

**ANDRÉA BEATRIZ BONSI**

*Este exemplar foi devidamente corrigido conforme  
resolução CC PE/036/83*

  
*Prof. Dra. Heliana A. de Lima Castro*  
Departamento de Morfologia  
Mód. 21317  
FOP/UNICAMP

**“ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS TRAPÉZIO,  
PORÇÕES SUPERIOR E INFERIOR E SERRÁTIL ANTERIOR, NOS  
MOVIMENTOS DO OMBRO E DA CINTURA ESCAPULAR”**

**Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em  
Odontologia, Área de Biologia e Patologia Buco-  
Dental, da Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do Título de Mestre em  
Ciências.**

**PIRACICABA - SP**

**FOP / UNICAMP**

**- 1997 -**

**ANDRÉA BEATRIZ BONSI** ✎

**Fisioterapeuta**

**“ANÁLISE ELETROMIOGRÁFICA DOS MÚSCULOS TRAPÉZIO,  
PORÇÕES SUPERIOR E INFERIOR E SERRÁTIL ANTERIOR, NOS  
MOVIMENTOS DO OMBRO E DA CINTURA ESCAPULAR”**

**Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação  
em Odontologia, Área de Biologia e Patologia  
Buco-Dental, da Faculdade de Odontologia de  
Piracicaba, da Universidade Estadual de  
Campinas, para obtenção do Título de Mestre  
em Ciências.**

**Orientadora: Profª. Dra. HELOÍSA AMÉLIA DE LIMA CASTRO** ✎

**PIRACICABA - SP**

**FOP / UNICAMP**

**- 1997 -**

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	
Unicamp	
B644a	
V.	Ex.
TOMBO BD/	30369
PROC.	281197
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	22/05/97
N.º CPD	

CN-00098274-1

Ficha Catalográfica Elaborada pela Biblioteca da FOP/UNICAMP

B644a	<p>Bonsi, Andréa Beatriz.</p> <p>Análise eletromiográfica dos músculos trapézio, porções superior e inferior e serrátil anterior em movimentos do ombro e da cintura escapular / Andréa Beatriz Bonsi. - Piracicaba : [s.n.], 1997.</p> <p>95f. : il.</p> <p>Orientador : Heloísa Amélia de Lima Castro.</p> <p>Tese (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Odontologia de Piracicaba.</p> <p>1. Eletromiografia. 2. Ombro - Músculos. I. Castro, Heloísa Amélia de Lima II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Odontologia de Piracicaba. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">19.CDD - 612.014 27 - 611.737</p>
-------	--

Índices para o Catálogo Sistemático

1. Eletromiografia	612.014 27
2. Ombro - Músculos	611.737



A Comissão Julgadora dos trabalhos de Defesa de Tese de **Mestrado**, em sessão pública realizada em 07/03/97, considerou o candidato aprovado.

1. Heloísa Amélia de Lima Castro

2. Fausto Bérzin

3. Vanessa Monteiro Pedro

## **DEDICATÓRIA**

**Aline, Juliana, Renan, Victor, Fernanda,**

**Rodrigo, Daniel, Marcelo e Taís,**

essenciais ao meu viver.

## **AGRADECIMENTOS**

**A PROF<sup>a</sup>. DRA. HELOÍSA AMÉLIA DE  
LIMA CASTRO**, pela orientação desse  
trabalho de tese, e pela confiança em minha  
pessoa. Muito Obrigada !

## **AGRADECIMENTO ESPECIAL**

Ao **Prof. Dr. Fausto Bérzin** pela ajuda fundamental prestada no decorrer deste trabalho.

Ao **Prof. Carlos Alberto Fornazari**, pelos ensinamentos específicos fornecidos desde a Graduação, sempre acatados e extremamente essenciais.

A **Prof<sup>a</sup>. Dra. Vanessa Monteiro Pedro**, que incondicionalmente corrigiu, ensinou e de uma certa forma acreditou na possibilidade desse trabalho.

A **Ricardo**, muito obrigada pelos momentos

filosóficos e ternos que me atribui e me

proporciona.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos **VOLUNTÁRIOS**, pela paciência e desinteressada colaboração.

Aos Professores do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Bucodental da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP / UNICAMP, pelos ensinamentos recebidos.

Ao atual Coordenador do Curso de Pós-Graduação em Biologia e Patologia Bucodental, **PROF. DR. CARLOS R. H. FORTINGUERRA**.

Ao **Prof. Dr. ANTÔNIO CARLOS PEREIRA**, pela grande parcela de responsabilidade inicial do meu ingresso no MESTRADO. Muito obrigado !!!

A **PROF<sup>a</sup>. DRA. DARCY O. TOSELLO**, pela maneira pronta com que realizou a transcrição para o inglês do resumo da tese.

Ao **profissional e amigo EDEMAR J. B. FERREIRA**, pelo trabalho de digitação, pela atenção dada às correções e elaboração final deste trabalho de dissertação.

Aos colegas do Curso de Pós-Graduação **GILMAR, CRISTIANE, DANIELA, DÉBORA, MARIANGELA, RENATA, IVANI, ROSANA, SILVANINHA, SIMONE, MÁRIO, RUBINHO, ROGÉRIO, KIRA, CLÁUDIA** e ao **Prof. ZENON**.

Aos eternos amigos **ROSELAINÉ, LÉA e ROSELI**, muito queridos!!!

Aos funcionários da **BIBLIOTECA** da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - FOP / UNICAMP, **SUELI, RONALDO, HELOÍSA** e especialmente a **LUCIANE** pela amizade !

A Srta. **LUZIA DE FÁTIMA DA SILVA**, pelas correções técnicas realizadas nas referências bibliográficas.

Ao Sr. **ELISEU BERTI**, do Setor de Desenho e Artes, por ter colaborado com seu talento artístico, ilustrando esse trabalho.

Ao Prof. Dr. **PEDRO DUARTE NOVAES, EDVALDO ROSA, PEDRO JUSTINO** e à **RICARDO GARCIA MUREB JACOB**, pela execução das fotografias deste Tese.

Ao Sr. **ANTÔNIO LUIZ RODRIGUES JÚNIOR**, pela análise estatística.

Ao **CNPq**, pela concessão da bolsa de estudos.

A todas as pessoas ligadas ao trabalho, muito obrigado.

## LISTA DE PALAVRAS E ABREVIATURAS

- ☞ apud.....em (latim)
- ☞ et al.....outros (abreviatura de “et alli”)
- ☞ TPS.....trapézio, porção superior
- ☞ TPI.....trapézio, porção inferior
- ☞ SA4d.....serrátil anterior, 4ª digitação
- ☞ SA5d.....serrátil anterior, 5ª digitação
- ☞ SA6d.....serrátil anterior, 6ª digitação

# SUMÁRIO

	<b>folha</b>
<b>LISTA DE ILUSTRAÇÕES .....</b>	<b>xiii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>xix</b>
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>02</b>
<b>REVISÃO DA LITERATURA.....</b>	<b>05</b>
<b>PROPOSIÇÃO .....</b>	<b>28</b>
<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>30</b>
<b>RESULTADOS.....</b>	<b>50</b>
<b>DISCUSSÃO.....</b>	<b>58</b>
<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>70</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>72</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>86</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>88</b>

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figuras</b>	<b>folha</b>
1	Eletrômiógrafo computadorizado, modelo VIKING II, da Nicolet Biomedical Instruments, de oito canais e impressora a jato de tinta ..... 31
2	Valores adotados na calibração do eletrômiógrafo, expressos em $\mu\text{V}$ , ms e Hz ..... 32
3	Par de eletrodos mini polares, de superfície, tipo BECKMAN, com colar adesivo de dupla face, utilizados para captação e derivação do sinal elétrico..... 33
4	Eletrodos conectados sobre a pele do músculo trapézio (1), porção superior e (2) porção inferior ..... 35
5	Eletrodos conectados sobre a pele do músculo serrátil anterior, (3) 4ª digitação; (4) 5ª digitação e (5) 6ª digitação ..... 36
6	Visualização parcial dos eletrodos devidamente fixados na pele, sobre os músculos e ligados ao pré-amplificador ..... 39
7	Movimento nº 1 - Abdução do ombro de 90° à 150° ..... 40
8	Movimento nº 2 - Flexão de ombro de 60° à 120° ..... 41
9	Movimento nº 3 - Abdução ou extensão horizontal do ombro de 90° à 0° .. 41
10	Movimento nº 4 - Abdução ou extensão horizontal do ombro de 0° à 40° .. 42
11	Movimento nº 5 - Adução ou flexão horizontal do ombro de 0° à 90° ..... 42
12	Movimento nº 6 - Adução ou flexão horizontal do ombro de 90° à 140° .... 43

