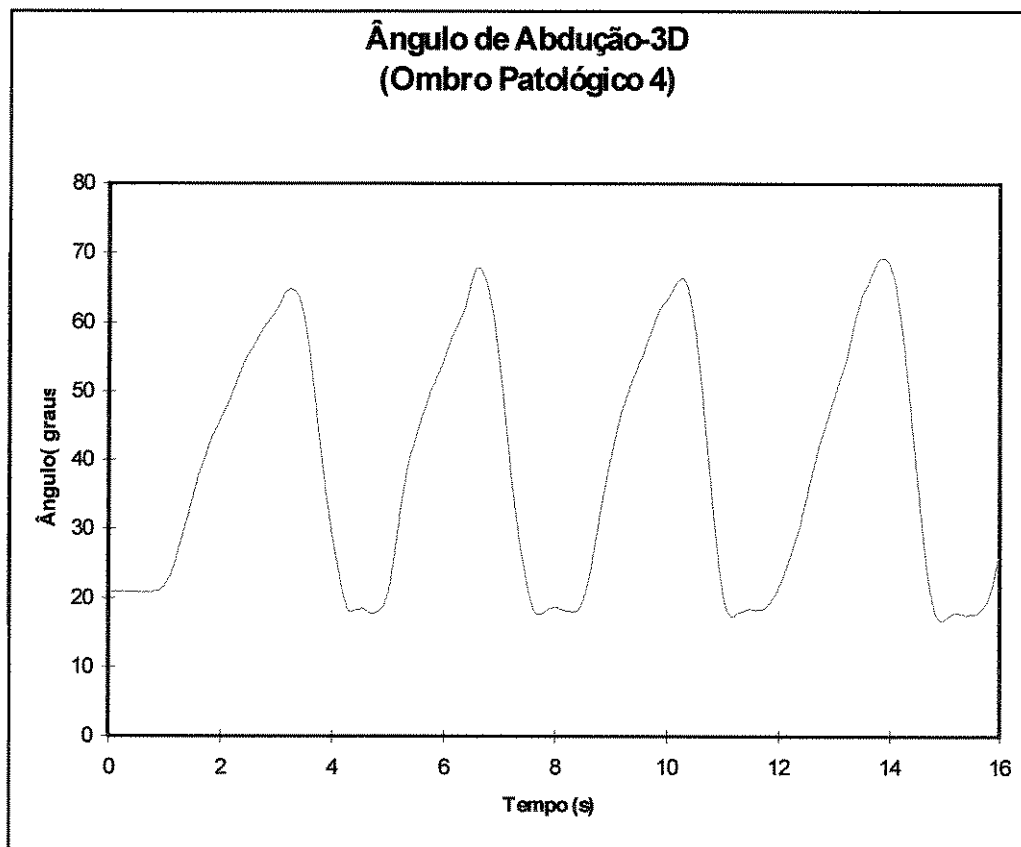


Figura 39 - Ombro patológico 4, expressa o movimento de abdução do ombro direito.

Representação dos resultados estatísticos do paciente do ombro patológico 4, e indivíduos normais, conforme demonstra a Tabela 7.

Tabela 7 - Os valores expressam a abdução máxima do ombro no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4) considerando  $p < 0,05$ .

<b>M - 1</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	1	64.7		64.7	64.7	64.7
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,581)						
<b>M - 2</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	1	66.2		66.2	66.2	66.2
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21,968)						
<b>M - 3</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	1	65.9		65.9	65.9	65.9
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 23.751)						
<b>M - 4</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	1	68.3		68.3	68.3	68.3
Teste T para uma amostra: p-valor < 0.001 (T = 21.059)						

A Figura 40 representa o movimento tridimensional de abdução em indivíduos sem patologia do ombro direito.