13	Movimento nº 7 - Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro) .....	43
14	Movimento nº 8 - Translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro).....	44
15	Registro eletromiográfico mostrando a ação simultânea dos 5 canais em atividade.....	46

### **Tabelas**

1	Apresentação tabular das medidas exploratórias dos resultados obtidos, segundo movimento e regiões musculares.....	51
2	Apresentação dos resultados do teste de WILCOXON, para a comparação das porções observadas no músculo trapézio, segundo o movimento considerado .....	52
3	Apresentação dos resultados dos testes de FRIEDMAN, realizados para comparar as digitações do músculo serrátil anterior, segundo o tipo de movimento estudado .....	53
4	Apresentação dos resultados dos testes de FRIEDMAN, realizados para comparar as cinco regiões musculares consideradas no estudo, segundo o tipo de movimento estudado .....	54
5	Apresentação dos valores das somas das ordens obtidas na comparação dos movimentos, segundo a região muscular considerada, bem como os resultados dos testes e o nível de significância .....	55

## Anexos

1	Ficha de Avaliação.....	72
2	Termo de Concordância.....	73
3	Protocolo de Coloração de Eletrodos.....	74
4	Descrição da Seqüência dos Movimentos.....	75
5	Diagrama de “Box-Plot” (esclarecimento) .....	76
	A - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de abdução do ombro de 90° à 150°, segundo as regiões musculares consideradas .....	77
	B - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de flexão do ombro de 60 a 120°, segundo as regiões musculares consideradas .....	77
	C - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de abdução horizontal do ombro de 90 a 0°, segundo as regiões musculares consideradas .....	78
	D - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de abdução horizontal do ombro de 0 a 40°, segundo as regiões musculares consideradas .....	78
	E - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de adução horizontal do ombro de 0 a 90°, segundo as regiões musculares consideradas .....	79
	F - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de adução horizontal do ombro de 90 a 140°, segundo as regiões musculares consideradas .....	79

	G - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de translação vertical de elevação, segundo as regiões musculares consideradas .....	80
	H - Diagrama de “Box-Plot” dos dados do movimento de translação vertical de abaixamento, segundo as regiões musculares consideradas .....	80
6	I - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de adução do ombro de 90° à 150° .....	81
	II - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de flexão do ombro de 60° à 120° .....	81
	III - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de abdução ou extensão horizontal do ombro de 90° à 0° .....	82
	IV - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de abdução ou extensão horizontal do ombro de 0° à 40° .....	82
	V - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de adução ou flexão horizontal do ombro de 0° à 90° .....	83

VI - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de adução ou flexão horizontal do ombro de 90° à 140° .....	83
VII - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro) .....	84
VIII - Valores eletromiográficos de RMS de atividade dos músculos trapézio e serrátil anterior no movimento de translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro).....	84

**RESUMO**

## **RESUMO**

As porções superior e inferior do músculo trapézio e as 4ª, 5ª e 6ª digitações do músculo serrátil anterior foram estudadas eletromiograficamente em 10 indivíduos do sexo masculino, nos movimentos de ombro e da cintura escapular. Foram utilizados para esse estudo um Eletromiógrafo Nicolet e mini-eletrodos de superfície. Os registros mostraram que não houveram diferenças no comportamento das três digitações do músculo serrátil anterior. Na abdução e na flexão do ombro a porção superior do músculo trapézio atuou sinergicamente com o músculo serrátil anterior. Na abdução e adução horizontais não houve prevalência de nenhum dos músculos em estudo. Na translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro), a porção superior do músculo trapézio apresentou atividade preponderante sobre a porção inferior e o músculo serrátil anterior. Na translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro) predominou a atividade da porção inferior do músculo trapézio sobre o músculo serrátil anterior, e a menor atividade foi apresentada pela porção superior do músculo trapézio.

### **Palavras Chave:**

eletromiografia - escápula - músculo trapézio - músculo serrátil anterior - ombro.

## **INTRODUÇÃO**

## **INTRODUÇÃO**

A literatura tem evidenciado vários trabalhos sobre o complexo funcional do ombro e suas respectivas funções musculares, incluindo aspectos biomecânicos funcionais e eletromiográficos. Dentre eles destacaram-se os desenvolvidos por **INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944); STEINDLER (1955); LU (1965); DUFOUR (1986); BÜLL et al. (1990)** os quais referiram-se aos músculos trapézio e serrátil anterior.

Através de Tratados de Anatomia e Biomecânica de **GRAY (1979); RASH & BURKE (1987); SPENCE (1991); LATARJET & LIARD (1993)**, depreendemos que esta musculatura - trapézio e serrátil anterior - tem ação direta no posicionamento da escápula e na manutenção da postura dos ombros, devido às localizações de sua origem e inserção musculares. Um déficit muscular em um desses músculos pode alterar a posição dos ombros e gerar incapacidades funcionais que interferem nas atividades de vida diária, conforme resultados encontrados por **SAUNDERS (1951); JOHNSON & KENDALL (1955); SINGLETON (1966); HOPPENFELD (1987); KENDALL & McCREARY (1990)**.

Na procura da literatura sobre o comportamento eletromiográfico dessa musculatura, não foram encontradas referências que indicassem os movimentos mais adequados para restabelecer a função desses músculos. Nos protocolos de reabilitação do ombro, vários exercícios tem sido empregados, muitas vezes desnecessariamente, o que poderia estar adiando o resultado esperado. Assim,

esse estudo pretende contribuir com dados eletromiográficos dos músculos que compõe o mecanismo funcional do ombro.

## **REVISÃO DA LITERATURA**

## REVISÃO DA LITERATURA

No intuito de organizar e dar maior clareza aos principais estudos referentes aos músculos trapézio e serrátil anterior, dividimos a Revisão da Literatura em dois momentos. Primeiramente, apresentamos uma revisão dos artigos que tratam dos referidos músculos acima citados, vistos sob os aspectos biomecânicos e funcionais e em segundo lugar, uma revisão dos artigos que analisaram o comportamento desses músculos utilizando-se como parâmetro avaliativo a eletromiografia.

### **1. Aspectos biomecânicos e funcionais dos músculos trapézio, porções superior e inferior e serrátil anterior**

O mecanismo funcional do ombro e suas respectivas funções musculares, tem sido freqüentemente descritos na literatura. Entre outros autores, **ROUD (1913)**; **MAcKINZE (1940)** e **BRUNNSTRON (1941)**, desenvolveram trabalhos cujos temas enfatizavam a importância do conhecimento do complexo e funcionalidade do ombro. A presente revisão abordou trabalhos desenvolvidos no decorrer dos anos, no intuito de atualizar e aprimorar dados já existentes.

**DUCHENNE (1867)** através da estimulação elétrica de músculos no ser vivo desenvolveu estudos sobre a musculatura do ombro, demonstrando que a porção superior do músculo trapézio alcançou somente dois terços da elevação do ombro (translação vertical de elevação) produzida pela sua porção média. A

ação de deprimir o ombro (translação vertical de abaixamento) foi gerada pela sua porção inferior, além de ocorrer rotação medial da escápula realizada perante estimulação dessa mesma porção. A estimulação na porção superior do músculo trapézio e do músculo serrátil anterior, gerou ação semelhante à porção média do músculo trapézio, no movimento de elevação do ombro, impedindo a rotação da escápula e a depressão do ombro.

**SAUNDERS (1951)** afirmou que os movimentos próprios da articulação do ombro, entre o úmero e a escápula, são acompanhados pelos próprios movimentos da escápula, onde os músculos axioescapulares agem diretamente nos componentes ósseos, produzindo os movimentos. A abdução do membro superior, gerou rotação lateral da escápula, evidenciada quando o braço alcançou e ultrapassou o plano horizontal (90°). Essa rotação foi produzida pelo músculo serrátil anterior e pela porção superior do músculo trapézio, onde suas fibras superiores, cuja inserção se dá sobre a espinha e o acrômio da escápula, agiram na elevação da escápula (translação vertical de elevação), acompanhados pelo movimento de rotação lateral da escápula. Na depressão do ombro (translação vertical de abaixamento), as fibras inferiores do músculo trapézio, juntamente com o músculo serrátil anterior, participaram desse movimento. Quando o músculo trapézio, fibras superiores, está paralisado, a rotação lateral se torna impossível, bem como quando o músculo serrátil anterior está paralisado, a rotação lateral, - ação necessária para a abdução do membro superior - se torna impossibilitada, além do músculo serrátil anterior ser responsável por manter a borda medial da escápula contra a parede do tórax,

uma paralisia desse Músculo, levaria à projeção dessa borda, caracterizando um alamento da escápula.

**JOHNSON & KENDALL (1955)** demonstraram a importância no campo postural e funcional da integridade no grupo de músculos da cintura escapular. Ressaltaram algumas considerações anatômicas do músculo serrátil anterior, com a síndrome da Paralisia isolada, correlacionando-os com incapacidades e posturas instaladas que interferem nas condições funcionais e que conseqüentemente gerariam implicações na vida diária. De acordo com esses autores o desenvolvimento da paralisia do serrátil anterior, mostra um quadro clássico de alamento posterior da escápula, devido ao comprometimento da fixação escapular anterior, evidenciando a dificuldade que o indivíduo apresenta em abduzir o membro superior além de 90 graus e flexionar o membro superior acima da cabeça, além do posicionamento dos ombros em protusão anterior.

**STEINDLER (1955)** examinou os padrões de combinações nos movimentos do complexo do ombro, do ponto de vista puramente funcional, evidenciando para tanto que os músculos trapézio e serrátil anterior que apresentavam esteriótipos e performances semelhantes. Durante o movimento de abdução do ombro, a porção superior do músculo trapézio e o músculo serrátil anterior, geram grande força quando comparados com a porção média e inferior do músculo trapézio nesse mesmo movimento em termos de contração muscular. Observou que a porção superior do trapézio e o músculo serrátil

anterior realizam a rotação própria da escápula durante o movimento de abdução, onde a articulação esternoclavicular é o centro do movimento do membro superior. No abaixamento completo dos ombros a porção inferior do músculo trapézio age concomitantemente com o serrátil anterior.

**SINGLETON (1966)**, evidenciou em seu trabalho sobre a Anatomia Funcional do Ombro, dois grupos musculares necessários para abdução do mesmo. O primeiro formado por músculos cuja ação é direcionada ao úmero, e o segundo necessário para a elevação do membro superior era formado por músculos que agiam diretamente na escápula, para produzir os 60 graus de rotação lateral necessários para completar a amplitude do movimento de abdução do ombro. Concluiu que a porção superior do músculo trapézio e o músculo serrátil anterior foram responsáveis pela rotação lateral da escápula, devido ao fato de atuarem sobre o acrômio, rodando a escápula lateralmente, enquanto a porção inferior do músculo trapézio gerou força sob a espinha inferior escapular, dando continuidade a rotação. Simultaneamente a isso, o músculo serrátil anterior levava a escápula à frente, produzindo força adicional para o movimento. Nos casos onde o músculo serrátil anterior encontrava-se paralisado ou debilitado, o indivíduo era incapaz de elevar o braço acima da cabeça, isto porque o músculo trapézio não pôde gerar suficiente rotação para completar a abdução. Por outro lado, quando é o músculo trapézio que se encontra paralisado, e o músculo serrátil anterior íntegro, o braço podia ser elevado acima da cabeça normalmente pelo indivíduo, sem dificuldade, porém com o alamento característico da escápula.

**SINCLAIR (1972)**, à partir de observações , da origem e inserção dos músculo trapézio e serrátil anterior, observou a biomecânica atuantes nesses músculos. Através de trabalhos cinesiológicos sobre a musculatura do ombro, evidenciou a participação do músculo trapézio e serrátil anterior nos movimentos do ombro e enfatizou que o músculo serrátil anterior era o mais potente rotator lateral no movimento de abdução do ombro quando comparado com a porção superior do músculo trapézio.

**WALKER & POPPEN (1977)** estudaram a Biomecânica da articulação do ombro, durante o movimento de abdução da escápula decorrente do movimento de abdução horizontal, realizado pelo ombro. Participaram do trabalho 20 indivíduos, os quais eram posicionados em pé, juntos à uma prensa de tábua, fixada em um pilar vertical contendo um goniômetro e os membros superiores posicionados do lado do corpo. Foram realizadas radiografias do plano escapular na posição inicial, e após um intervalo de 30 graus até o máximo de elevação. Para determinar o movimento do úmero em relação à cavidade glenóide, localizaram os centros de rotação em cada espaço angular, em relação a cavidade glenóide. Observaram que durante o movimento de abdução, a escápula rodava sobre um eixo perpendicular à uma linha abaixo da cavidade glenóide e no seu próprio plano. Esse movimento foi detectado pela movimentação inferior do acrômio.

**HOPPENFELD (1987)** analisou os vários movimentos da escápula, citando o músculo serrátil anterior como potente abdutor da escápula, no qual,

esse movimento só era completo quando o úmero rodava externamente, a partir da abdução horizontal do membro superior do ombro. Lembrando, então, que a escápula se moveu após 20 graus de abdução, onde então o músculo serrátil anterior e o músculo trapézio atuaram juntamente. Sugeri um teste prático para a detecção de uma possível paralisia ou fraqueza do músculo serrátil anterior, denominado “teste da parede”, onde o indivíduo posicionava-se em pé, de frente para a parede com os braços estendidos à frente, cotovelos fletidos à 90 graus e, em seguida, aproximava o tórax da parede. Se houvesse queda da escápula e posicionamento das escápulas em asa, devido a perda do componente anterior, o teste era considerado positivo para fraqueza ou paralisia do músculo serrátil anterior.

**KAPANDJI (1987)** em seu trabalho sobre fisiologia articular, analisou alguns movimentos do ombro, destacando os principais músculos atuantes. O autor dividiu o movimento de abdução em três tempos, onde o primeiro tempo constava de 0 à 90° de amplitude, tendo a participação, essencialmente dos músculos deltóide e supraespinhoso como músculos motores. O segundo tempo consistia na abdução do ombro, numa angulação de 90° à 150°, onde os músculos motores do movimento são o trapézio e o serrátil anterior, com isso o movimento era limitado dos 150° de amplitude, pela resistência dos músculos adutores: grande-dorsal e peitoral maior. Finalmente o terceiro tempo da abdução ocorria de 150° à 180°, fazendo-se necessário a participação da coluna vertebral, no sentido de atingir a posição vertical do braço. O mesmo autor também dividiu em três tempos o movimento de flexão do ombro, onde no

primeiro tempo cuja angulação de 0 à 60° os músculos motores foram o deltóide, o coracobraquial e o peitoral maior. No segundo, de 60° à 120°, os músculos motores foram os mesmos da abdução: trapézio e serrátil anterior. O terceiro tempo, de 120° à 180°, houve limitação na articulação escápulo-umeral e escápulo-torácica, ocorrendo a necessidade da intervenção da coluna vertebral. Para os movimentos de adução, o autor não incluiu em sua análise a participação dos músculos trapézio e serrátil anterior como sendo músculos motores, nem tampouco analisa os movimentos de translação da escápula.

**RASH & BURKE (1987)** em seus estudos cinesiológicos e aplicados, correlacionaram o músculo serrátil anterior e músculo trapézio com paralisias ou perdas no componente de força desses músculos. Observaram que a perda do músculo serrátil anterior pouco influenciava na postura habitual da escápula, mas dificultava grandemente os movimentos do ombro e do braço. A debilidade desse músculo pode ser parcialmente compensada pela hipertrofia da porção inferior do músculo trapézio. Portanto se a fraqueza ou paralisia acometeu o músculo trapézio, o local do ombro torna-se visualmente mais baixo. Entretanto, se isto ocorresse nos primeiros anos de vida, o músculo serrátil anterior poderia se tornar hipertrofiado, e realizar a rotação da escápula, necessária nos diversos movimentos do membro superior.

**BAGG & FORREST (1988)** partindo de análises biomecânicas estudaram o padrão dinâmico do ritmo gleno-umeral e os centros de rotação da escápula. Analisando os músculos rotadores durante o movimento de abdução

do membro superior , relataram grande força na porção superior do músculo trapézio e no músculo serrátil anterior, quando comparados com a porção média e inferior do músculo trapézio. O músculo serrátil anterior concomitantemente ao músculo trapézio, em sua porção superior, agiu no movimento de abdução do membro superior, quando ocorria rotação da escápula, onde o músculo trapézio, porção inferior, participava com maior intensidade, assistindo o movimento até o mesmo atingir 90 graus de abdução.

**KENDALL & McCREARY (1990)**, em suas pesquisas sobre provas e funções musculares, afirmaram que o músculo trapézio foi responsável pela adução da escápula, ocorrida durante o movimento de abdução do ombro, efetuada principalmente pelas fibras médias, com estabilização pelas fibras superiores e inferiores. A rotação medial da escápula foi efetuada principalmente pelas fibras superiores e inferiores, com estabilização pelas fibras médias. Além disso, as fibras superiores elevaram e as fibras inferiores deprimiram a escápula. O músculo serrátil anterior atuou abduzindo a escápula, rodando-a medialmente, e mantendo a borda medial da escápula firmemente de encontro ao tórax, durante o movimento de adução horizontal, realizado pelo membro superior. A flexão se tornou mais comprometida que a abdução quando o serrátil anterior encontrava-se paralisado.