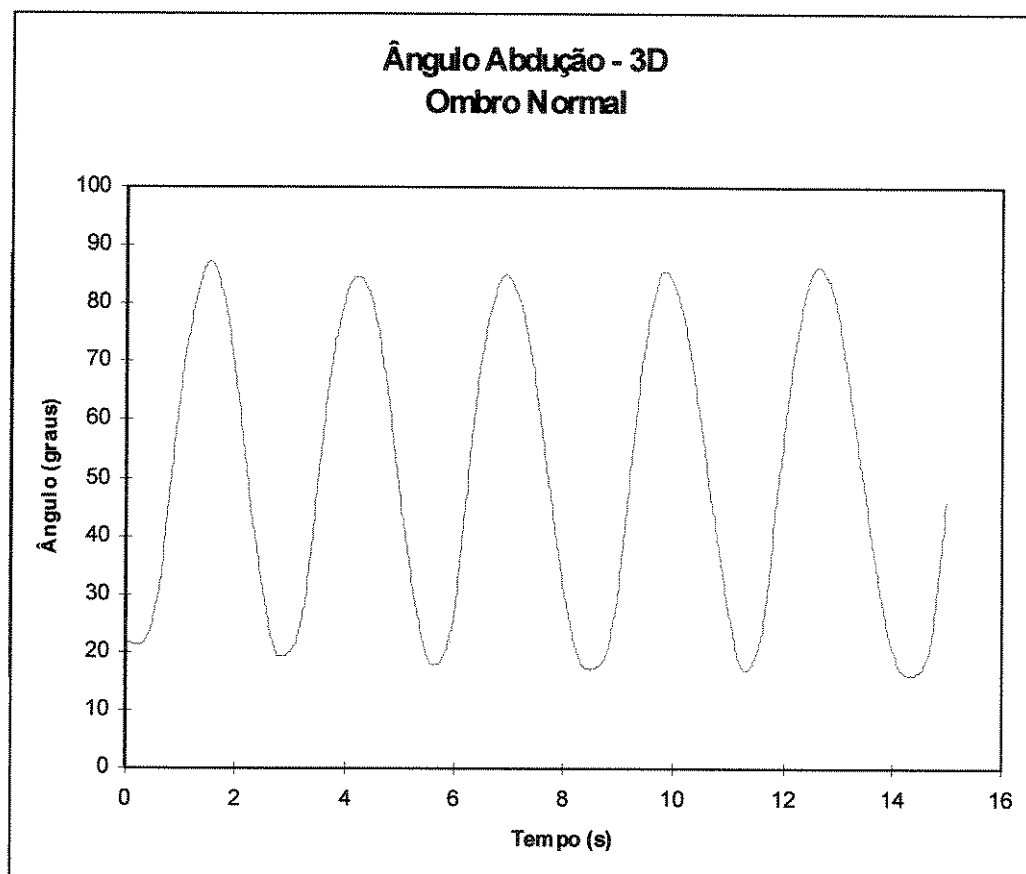


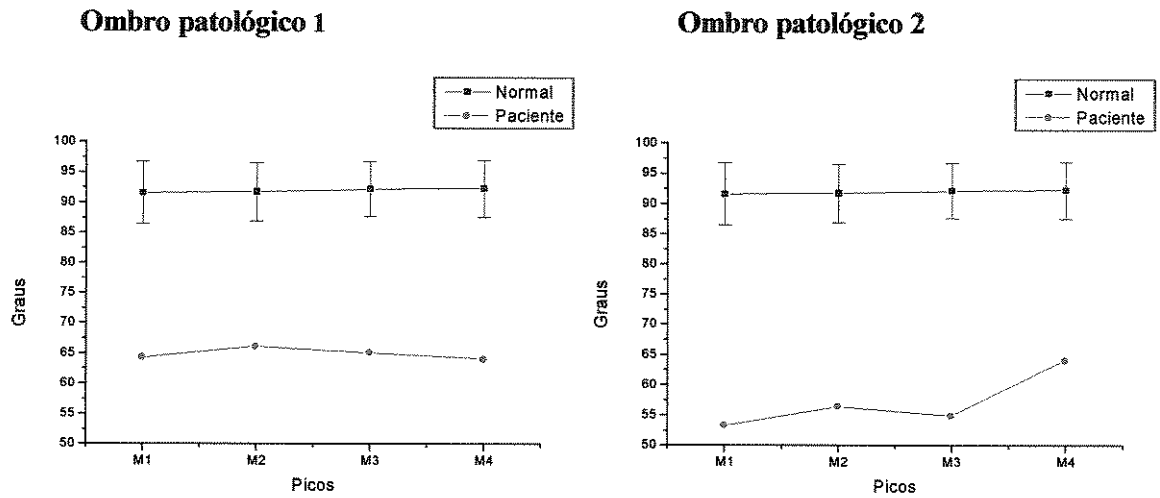
Figura 40 - Ombro normal, expressa o movimento de abdução do ombro D, em indivíduos sem patologia do ombro.

Para comparar os quatro casos patológicos com os indivíduos normais, Tabela 8 foi utilizado o teste não paramétrico de Mann-Whitney; (EVERITT, 1995). Este teste baseia-se no valor da mediana, significando que há diferença entre o grupo de indivíduos normais e o grupo de pacientes.

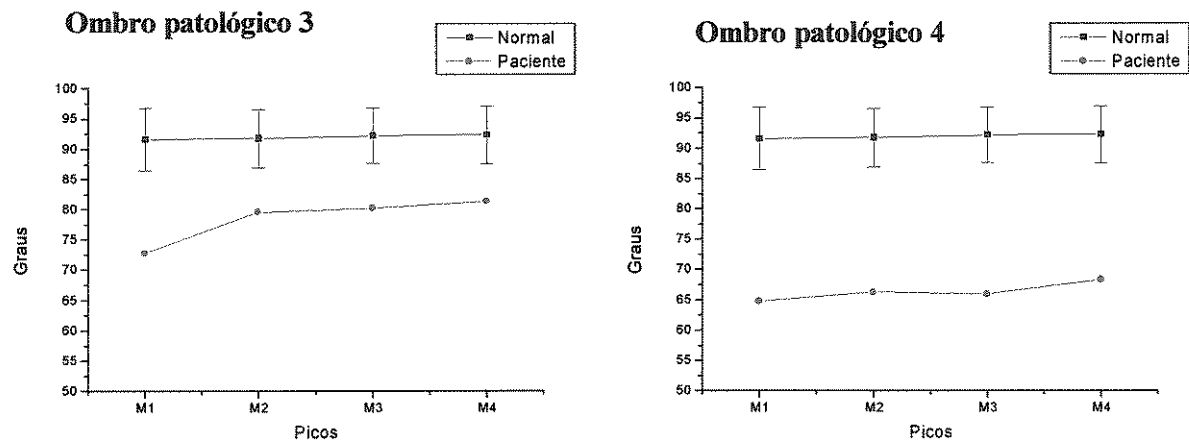
**Tabela 8** - Representação dos resultados estatísticos, quatro pacientes de ombros patológicos e indivíduos normais, considerando  $p < 0,05$ . Os valores expressam a abdução máxima no primeiro, segundo, terceiro e quarto movimento (M1,M2,M3,M4) .