**RASCH (1991)** considerou em seu trabalho sobre o complexo do ombro, que a mobilidade realizada pelo membro superior advinha em partes de estruturas conhecidas por articulação do ombro ou mais precisamente

articulação gleno-umeral. É através dessa unidade funcional que o braço realiza seus movimentos em associação com a escápula e os músculos axioescapulares. Ressaltando, portanto, que os movimentos de abdução e adução do ombro, num plano sagital ocorrem no momento em que a escápula se movimenta lateralmente à coluna vertebral ou mediantemente em sua direção. O músculo serrátil anterior teve grande participação nesses movimentos citados, pois sustentou passivamente a escápula, elevando-a e atuando como uma força de um binário, ou seja, duas forças paralelas, não coincidentes e em direções opostas, que tendem a causar a rotação escapular. O outro membro desse binário é o músculo trapézio, que exerceu um papel crucial no posicionamento da escápula durante os movimentos de flexão e abdução do úmero, principalmente nos primeiros 90 graus de elevação umeral.

**HALL (1993)** elaborou um esquema de localização dos músculos na região escapular, com intuito de estudar biomecanicamente a ação e o comportamento dos músculos axioescapulares. Pelas suas inserções e linhas de ação, alguns deles contribuíram com mais de uma ação sobre o úmero e sobre a escápula. O músculo serrátil anterior manteve a borda medial da escápula firmemente contra o tórax, levando-a em abdução, acompanhado pelo movimento de adução horizontal do ombro. Por outro lado, o músculo trapézio tendo ação adutora, tracionou a escápula em direção à linha média, durante a abdução horizontal do ombro, sendo que sua porção superior elevou a escápula, sofrendo leve rotação medial realizada pelo músculo serrátil anterior e sua porção inferior deprimiu a escápula, sofrendo leve rotação realizada pelo

músculo serrátil anterior. Estas conclusões são compatíveis com os resultados obtidos por outros autores como **CLARKSON & GILEWICH (1991)** e **GERMAIN (1992)** que seguiram metodologias semelhantes.

**LATARJET & LIARD (1993)** em seus estudos biomecânicos sobre o esqueleto apendicular e suas articulações, enfatizaram à nível do membro superior que o músculo trapézio, em sua porção superior, é um importante elevador do ombro, aproximando a escápula da coluna vertebral, e o músculo serrátil anterior, leva a escápula contra o tórax em todos os movimentos do membro superior, principalmente flexão e abdução, contribuindo na oscilação da escápula em todos os movimentos de abdução do úmero, no sentido de abaixar seu ângulo superior através da ação de suas primeiras digitações e elevar seu ângulo superior por meio das últimas digitações, conduzindo assim a escápula anteriormente

**JOHNSON et al. (1994)** estudaram o músculo trapézio em suas três porções, realizando dissecações em cadáveres humanos, objetivando com isso a anatomia e as ações desse músculo na escápula e clavícula. Nessa pesquisa os autores chamaram a atenção sobre a importância dos testes de prova de função e palpação muscular apurados em indivíduos vivos quando submetidos à uma avaliação física. Concluíram que o músculo trapézio não pode exercer uma força dupla na escápula, porque suas fibras superiores e inferiores não agem em direções opostas para produzir uma rede de força. Necessariamente o músculo

serrátil anterior é recrutado e este agindo em direção oposta, realizou juntamente com o músculo trapézio a rotação lateral da escápula.

## **2. Os músculos trapézio e serrátil anterior a partir da eletromiografia.**

O marco inicial dos estudos eletromiográficos sobre a musculatura do ombro se concretizou com o trabalho de **INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944)**. Os autores citaram um importante grupo muscular que constitui o mecanismo funcional do ombro, denominado músculos axioescapulares, formado pelo trapézio, serrátil anterior, elevador da escápula e rombóides, responsáveis pelo desempenho e manutenção da postura dos ombros. Esses autores observaram eletromiograficamente o músculo trapézio e serrátil anterior em alguns movimentos da articulação do ombro. De acordo com eles esses músculos atuaram como componentes de pares de força (superior e inferior) na rotação da escápula. Sendo o par de força superior constituído pela porção superior do músculo trapézio, do músculo elevador da escápula e porção superior do músculo serrátil anterior, enquanto que o par de força inferior é constituído pelas porções inferiores dos músculos trapézio e serrátil anterior.

**YAMSHON & BIERMAN (1948)** atribuíram a eletromiografia como sendo uma tentativa objetiva de avaliar a ação muscular. Apesar desse método ter suas limitações, é uma das mais confiáveis técnica para avaliação muscular. Utilizando-se dessa técnica, os autores investigaram o músculo trapézio, em suas três porções baseando-se em parâmetros comparativos entre os indivíduos selecionados para o experimento. Os potenciais de ação foram graduados em

“fraco”, “moderados”, “moderadamente fortes” e “fortes”. Todos os movimentos utilizados pelo membro superior eram isotônicos livres. Os registros revelaram que o músculo trapézio em sua porção superior obteve “forte” potencial de ação no movimento de elevação do ombro (translação vertical de elevação). Na rotação escapular, dada pelo movimento de abdução do membro superior, a porção superior do músculo trapézio obteve a graduação de “moderadamente forte”. Na flexão e adução horizontal foram registrados potenciais “moderados” e na depressão do ombro nenhum potencial foi registrado. A porção inferior do músculo trapézio obteve atividade eletromiográfica de grau “forte” na depressão do ombro (translação vertical de abaixamento) e adução do membro superior, enquanto que, nos movimentos de abdução e flexão do membro superior, a atividade eletromiográfica obteve valor “moderado”.

**TOURNAY & PAILLARD (1952)** referiram-se em trabalho sobre o comportamento do músculo trapézio que todos os feixes deste músculo demonstraram atividade predominante principalmente no movimento de elevação dos ombros.

**WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952)**, estudaram eletromiograficamente o músculo trapézio, em movimentos do membro superior, com uso de halteres de um e dois quilos, e obtiveram resultados significativos. As três porções do músculo trapézio, participaram do movimento de adução da escápula ocorrida durante a abdução do ombro, destacando que a porção

superior apresentou maior amplitude nos registros eletromiográficos do referido músculo, e menores no abaixamento dos ombros, enquanto que a porção superior foi mais ativa no movimento de elevação do ombro e as porções média e inferiores foram consideradas acessórios importantes na rotação da escápula e durante os primeiros 40 graus de abdução e os primeiros 60 graus de flexão.

SAHA et al. (1956) estudaram eletromiograficamente os músculos que agem no complexo do ombro, com o objetivo de compreender quais atuaram durante a elevação, abdução e flexão do ombro correlacionando com as várias fases desses movimentos. Os potenciais de ação e frequência dos músculos foram observados durante essas fases, ficando evidenciado que durante a fase de abdução do ombro, o músculo serrátil anterior em suas porções inferior e média, desenvolveu potência mínima em 60 graus, aumentando gradualmente sua contração aos 180 graus de abdução (máximo). A porção superior apresentou amplitudes em 120 graus, tendo diminuído sua potência gradualmente em 180 graus, sempre com amplitude maior que sua porção inferior. Durante a fase de flexão do ombro, o músculo serrátil anterior apresentou as menores amplitudes elétricas, desenvolvendo potência mínima dos 30 graus progressivos até 180 graus. O músculo trapézio em suas três porções, superior, média e inferior apresentou aumento gradual simultâneo em ambas as porções, alcançando um máximo de amplitude em 120 graus. Sua porção inferior foi mais ativa na fase final do movimento, de 150 a 180 graus, embora com amplitudes menores em relação à porção superior.

**SCHEVING & PAULY (1957)** pesquisaram eletromiograficamente alguns músculos relacionados com o membro superior. Os registros dos potenciais de ação desses músculos foram captados através de eletrodos superficiais, com os voluntários sentados, durante os movimentos de flexão, extensão, abdução, adução e rotação lateral dos membros superiores. O músculo serrátil anterior apresentou atividade eletromiográfica em todos os movimentos do úmero, entretanto, nos movimentos de extensão e abdução, encontrou-se potenciais de ação com maiores amplitudes. Esses autores justificaram a presença de atividade elétrica do músculo serrátil anterior, em todos os movimentos, independente das angulações, pela explicação que todos esses movimentos realizados pelo úmero, afetaram a escápula, através da articulação gleno-umeral, resultando em contração do músculo serrátil anterior, seja para estabilizar a escápula ou movimentá-la. Complementando essa pesquisa utilizaram técnicas radiológicas e avaliações, e afirmaram que o movimento escapular e umeral são simultaneamente contínuos.

**SOUSA (1958)**, através de uma revisão de autores que analisaram simultaneamente através da eletromiografia, os músculos serrátil anterior e trapézio, dividindo-os em três porções: superior, média e inferior, demonstrou que a porção superior de ambos os músculos analisados agiram na suspensão da escápula, bem como no suporte estático do membro superior, tanto que revelaram atividade elétrica quando em posição de repouso do membro. As porções inferiores dos referidos músculos foram responsáveis pela rotação da escápula durante vários movimentos do ombro, principalmente de abdução

sendo que o músculo serrátil anterior foi mais ativo, em termos de amplitude nos registros eletromiográficos, enquanto que a porção inferior do músculo trapézio agiu com maior intensidade na abdução do membro superior juntamente com a sua porção média.

**LU (1965)** evidenciou em seu trabalho eletromiográfico sobre a musculatura do ombro e seus movimentos, que os músculos trapézio e serrátil anterior foram os responsáveis pela rotação da escápula, ação fundamental para que ocorra o movimento de abdução e flexão do ombro. Durante a elevação do ombro, a porção superior do músculo trapézio aumentou e diminuiu gradativamente de intensidade nas fases de elevação e abaixamento respectivamente.

**THOM (1965)** desenvolveu pesquisas na área da eletromiografia analisando a função dos músculos trapézio e serrátil anterior relacionando-os à movimentação da escápula a partir dos movimentos do membro superior. Na flexão do membro superior, houve a participação das três porções do músculo trapézio, sendo que a porção superior foi a mais ativa e a inferior a menos ativa e também das porções média e inferior do músculo serrátil anterior. O movimento de abdução do membro superior foi auxiliado principalmente pelas duas porções superior e média do músculo trapézio, e nenhuma atividade eletromiográfica foi observada na porção inferior do músculo trapézio. As porções média e inferior do músculo serrátil anterior participaram desse

movimento, no sentido de fornecer rotação para a escápula completar a abdução.

**BÜLL et al (1984)** estudaram eletromiograficamente o músculo trapézio, porção superior na circundação e oscilação pendular do membro superior. Os dados eletromiográficos foram analisados de acordo com o método de **BASMAJIAN (1978)** quantificando os sinais elétricos como: inatividade muscular (-); atividade leve (+); atividade moderada (2+); atividade observada (3+) e atividade grandemente observada (4+). Os voluntários utilizados para o trabalho foram divididos em dois grupos, respectivamente, um grupo masculino e um grupo feminino. Por fim, concluíram que no momento da circundação, que combina os movimentos de abdução, adução, flexão e extensão do membro superior, o músculo trapézio, porção superior, apresentou no movimento da elevação, formada pelo período de abdução e flexão, atividade grandemente observada (4+), enquanto que no movimento da depressão, formada pelo período de adução e extensão, a atividade do músculo trapézio encontrada foi leve (+). No movimento da oscilação pendular, que combina os movimentos de flexão, extensão, hiperextensão e retorno da hiperextensão do membro superior, o músculo trapézio, em sua porção superior, apresentou na fase de flexão uma atividade grandemente observada (4+).

**RASH & BURKE (1987)** relataram que todas as porções do músculo trapézio se contraíram simultaneamente, e atuaram mais intensamente sobre a porção superior do que sobre a porção inferior da escápula, ao mesmo tempo

elevando o acrômio, aduzindo a espinha da escápula e deprimindo a borda medial. Sua ação combinada ao músculo serrátil anterior, rodou a escápula de modo a orientar a cavidade glenóide para cima (rotação lateral). Essa ação foi evidenciada principalmente nos movimentos de flexão e abdução do membro superior. Estudos eletromiográficos citados nessa obra sugeriram que, a porção inferior do músculo trapézio, foi a responsável pela sustentação da escápula em adução, e a porção média atuou como estabilizadora, mantendo-a em sua posição normal.

**BAGG & FORREST (1988)** propuseram um modelo biomecânico do ombro correlacionando resultados de análise biomecânicas com a atividade elétrica dos rotadores escapulares e mostraram similaridade nos valores obtidos. O músculo trapézio, porção superior e o músculo serrátil anterior, porção inferior, apresentaram grandes amplitudes no movimento de abdução do membro superior, principalmente quando comparados com a porção média e inferior do músculo trapézio. Enfatizaram que para ocorrer o movimento de abdução é necessário que haja rotação lateral da escápula dada pela ação desses dois músculos.

**GLOUSMAN et al. (1988)** realizaram a análise eletromiográfica dinâmica do ombro durante o arremesso no baseball, em indivíduos com instabilidade na articulação gleno-umeral. Esses indivíduos foram analisados durante os movimentos que correspondiam às cinco fases do arremesso da bola dessa modalidade esportiva. Foi utilizado um grupo controle de indivíduos sem

instabilidade ou qualquer outro distúrbio na articulação do ombro. Após as cinco fases do arremesso e a realização das análises eletromiográficas, observaram que o músculo serrátil anterior se destacou em termos de maior amplitude do sinal elétrico nas fases em que ocorria a abdução do membro superior, fase de aceleração para arremessar a bola e no final do movimento de arremesso. Na fase de desaceleração, houve a diminuição progressiva da atividade elétrica do músculo. Portanto, estatisticamente o grupo com instabilidade na região do ombro conseguiu, quando comparado ao grupo controle e em termos de amplitude de sinais elétricos, superar a instabilidade gleno-umeral, visto que o músculo serrátil anterior controlou a rotação da escápula juntamente com o músculo trapézio, estabilizando-a e acessorando o movimento.

**McCANN et al. (1989)** com a preocupação voltada para a clínica de reabilitação, estudaram através da eletromiografia exercícios propostos num programa de Reabilitação do ombro. O protocolo do programa utilizado foi o de NEER (1987), que constituiu-se de três fases, a fase passiva, ativa e resistida. A proposta foi a de quantificar a atividade eletromiográfica dos músculos do ombro e a cinemática do complexo gleno-umeral durante esses três exercícios. Utilizaram como referência o plano escapular, três movimentos (abdução / flexão / extensão) e músculos do ombro, dentre eles o músculo trapézio e o músculo serrátil anterior. Os autores verificaram através de registros eletromiográficos que na fase inicial passiva onde os indivíduos realizavam exercícios em posição supina e vertical, o músculo serrátil anterior

apresentou uma maior atividade elétrica nos movimentos de elevação e abdução do ombro assistida e em relação ao músculo trapézio, este gerou atividade elétrica maior nos movimentos de extensão do membro superior e abdução do ombro assistida. Na segunda fase do protocolo, fase ativa, os indivíduos foram posicionados em pé, com elevação no plano escapular. Os exercícios foram realizados primeiramente com o cotovelo fletido e em seguida com o cotovelo estendido, para registrar possíveis mudanças relativas na atividade muscular. O músculo serrátil anterior mostrou atividade moderada durante ambas as posições referentes ao cotovelo, no mesmo exercício de elevação do ombro. A fase de exercícios resistidos demonstrou atividade mínima nos músculos testados, porém analisando unicamente o músculo serrátil anterior, o mesmo apresentou amplitudes elétricas maiores no movimento de extensão do membro superior, enquanto que o músculo trapézio destacou-se no movimento de abdução e extensão do membro superior.

**BÜLL et al. (1990)**, utilizando eletrodos de agulhas coaxiais e movimentos livres do ombro, estudaram o músculo trapézio em sua porção superior e o músculo serrátil anterior na porção inferior. Verificaram que os resultados eletromiográficos no movimento de elevação do ombro, se apresentaram um aumento gradual na atividade elétrica do músculo trapézio porção superior, à medida em que o ombro se elevava. Na elevação mantida do ombro houve um decréscimo na intensidade dos potenciais, e para o músculo serrátil anterior, apenas inatividade. O movimento de depressão do ombro (translação vertical de abaixamento da escápula), correspondia ao retorno dos

ombros da posição de elevação. A atividade eletromiográfica registrada foi maior no início do movimento do retorno para o músculo trapézio e inatividade foi registrada para o músculo serrátil anterior.

**MATHIASSEN & WINKEL (1990)** compararam a atividade eletromiográfica na região do ombro e pescoço de acordo com a posição do membro superior e o torque atribuído à articulação gleno-umeral. Analisaram através da eletromiográfica de superfície, o músculo trapézio, porção superior, concluindo que a amplitude dos potenciais elétricos registrados nesse músculo, num torque constante na articulação gleno-umeral depende de uma posição vertical e horizontal do membro. Assim, mudanças na posição do braço, conforme as angulações, ou no torque sobre a articulação gleno-umeral, causam diferentes mudanças na amplitude eletromiográfica.