<b>M - 1</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.61	5.14	84.4	91.3	106.4
Paciente	4	63.73	8.01	53.2	64.5	72.7
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
<b>M - 2</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	91.74	4.79	85.6	92.35	104.7
Paciente	4	67.05	9.49	56.4	66.15	79.5
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
<b>M - 3</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.18	4.56	86.3	92.6	104
Paciente	4	66.5	10.44	54.8	65.5	80.2
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						
<b>M - 4</b>						
<b>Grupo</b>	<b>N</b>	<b>Média</b>	<b>D.P.</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Mediana</b>	<b>Máximo</b>
Normal	17	92.28	4.69	87.5	90.7	105.1
Paciente	4	68.0	9.8	58.3	66.2	81.3
Teste Exato de Mann-Whitney: p-valor = 0.0003						

Para comparar o ombro patológico com os indivíduos normais, foi utilizado o gráfico de ponto para uma amostra, gerencidos pelo software Microcal Origin 5.0



**GRÁFICO 1** - Gráficos mostrando os graus máximos do movimento de abdução do ombro normal e patológico (1 e 2). M1,M2,M3,M4 representam o primeiro ,segundo, terceiro e quarto movimento do sistema de Câmeras. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais



**GRÁFICO 2** - Gráficos mostrando os graus máximos do movimento de abdução do ombro normal e patológico (3 e 4) .M1,M2,M3,M4 representam o primeiro , segundo, terceiro e quarto movimento do sistema de Câmeras. Expressam a média e desvio-padrão dos indivíduos normais.



## *6- DISCUSSÃO DOS RESULTADOS*

Vários estudos relataram a confiabilidade das mensurações goniométricas do movimento articular.(EKSTRUAND, et al., 1982; ANDREWS, 2000). A confiabilidade em relação ao mesmo examinador demonstrou ser mais alta que a confiabilidade interexaminadores (MAYERSON e MILANO , 1984; BOONE et al., 1987; RIDDLE et al., 1987; ANDREWS, 2000 ). Fato este encontrado no presente estudo.

Para goniometria aberto e fechado interexaminadores no mesmo método, o coeficiente de correlação foi ( $r=0,44$ ) para goniometria método fechado , para goniometria método aberto ( $r=0,61$ ). No sistema de câmeras comparando os movimentos M1,M2,M3,M4 interexaminadores, demonstrou-se neste estudo que o primeiro movimento realizado, M1, foi o de maior correlação ( $r=0,70$ ), sendo que os outros movimentos M2,M3e M4 apresentaram ( $r>0,62$ ).

Resultados similares foram evidenciados nos estudos de RIDDLE et al 1987, GREEN et al.,1998, em que a correlação baixa entre as medidas goniométricas, indicam que a confiabilidade intraexaminador é maior que a interexaminador, e a baixa confiabilidade interexaminador parece ser influenciada por erros de identificação dos pontos anatômicos, no alinhamento do goniômetro com esses pontos, erros na leitura do goniômetro e também, pela variação no desempenho do indivíduo analisado.

WRIGHT,1992; GREEN et al.,1998; DELISA, 2002 afirmam que outro fator é a habilidade do examinador e sua mecânica corporal na ocasião.O goniômetro universal requer a colocação do fulcro do instrumento e alinhamento dos dois braços do goniômetro. As limitações incluem a inabilidade em medir movimentos que necessitam ajuda das duas mãos do examinador, uma para segurar o braço fixo do goniômetro e a outra para acompanhar o movimento articular (RIDDLE et al., 1987, BOONE et al., 1987).

Nos estudos de RIDDLE et al. (1987), 16 fisioterapeutas mediram passivamente, com o goniômetro universal os movimentos da articulação do ombro em 100 pacientes. Concluíram que a confiabilidade intra-examinador para todos os movimentos foi maior que a interexaminador, resultado similar aos encontrados no presente estudo, justificado pela falta de padrão na colocação do goniômetro e no desempenho do paciente.

GAJDOSIK et al., 1987 sugeriram que a confiabilidade da medida de certas articulações e movimentos podem ser afetadas adversamente pela complexidade da articulação

NORKIN e WHITE (1995), usando um modelo matemático, determinaram que goniômetros com braços longos são mais precisos ao medir ângulos do que os de braços curtos. Segundo esses autores, os goniômetros de braços longos reduzem os efeitos dos erros de colocação do eixo do goniômetro. Alguns autores citam, em seus trabalhos sobre métodos goniométricos o uso de goniômetros universais com braços mais longos para medirem articulações com grandes segmentos corporais, como o quadril e ombro. No entanto, RIDDLE et al., (1987) não referiram diferenças de confiabilidade entre os goniômetros universais de plástico com braços longos e curtos para medirem a amplitude do movimento articular do ombro, Segundo esses autores, essas variações representam uma tentativa por parte dos fabricantes de adaptar o tamanho do instrumento ao tamanho das articulações.

A avaliação intra-examinadores no mesmo método, considerando o método fechado e aberto; demonstrou correlação ( $r=0.59$ ) para examinador 1, e ( $r=0.72$ ) para o examinador 2.

A correlação entre o sistema de câmeras intra-examinadores M1,M2,M3,M4 do examinador 1 e M1,M2,M3,M4 do examinador 2 foi excelente ( $r > 0.95$ ).

Encontramos valor de correlação moderado para as avaliações goniométricas e valor excelente de correlação para o sistema de câmeras.

Estudos de GREENE e WOLF, 1989; NORKIN e WHITE, 1995; HINDERER e HINDERER, 2002 compararam os valores de medida e confiabilidade de diferentes tipos de dispositivos usados para medirem a amplitude articular do ombro, e relataram diferenças nos valores e na confiabilidade entre os dispositivos de medidas. Fato também ocorrido neste estudo.

Com o goniômetro universal, as medidas são realizadas em um só plano. No sistema óptico é preciso capturar as imagens e transformá-las em gráficos, para então, obter o ângulo de medida. GREENE e WOLF, 1989, citam, em seus estudos, as diferenças entre os instrumentos de medida para a mesma articulação. Não devendo existir troca de instrumentos de medição durante a medida articular.

HINDERER e HINDERER (2002) citam em seu artigo a importância de se treinar o protocolo de colocação do goniômetro a cada semana, para reduzir os erros de medida, e indicam ainda que a confiabilidade é elevada, quando se executam medições repetidas no mesmo dia, quando comparada a vários dias de intervalo. Neste presente estudo foi realizado, de início o ensaio do protocolo de colocação. O fato de não ter sido repetido o protocolo de colocação do goniômetro semanalmente, pode ter interferido com o escore obtido entre os examinadores para goniometria aberta e fechada.

Quanto à aplicação do sistema óptico Qualisys, o movimento de abdução do ombro patológico 1, representado na Figura 36 mostrou uma diminuição da amplitude do movimento articular, dado por ângulo (graus) e tempo (segundos), quando comparado com o gráfico do ombro normal, representado na Figura 40.

Os pacientes com fratura na tuberosidade do úmero direito, Figuras 37, 38 e 39, representam os pacientes de ombro patológicos 2,3 e 4 em fases distintas do tratamento fisioterapêutico, para reabilitação do movimento do ombro.

O movimento executado no final da abdução, principalmente nos pacientes com ombros patológicos 1, 2 e 4, sugere dificuldades na sustentação do membro afetado, provavelmente com pouca força muscular, principalmente no músculo supra-espinhoso (HOPPENFELD, 1980), com maior intervalo de repouso entre o início dos movimentos de abdução do ombro.

Ao comparar o movimento do ombro patológico 4, principalmente no segundo movimento, quando alcança a amplitude máxima, não ultrapassa 70° de abdução e não consegue manter o braço (em abdução), realizando uma “queda” brusca no membro afetado, aumentando o intervalo de repouso, notamos que o ombro patológico 3, não tem o

mesmo comportamento do ombro patológico 4, apresentando um aumento na amplitude de movimento de abdução do ombro, com movimentos homogêneos, sem período de repouso prolongado, e maior força muscular, justificado por encontrar-se em fase mais acelerada do tratamento fisioterapêutico.

No comportamento do ombro normal, durante o movimento de abdução, os movimentos foram executados de maneira uniforme, com repetição constante, sem intervalo de repouso entre os movimentos e com maior amplitude de movimento de abdução na articulação do ombro.

Na avaliação pelo sistema óptico, o movimento é dinâmico e inclui a combinação de ângulo, velocidade, posição no tempo (deslocamentos) e aceleração, expressos por gráficos, permitindo mensurar os movimentos secundários ou compensatórios das articulações do corpo humano.

Na goniometria convencional, o indivíduo executa o movimento solicitado, pára na posição final, e então, é realizada a medição do movimento. O goniômetro não oferece informações sobre a complexidade do movimento.

O goniômetro universal é de fácil manuseio, barato e pode-se carregar na bolsa. No caso do sistema óptico, é necessário um espaço físico apropriado, além do que precisa ser ajustado, calibrado e conectado a um computador, conseqüentemente tem um custo mais elevado, portanto será preciso um tempo maior para realizar as avaliações, bem como melhor cooperação do paciente.

Para ROWE et al., 2000; JORDAN et al., 2001 a ligação ao computador tem boas vantagens, porque as medidas dos movimentos do paciente poderão ser armazenadas em arquivos, facilitando o acesso às informações como, por exemplo, para saber se há alguma alteração no movimento.

Um desafio em usar essas novas tecnologias na prática ortopédica segundo (CLIQUET JÚNIOR. et al. 2004), como o sistema óptico é interpretar os gráficos e avaliá-los, no sentido clínico e anatômico. Maiores estudos deverão ser realizados para estabelecer gráficos de padrões normais e padrões patológicos de movimento para inúmeras doenças que afetam o sistema músculoesquelético.

O sistema óptico de captura do movimento poderá ser um recurso importante, quando utilizado em conjunto com avaliações clínicas, para futuras informações sobre diagnósticos e alterações do movimento.

Estabelecer protocolos para outros movimentos de membros superiores, interpretar os gráficos, validar medidas e confiabilidade são sugestões para futuras pesquisas.

## *7- CONCLUSÃO*

Na avaliação interexaminadores no mesmo método, o sistema óptico apresentou coeficiente de correlação maior que a goniometria no método fechado e aberto.