**PIACENTINI & BÉRZIN (1991)** estudaram eletromiograficamente as três porções do músculo trapézio, durante o movimento de circundação do membro superior, através do uso de uma roda de ombro acoplada à parede. As três porções do músculo foram ativas na fase de elevação do membro superior, sendo pronunciada por amplitudes dos sinais elétricos maiores, principalmente no sentido horário da circundação. A fase de menor amplitude dos sinais elétricos foi a de depressão, durante a circundação no sentido anti-horário. No entanto, salientaram que durante a fase de elevação, duas porções do músculo trapézio apresentaram atividades elétricas de maior amplitude, a porção superior e a porção média. Os autores, portanto, concluíram, que as três

porções do músculo trapézio atuaram com potenciais de ação de grandes amplitudes durante as fases de flexão do membro superior, realizadas no sentido horário na roda de ombro, e que a variação dos raios da roda não modificou os resultados significativamente.

**GLOUSMAN (1993)** estudou a atividade eletromiográfica como técnica de investigação muscular dos músculos da região do ombro em atletas de várias modalidades, como baseball, tênis e golfe. Os dados demonstraram o comportamento dos músculo serrátil anterior e trapézio durante os movimentos de arremesso acima da cabeça. A atividade elétrica nos atletas com instabilidade da articulação gleno-umeral demonstrou registros elétricos menores resultantes da diminuição da protração da escápula que normalmente começaria durante a fase onde o ombro alcança o máximo de rotação lateral. Isto gerou stress adicional no compartimento anterior, iniciando a fadiga do músculo serrátil anterior. Então, a rotação escapular necessária para o movimento de arremesso dessas modalidades, tornou-se deficiente, pois houve a diminuição do espaço entre o acrômio e a cabeça do úmero.

**WOENSEL & ARWERT (1993)** avaliaram os efeitos do comprimento e carga aplicadas na eletromiografia dos músculos do ombro, em diversos ângulos de abdução, 45, 90 e 135 graus da articulação gleno-umeral, forças idênticas também foram aplicadas no membro superior obedecendo um padrão isométrico. Todos os músculos aumentaram sua atividade eletromiográfica quando atingiram 135 graus de abdução do ombro. O músculo serrátil anterior

aumentou sua atividade elétrica em 90 e 135 graus e o músculo trapézio na sua porção inferior sofreu o mesmo comportamento muscular. Assim sendo, os músculos aumentavam seu padrão eletromiográfico, conforme forças eram aplicadas e o grau de abdução mais elevado.

**PROPOSIÇÃO**

## PROPOSIÇÃO

A proposta deste trabalho foi estudar eletromiograficamente a ação simultânea dos músculos trapézio, em suas porções superior e inferior e serrátil anterior, em suas 4ª, 5ª e 6ª digitações, em oito movimentos do ombro e da cintura escapular, abaixo descritos, com os voluntários analisados na posição sentado.

- ☞ Abdução do ombro , de 90° à 150°;
- ☞ Flexão do ombro, de 60° à 120°;
- ☞ Abdução ou extensão horizontal do ombro, de 90° à 0°;
- ☞ Abdução ou extensão horizontal do ombro, de 0° à 40°;
- ☞ Adução ou flexão horizontal do ombro, de 0° à 90°;
- ☞ Adução ou flexão horizontal do ombro, de 90° à 140°;
- ☞ Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro);
- ☞ Translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro).

## **MATERIAL E MÉTODOS**

# **MATERIAL E MÉTODOS**

## **1. Voluntários**

As ações simultâneas das porções superior e inferior do músculo trapézio e as 4ª, 5ª e 6ª digitações do músculo serrátil anterior em oito movimentos do ombro e da cintura escapular, foram estudadas eletromiograficamente no hemicorpo direito de 10 voluntários do sexo masculino, na faixa etária de 18 à 28 anos, sem história de doenças articulares e musculares.

Os voluntários praticavam atividade física três vezes por semana, durante pelo menos um ano, com intuito de garantirmos o condicionamento físico. Esses voluntários foram submetidos a uma avaliação física (anexo 1), com a finalidade de detectar possíveis alterações posturais e retrações musculares.

## **2. Equipamentos**

### **2.1-Eletromiógrafo**

Os registros eletromiográficos foram obtidos no Eletromiógrafo modelo VIKING II, da Nicolet Biomedical Instruments, de oito canais, computadorizado, com impressora à jato de tinta (figura 1), pertencente ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, UNICAMP.

### 2.1.1-Calibração do Eletromiógrafo

O eletromiógrafo foi calibrado com uma sensibilidade de amplitude de 500 microvolts ( $\mu\text{v}$ ) por divisão; e o tempo do registro do sinal 200 (ms) por divisão, correspondendo ao tempo estabelecido para a execução de cada movimento. Os filtros foram fixados numa amplitude de 10 hz para baixa frequência, e de 10 khz para alta frequência (figura 2).



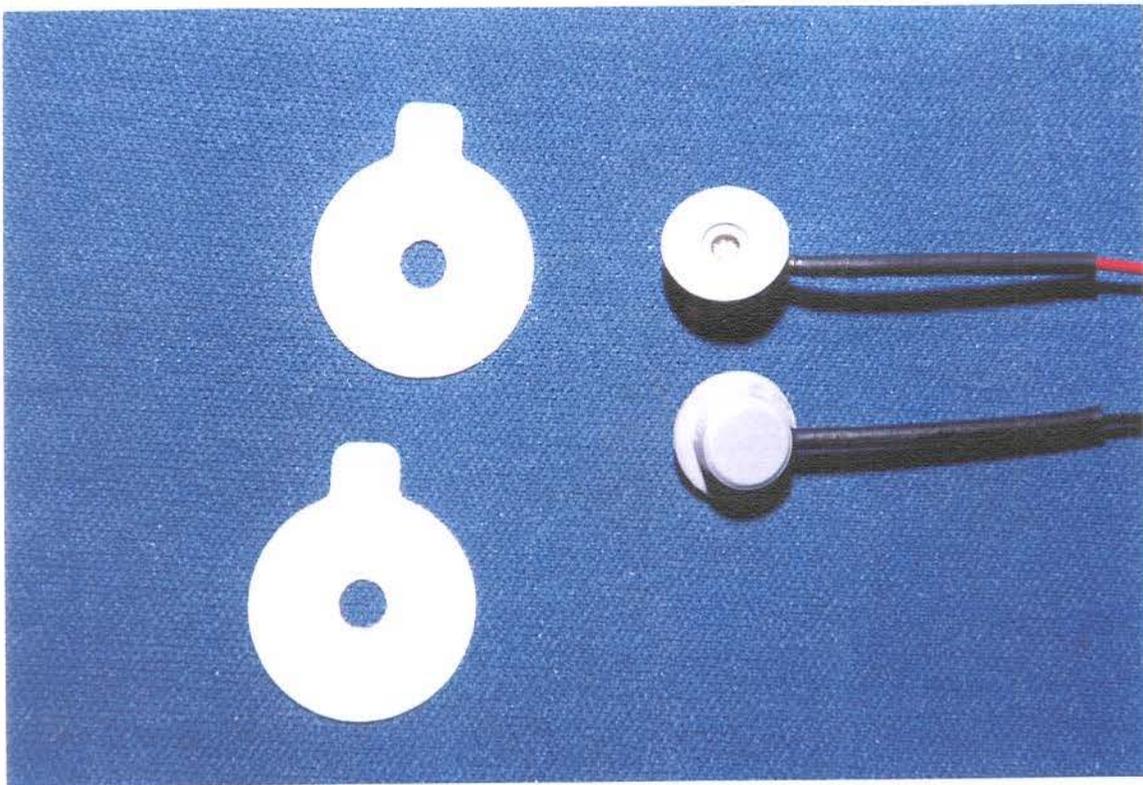
*Figura 1 - Eletromiógrafo computadorizado modelo VIKING II, da Nicolet Biomedical Instruments, de oito canais, com impressora a jato de tinta.*

MMP SETTINGS P.2						
TRACE AND AMPLIFIER SETUP						
Trace Number	Trace Mode	Amp No.	Low Freq. (LFF)	High Freq. (HFF)	Amp. SNS (SNS)	Timebase (TME)
1	Free Run	1	10 Hz	10 kHz	500 $\mu$ V	200 ms
2	Off	-	-	-	-	-
3	Free Run	3	10 Hz	10 kHz	500 $\mu$ V	200 ms
4	Off	-	-	-	-	-
5	Free Run	5	10 Hz	10 kHz	500 $\mu$ V	200 ms
6	Free Run	6	10 Hz	10 kHz	500 $\mu$ V	200 ms
7	Free Run	7	10 Hz	10 kHz	500 $\mu$ V	200 ms
8	Off	-	-	-	-	-

Figura 2 - Valores adotados na calibração do eletromiógrafo, expressos em  $\mu$ v, ms e Hz.

## 2.2-Eletrodos<sup>1</sup>

Para captação dos sinais elétricos foram utilizados mini eletrodos de superfície, monopolares, tipo BECKMAN (figura 3), com diâmetro de 11mm e superfície de detecção de 2mm para cada região analisada, e um eletrodo terra para isolamento.



*Figura 3 - Par de eletrodos mini polares, de superfície, tipo BECKMAN, com colar adesivo de dupla face, utilizados para captação e derivação do sinal elétrico.*

---

<sup>1</sup> Doado pela FAPESP - Proc. Nº 91/4709-3

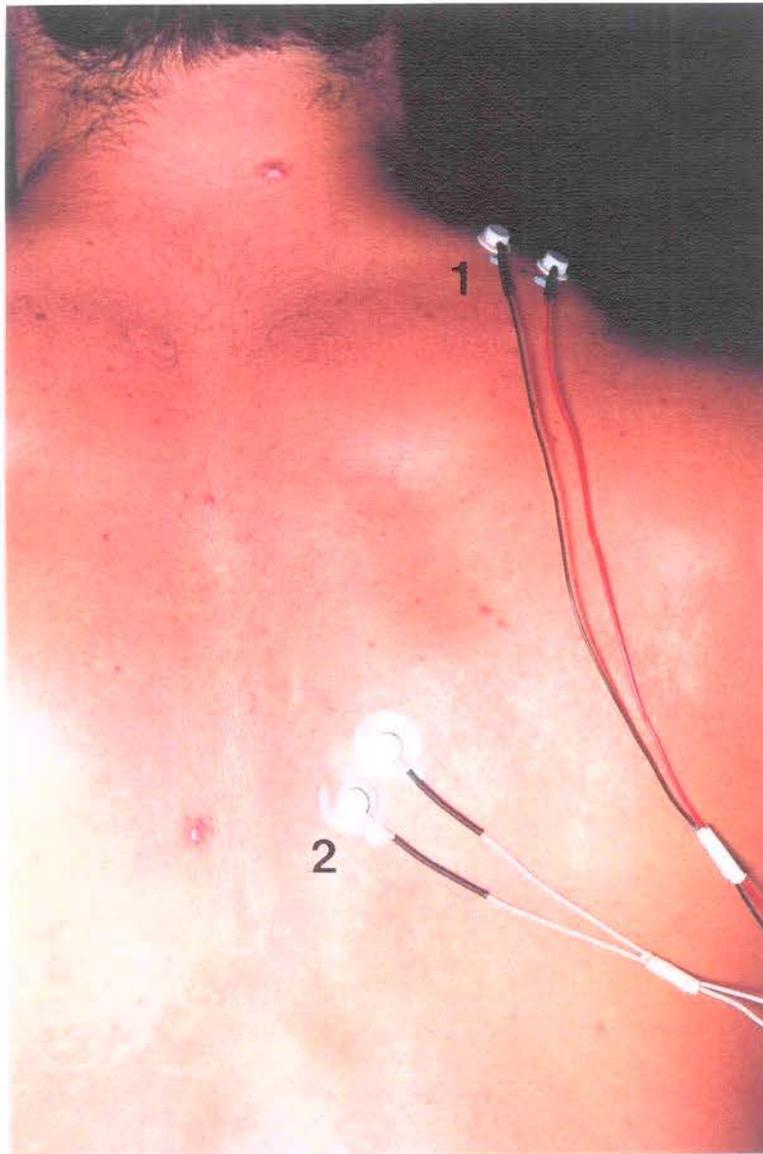
Após a realização de tricotomia e limpeza da pele com álcool-éter, com a finalidade de remover a gordura superficial, evitar interferências e diminuir a impedância elétrica da pele, os eletrodos foram fixados sobre as regiões musculares pré-determinadas, com auxílio de colar adesivo, de dupla face.

O local mais adequado para a colocação dos eletrodos de captação, segundo **BASMAJIAN & DE LUCA (1985)**, é a região intermediária entre o centro da zona de inervação (ponto motor), e o tendão do músculo, alinhados longitudinalmente e paralelos ao sentido das fibras musculares, guardando sempre uma distância entre cada par de 1,5 cm, a partir do centro dos eletrodos, e que foi seguido neste trabalho.

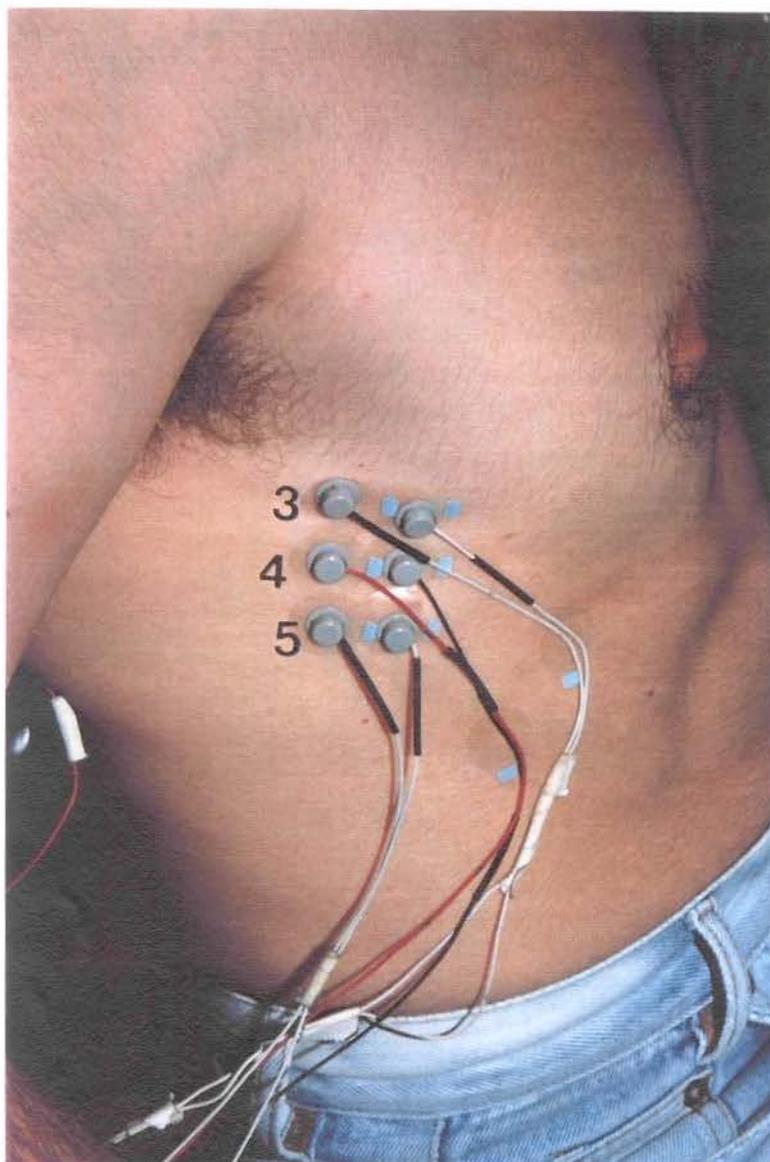
Para captar os sinais eletromiográficos, foram utilizados cinco pares de eletrodos de superfície. A colocação desses eletrodos ficou assim definida, e está demonstrada nas figuras 4 e 5.

- ◆ 1º par de eletrodos - músculo trapézio, fibras superiores: 6 cm distante da linha mediana, na altura da 7ª vértebra cervical;
- ◆ 2º par de eletrodos - músculo trapézio, fibras inferiores: 3 cm distante da linha mediana posterior, na altura da 7ª vértebra torácica;
- ◆ 3º par de eletrodos - músculo serrátil anterior, em sua 4ª digitação: abaixo do ângulo inferior da escápula, altura da 10ª vértebra torácica, na direção da linha axilar anterior;
- ◆ 4º par de eletrodos - músculo serrátil anterior, em sua 5ª digitação, abaixo do ângulo inferior da escápula, altura da 11ª vértebra torácica, na direção da linha axilar anterior;

- ◆ 5º par de eletrodos - músculo serrátil anterior, em sua 6ª digitação: abaixo do ângulo inferior da escápula, altura da 12ª vértebra torácica, na direção da linha axilar anterior.