Na avaliação intra-examinadores no mesmo método, o sistema óptico apresentou índice de correlação maior, quando comparado à goniometria método fechado e aberto, sendo o coeficiente de correlação intra-examinadores maior que o interexaminadores.

O sistema óptico (câmeras) quando comparado do primeiro ao quarto movimento intra-examinadores, apresentou correlação excelente ( $r > 0,92$ ).

Na possibilidade de aplicação do sistema óptico Qualisys, em ombros patológicos e ombros normais, as informações obtidas, neste estudo, demonstraram as diferenças dos movimentos e da amplitude articular, executados por indivíduos de ombros normais e patológicos.



## ***8- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS***

AGRESTI, A.; FINLAY, B. **Statistical Methods for the Social Sciences**. Dellen Publishing Company, 2 ed, San Francisco, USA, 1986.

ANDREWS. H.W. **Reabilitação Física das Lesões Desportivas**. 2 ed, Rio de Janeiro; Guanabara Koogan, 2000, p. 42 - 60

BAILLON, R.; SALVIA, P.; ROOZE, M. Measure in vivo des mouvements de l'épaule par un goniomètre a six degrees de liberté . **Revue de Chirurgie Orthopédique**,88: 379-86, 2002..

BASMAJIAN, J.V. **Terapêutica por exercício**. 3.ed., São Paulo: Manole, 1980, p.195-243.

BASSET, R.W.; BROWNE, A.O.; MORREY, B.F. Glenohumeral muscle force and moment mechanics in a position of shoulder instability. **J Biomech**. 23: 405-15, 1990.

BIGLIANI, L.U.; KELDAR, FLATOW.E.L.; POLLOCK, R.G. Glenohumeral stability. **Clin Ortho Relat Resear.**30:, 13-31, 1996.

BLASIER, R.B.; GOLDENBERG, R.E. Anterior instability: contribution of rotator cuff force and capsular ligaments in a cadaver model. **J. Shoulder Elb Surg**, 1: 140-50, 1992.

BOONE, D.C.; AZEN, S.P.; LINN, C.N. Reliability of goniometric measurements. **Phys Ther** 58: 1355-60, 1987.

CICCHETTI, H.L.; SPARROW, S.A. Developing criteria for establishing interrater reability of specific items: Applications to assemente of adaptive behavior. **Americam. Journal of Mental Deficiency**, 86: 127-37, 1981.

CLIQUET JÚNIOR, A.; FRANCA, J.M.E.; SÔNEGO, D. A.; GRANA, T.; LEITE, F.I.L.; PAOLILLO, A.R. et al. Avanços tecnológicos na prática ortopédica: Análise de membros superiores e inferiores. **Acta Ortopédica**, 12: (1) :57-61, 2004.

CORSO, G. Impingement relief test: An adjunctive to traditional Assessment of shoulder impingement Syndrome. **J Orth Sport Phys Ther.**,22: (5):183-92, 1995.

DELISA, J. A. **Tratado de Reabilitação – Princípios e Prática**. 3 ed. São Paulo: Manole, 2002.

EKSTRUAND, J.; WIKTORSSON, M.; OBERG, B. Lower extremity goniometric measurements: A study to determine their reliability. **Arch Phys Med**, 63: 171-5, 1982.

EVERITTI, B.S. **The Cambridge Statistical in the Medical Sciences**. NY: Cambridge University Press, 1995.

FERREIRA, D.M. A; DELFINO, H.L.A. Avaliação Quantitativa da escoliose idiopática: concordância das mensurações da gibosidade e correlações com medidas radiológicas. **Rev. bra. Fisioter**, 5: (2) : 73-78, 2001.

FONSECA, J.S; MARTINS, G.A. **Curso de Estatística**. 5 ed., São Paulo, Editora Atlas S.A., 1994.

GAJDOSIK, R.L.; BOHANNON, R.W. Clinical measurement of range of motion: Review of goniometry emphasizing reliability and validity. **Phys Ther**, 57: 1867- 72, 1987.

GREEN, S.; BUCHBINDER, R.; FORBES, A.; BELLAMY, N. A standardized protocol for measurement of range of movement of the shoulder using the plurimeter-V inclinometer and assessment of its intrarater and interrater reliability. **Arthritis Care and Research**, 11: (1): 43-51, 1998.

GREENE, B.L.; WOLF S.L. Upper Extremity Joint Movement: Comparison of Two Measurement Devices. **Arch Phys Med Rehabil**, 70: 288-90, 1989.

HINDERER, S.R.; HINDERER, K.A. Métodos de medição: princípios e aplicações. In: DELISA, JOEL A. **Tratado de Reabilitação -Princípios e Prática**. 3ed. São Paulo: Manole, 2: 115- 44, 2002.

HOPPENFELD, S. **Propedêutica Ortopédica Coluna e Extremidades**. Rio de Janeiro: Atheneu, 1980.

JORDAN, K.; DZIEDZIC, K.; MULLIS, R.. The development of three- dimensionoanl range of motion measurement systems for clinical practice. **Rheumatology**, 40: 1081-84, 2001.

KOTTKE F.P. **Tratado de Medicina Física e Reabilitação de Krusen**, São Paulo: Manole, 4: 19-67, 1994.

LEHMKUHL, L.D.; SMITH L.K. (1987) **Cinesiologia clínica de Brunstrom**. São Paulo: Manole, 1987, p. 466.

LEROX . J.L.;MICALLEF J.P., BONNET F AND BLOTMAN F. (1992) Rotation abduction analysis in 10 normal and pathologic shoulders. Elite system application, **Surgical Radiologic Anatomy**, 14: 307-13,1992.

LOW.J.L. The reliability of joint measurement. **Physiotherapy**, 62: 227-29,1976.

LUNDBERG.A.On the use of skin markers in Kinematics Research **Human Movement Science** ,15:411-22,1996.

MARQUES.A.P. **Manual de Goniometria**, 2 ed., São Paulo:Manole, 2003, p.12-20

MASSO, P; GORTON III, G.E. Quantifying changes in starding body segment alignment following spinal instrumentation and fusion in idiopathic scoliosis using na optoeletronic measurement system. **Spine**, 25: (4): 457- 62, 2000.

MAYERSON N.H.; MILANO R.A. Goniometric Measurement Reliability in Physical medicine. **Arch Phys Med Rehabil**,65: 92-4, 1984.

MIOR, S.A.; KOPANSKY-GILES, D.R.; CROWTHER, E.R.; WRIGHT, J.G. A comparison of radiographic and electrogoniometric angles in adolescent idiopathic scoliosis. **SPINE**, 21: (13): 1.549-55, 1996.

NORKIN.C.C.; WHITE.D.J. **Medida do movimento articular; manual de goniometria**. 3.ed., Porto alegre: Artes médicas, 1995.

NETTER, F.H.**Atlas de Anatomia Humana** , Porto Alegre: Artes Médicas,1996.

- OTTIS, J.C.; JIANG, C.C.; WICKIEWICZ, T.L. Changes in the moment arms of the rotator cuff and deltoid muscles with abduction and rotation. **J Bone joint Surg.** 76 A (5):667-76, 1994.
- PAINE, R.M.; VOIGHT, M. The role of the scapula. **Journal Orth Sports Phys. Ther.** 18: 386-91, 1993
- PAP, G., MACHNER A.; WISSEL, AWISZUS F. Dreidimensionale Bewegungs -analyse am Schultergelenk – Ein neues Verfahren zur Charakterisierung von Parametern der Schultergelenksfunktion, **Z. Orthop**, 138: 344- 48, 2000
- POPPEN N.K.; WALKER, P.S Normal and abnormal motion of the shoulder. **J Bone Joint Sug.** 58 A (2):195-201, 1976.
- RAB.G.; PETUSKEY, K.; BAGLEY, A. A method for determination of upper extremity kinematics. **Gait Posture**, 15: 113-19, 2002.
- RAU G, DISSELHORST-KLUG C.; SCHMIDT, R. Movement biomechanical goes upwards; from the leg to the arm. **Journal of Biomechanics**, 33:1207-16, 2000.
- RICHARDS.J.G. The measurement of human motion: A comparison of commercially available systems. **Human Movement Science**, 18: 589-602, 1999.
- RIDDLE,D.L.; ROTHSTEIN,J.M.; LAMB,R.L. Goniometric reliability in a clinical setting: Shoulder measurements. **PhysTher**, 67: 668, 1987.
- ROWE, P.J.; MYLES, C. M.; WALKER, C.; NUTTON, R. Knee joint kinematics in gait and other functional activities measured using flexible electrogoniometry how much knee motion is sufficient for normal daily life. **Gait Posture**, 12: 143-55, 2000.
- SANTOS, M.J.O., O controle dos movimentos voluntários do ombro em nadadores com instabilidade glenoumeral.-Campinas.2001 (Dissertação de Mestrado-Universidade de Campinas).

SARTOR, C.; ALDERINK, G.; GREENWALD, H.; ELDERS, L. Critical kinematic events occurring in the trunk during walking. **Human Movement Science**. 18: 669-79,1999.

SILVA, F.W. Motion Capture-Introdução à Tecnologia. Laboratório de Computação Gráfica - LCG.COPPE/UFRJ – Engenharia de Sistemas e Computação.(s.d.) Disponível em: <http://www.visgraf.br/mcapture/publ/mc-tech>

Acesso em:24/03/2004

TAMAKI, G. et al., **Manual de Goniometria**. Fernandez Equipamentos para Fisioterapia Ltda. 1999. 22 p.

TEDESCHI, M.A. Goniometria:sua prática e controvérsias.**Fisioterapia Brasil**. 3: 36-41, 2002.

THOMPSON, W. O.; DEBSKI,R.E. A biomechanical analysis of rotator cuff deficiency in a cadaveric model. **Am J Sports Med.**,24:34-42, 1996.

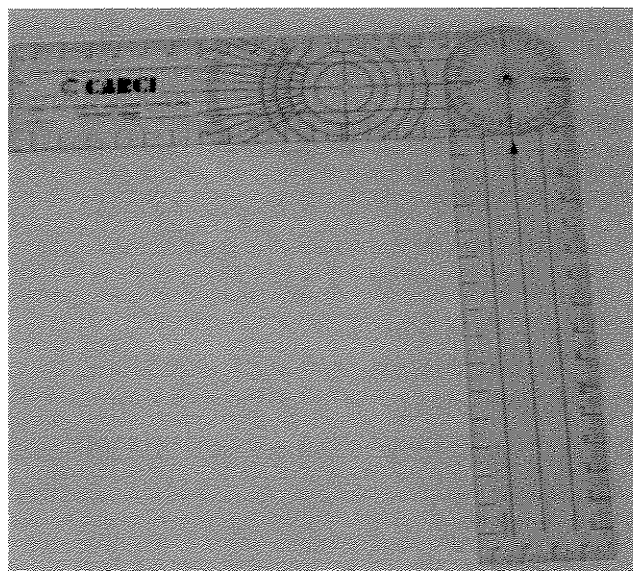
VAN DER HELM F.C.; PRONK, G.M. Three dimensional recording and description of motion of the shoulder mechanism. **J Biomech Eng**.117:27-40, 1995.

WHITTLE, M. W.; LEVINE, D. Three dimensional relationships between the movements of the pelvis and lumbar spilne during normal gait. **Human Movement Science**, 18: 681-92, 1999.

WRIGHT, J.; FEINSTEIN, A. R. Improving the Reliability of Orthopaedic Measurements. **Journal Bone Joint Surg. (Br)**,74-b (2): 287-91, 1992.

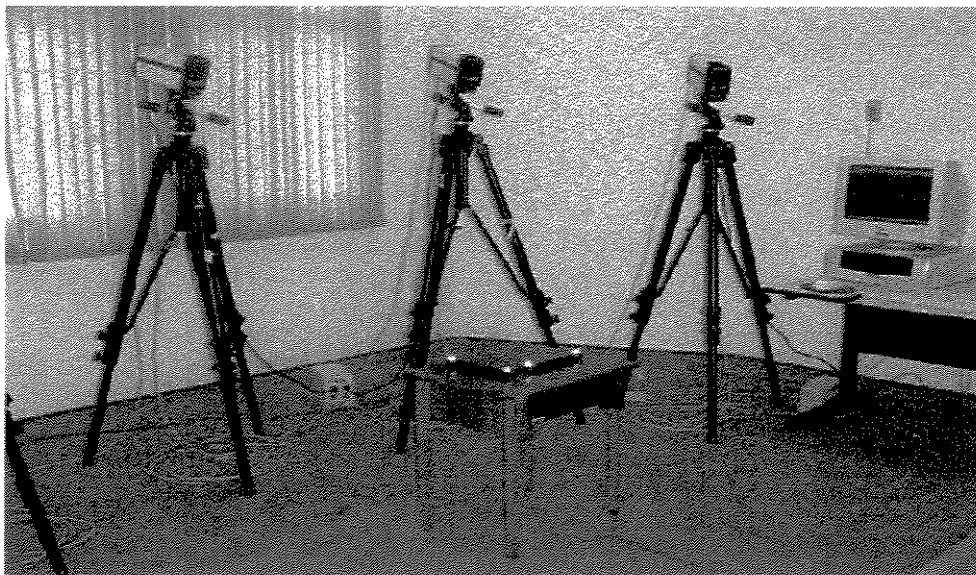
***9- ANEXOS***

Goniômetro universal





Câmeras Pro-Reflex do sistema Qualisys



*10- APÊNDICES*

**Entrevista inicial**

**1-Dados Pessoais:**

**Nome:**

**Idade:**

**Data de nascimento:**

**Endereço:**

**Cidade:**

**Telefone:**

**Profissão:**

**Sexo:**

**Peso:**

**Estatura:**

**2-Anamnese:**

**OMBRO: Dor, incapacidade, disfunção.**

---

---

---

**COTOVELO:**

posição anatômica : ângulo de carregamento do cotovelo

( ) cubitus valgus > 15°

( ) cubitus varus < 5 –10°

Extensão do cotovelo: ( ) normal

( ) hiperextensão (10 –15°)

Tabela geral

Tabela geral – Avaliação de 17 indivíduos, por meio da goniometria em método fechado e aberto

EXAMINADOR 1						
Sujeitos	Goniometria (Graus)		Câmeras ( Graus )			
	Fechado	Aberto	M – 1	M – 2	M – 3	M – 4
1	85	77	87.6	87.25	85.96	86.27
2	96	90	94.8	95.9	96.4	96.3
3	90	85	87.3	87.5	87.4	87.7
4	92	92	94.6	95.3	95.96	96
5	88	86	90.2	89.35	89.16	88.8
6	94	88	96.2	96.4	95.6	94.6
7	94	90	92.4	91.3	91.3	91.8
8	96	92	92	92.6	92.1	91.7
9	94	90	92.1	94.6	96.1	95.9
10	92	96	74.4	75	74.4	75.5
11	88	83	84.6	84	83.9	83.8
12	90	84	86.8	86.3	87	87.8
13	88	86	85.6	85.7	85.7	87
14	106	98	107.2	105.3	105.9	105.3
15	87	94	85.9	87.6	86.8	87.7
16	86	90	84.4	86.2	88	88.3
17	98	88	92.1	89.7	89.1	88.3

M1,M2,M3,M4, representam o primeiro,segundo,terceiro,quarto movimento das câmeras do-examinador 1.

## Tabela Geral

Tabela geral – Avaliação de 17 indivíduos, por meio da goniometria em método fechado e aberto

EXAMINADOR 2						
Goniometria (Graus)			Câmeras ( Graus )			
Sujeitos	Fechado	Aberto	M – 1	M – 2	M – 3	M – 4
1	82	80	88.6	87.5	89.23	88.1
2	88	95	89.1	89.1	89.3	89.67
3	94	96	94.9	96.2	96.2	96.17
4	92	91	93.5	92.35	93.46	94.35
5	94	87	93.5	92.7	92.6	92.95
6	93	86	91.3	88.4	88.5	89.7
7	94	96	95.8	95.3	96.4	96.6
8	96	92	87	92.6	92.6	90.7
9	91	98	95.2	96.5	97.6	97.9
10	87	92	84.4	85.6	86.9	88
11	99	97	92.8	94.4	93.6	93
12	88	84	88	88.1	87.9	87.9
13	90	90	86.3	86.2	86.3	88.3
14	108	104	106.4	104.7	104	105.1
15	97	94	93.7	92.4	93.2	93.2
16	96	94	88.7	88.7	89.9	89.6
17	90	85	88.2	88.9	89.3	87.5

M1,M2,M3,M4, representam o primeiro,segundo,terceiro,quarto movimento das câmeras do examinador 2

**TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO**

Título do Projeto: Análise tridimensional do movimento de abdução do ombro

Pesquisadora: Denise Aparecida Sônego

Orientador: Alberto Cliquet Júnior.

Nome do paciente \_\_\_\_\_

Idade \_\_\_\_\_ DN \_\_\_\_\_

Endereço \_\_\_\_\_

O laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor do Departamento de Ortopedia e Traumatologia do HC/Unicamp está realizando uma pesquisa que visa avaliar o movimento articular do ombro por meio de sistema de análise Qualisys, que possibilita a captura de imagens para quantificar os movimentos realizados pela articulação, possibilitando melhor eficácia nos programas de reabilitação fisioterapêutica.

Havendo a participação neste estudo, os pesquisadores farão perguntas a respeito de antecedentes pessoais, histórias de traumas ou lesões que possam ter afetado a articulação em questão, assim como avaliações fisioterapêuticas com uso de goniômetro universal.

A realização desses movimentos será feita com marcadores colocados externamente sobre a pele e fixada com fita adesiva, que não acarretam qualquer risco ou dano para a integridade física, não existindo nenhuma forma de radiação emitida pelas câmeras.

A vantagem direta para o paciente será o esclarecimento dos movimentos funcionais da articulação do ombro ao realizar o movimento proposto, assim como os resultados encontrados serão comunicados aos participantes, com isto retribuindo-lhes, em parte, a colaboração que estão prestando.

Toda informação obtida decorrente desse projeto de pesquisa será submetida aos regulamentos do HC/Unicamp referentes ao sigilo das informações.

Durante o seguimento do trabalho poderá haver documentação fotográfica ou em forma de filmagens. Se os resultados ou informações fornecidos forem utilizados para fins de publicação, nenhum nome será utilizado.

Após a leitura do texto acima:

Estou de acordo com minha participação na pesquisa.

### **FORNECIMENTO DE INFORMAÇÃO ADICIONAL.**

Eu \_\_\_\_\_

Confirmando que o Prof.Dr.Alberto Cliquet Jr. ou a fisioterapeuta Denise Aparecida Sônego, explicaram o objetivo do estudo, os procedimentos aos quais serei submetido, e possíveis vantagens advindas desse projeto de pesquisa. Eu li e compreendi esse formulário e estou de pleno acordo em participar desse estudo.

---

Assinatura do participante.

Data

## RESPONSABILIDADE DO PESQUISADOR.

Eu, expliquei a \_\_\_\_\_ o objetivo do estudo, os procedimentos requeridos, usando o melhor do meu conhecimento. Eu me comprometo a fornecer uma cópia deste formulário de consentimento ao responsável.

Eu, expliquei a \_\_\_\_\_ o objetivo do estudo, os procedimentos requeridos, usando o melhor do meu conhecimento. Eu me comprometo a fornecer uma cópia desse formulário de consentimento ao responsável.

---

Denise Aparecida Sônego

Data

Fisioterapeuta - crefito 2603

---

Prof. Dr. Alberto Cliquet Jr.

**Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor**  
Departamento de Ortopedia e Traumatologia da Faculdade de Ciências Médicas da  
UNICAMP.

Termo de Consentimento

Eu \_\_\_\_\_

Nascido em \_\_\_\_\_ Portador do R.G. \_\_\_\_\_

Residente à \_\_\_\_\_ Nº \_\_\_\_\_

Bairro \_\_\_\_\_ Cidade \_\_\_\_\_ Estado \_\_\_\_\_

Telefone \_\_\_\_\_



Declaro que estou ciente da minha participação na pesquisa de avaliação dos movimentos articulares por meio do sistema de análise Qualisys e que fui informado sobre o seguinte:

- a) Que a avaliação do movimento é um sistema de captura de imagens, usado para quantificar os movimentos articulares, sendo um procedimento não invasivo, com marcadores colocados externamente na pele. Que não tem efeitos colaterais e não acarreta qualquer risco ou dano para minha integridade física.
- b) Que a pesquisadora desenvolve projeto de pesquisa específica no Laboratório de Biomecânica e Reabilitação do Aparelho Locomotor, Coordenado pelo Prof. Dr. Alberto Cliquet Jr. E serei devidamente informado sobre todos os procedimentos realizados segundo as normas e exigências do Comitê de Ética em Pesquisa da FCM/UNICAMP.

Campinas, SP, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2001

\_\_\_\_\_  
Assinatura

\_\_\_\_\_  
Prof. Dr. Alberto Cliquet Jr.

\_\_\_\_\_  
Pesquisadora - Denise Aparecida Sônego