*Figura 4 - Eletrodos conectados sobre o músculo: 1. trapézio, porção superior, 2. trapézio, porção inferior.*



*Figura 5 - Eletrodos conectados sobre o músculo: 3. serrátil anterior, 4ª digitação; 4. serrátil anterior, 5ª digitação; 5. serrátil anterior, 6ª digitação.*

A definição dos pontos de colocação dos eletrodos foi baseada em normas adotadas por **BÜLL (1982); PIACENTINI & BÉRZIN (1987)** e **BÜLL (1986)** respectivamente para a porção superior e porção inferior do músculo trapézio e 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> digitações do músculo serrátil anterior, bem como a execução dos testes especiais de palpação e provas de função muscular normais descritas por **DANIELS & WORTHINGHAM (1985); DUFOUR et al. (1986); CLARKSON & GILEWICH (1991)** e **KENDAL & McCREARY (1990)**.

Os eletrodos de superfície foram os escolhidos por apresentarem alto índice de precisão, e por serem uma técnica não invasiva, que não causa desconforto do voluntário, sendo desnecessário o uso de eletrodos de agulha (**SODERBERG & COOK, 1983**), pois os músculos eram superficiais.

### **3. Procedimentos**

Inicialmente apresentamos aos voluntários o protocolo de execução dos requisitos para o experimento, que constava dos seguintes formulários (anexos);

- ◆ Anexo 2 - Termo de Concordância;
- ◆ Anexo 3 - Protocolo de Colocação dos Eletrodos;
- ◆ Anexo 4 - Descrição da Seqüência dos Movimentos;

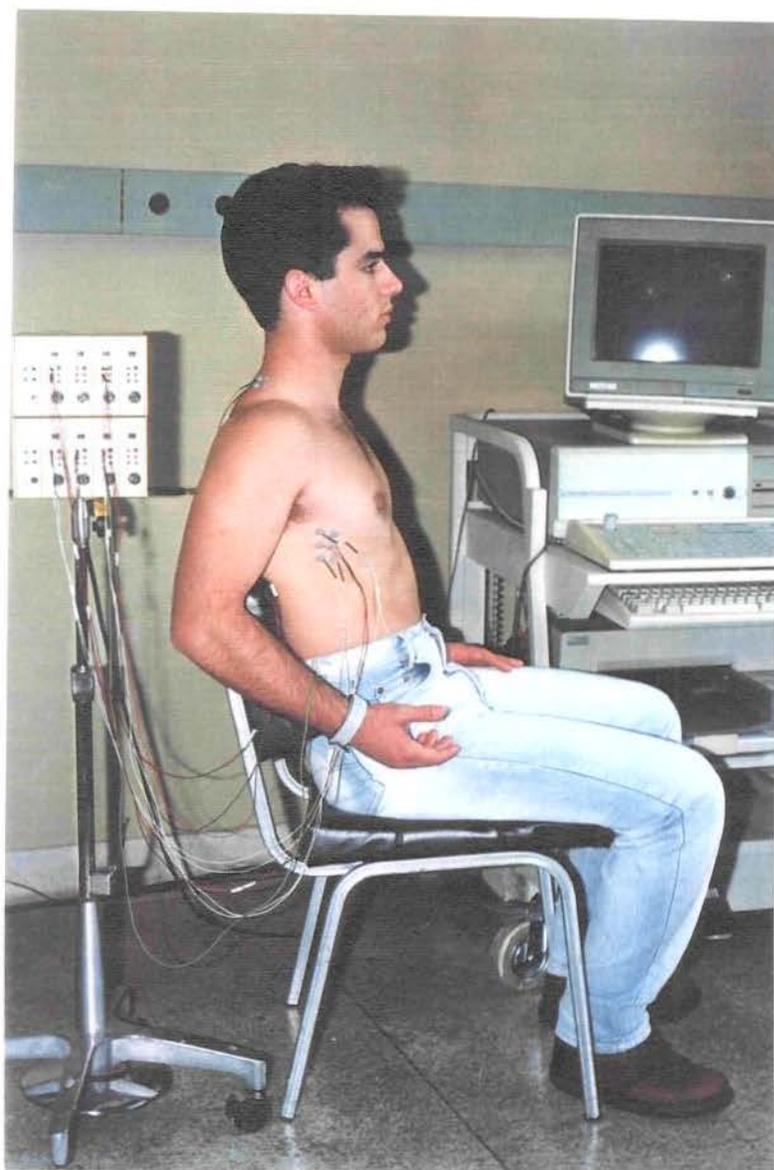
Em seguida, o voluntário assinava o Termo de Concordância e preenchia uma ficha com seus dados.

Nesta fase foram medidos, com um goniômetro de marca CARCI, os ângulos de repouso e dos movimentos, partindo do início e do fim da execução dos movimentos, com o indivíduo na posição sentada, com apoio na região lombar, e os pés apoiados no chão.

A próxima etapa constou da apresentação aos voluntários do objetivo do trabalho e de explicações sobre o experimento, bem como a apresentação dos exercícios a serem executados, enfatizando a preocupação com a qualidade da execução de cada movimento.

Esta apresentação seguiu-se de treinamento relativo à postura e realização dos movimentos, antes do início do teste, sendo estabelecido junto ao voluntário a posição inicial e final de cada movimento, bem como a velocidade de execução dos exercícios e o comando verbal do investigador, para o início de cada movimento, com intuito de que o registro do sinal captado na tela do eletromiógrafo pudesse ocorrer ao mesmo tempo em que o voluntário realizasse o movimento por completo.

À medida em que eram fixados na pele sobre as regiões musculares, os eletrodos eram conectados ao pré-amplificador do eletromiógrafo, por cabos de 120 cm de comprimento, nos canais previamente estabelecidos (Figura 6).

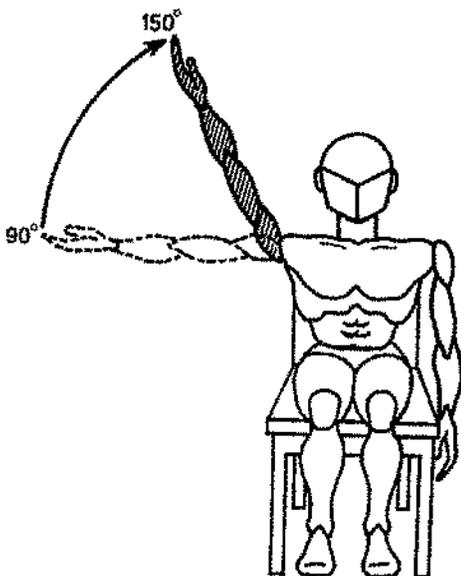


*Figura 6 - Visualização parcial da fixação de parte dos eletrodos nos músculos trapézio (superior e inferior) e serrátil anterior.*

#### 4. Exercícios

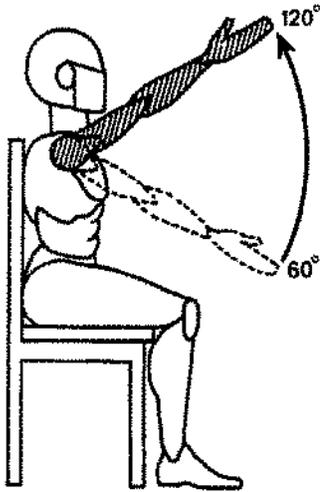
Os registros eletromiográficos dos músculos trapézio e serrátil anterior, foram obtidos durante a execução de oito exercícios diferentes, definidos à partir da análise e descrição dos movimentos da articulação do ombro e cintura escapular, proposta por KAPANDJI (1987), e observações e resultados obtidos através de exames pilotos iniciais, os quais indicaram a possibilidade de se trabalhar com tais movimentos do ombro e da cintura escapular. Após as devidas montagens técnicas, foi estabelecida aleatoriamente a escolha e a ordem da realização dos exercícios. Definida essa ordem após o treinamento inicial, os voluntários realizavam os oito exercício, sempre com o investigador apoiando o membro superior do voluntário antes do movimento. Devido a preocupação de evitar fadiga muscular, estabeleceu-se um intervalo de 20 segundos entre cada exercício realizado.

A descrição dos movimentos empregados, segue-se abaixo, acompanhada pelas figuras de número 7 à 14, respectivamente a cada exercício.



*Abdução do ombro de 90° à 150°.*

**Figura 7 - Movimento n° 1**

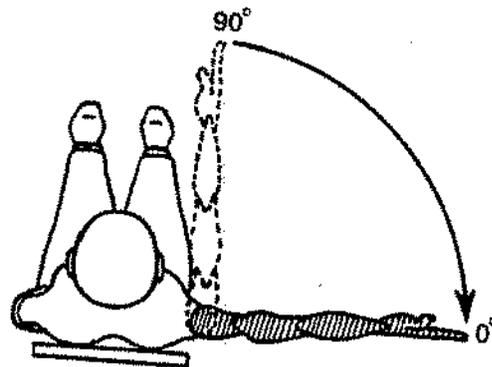


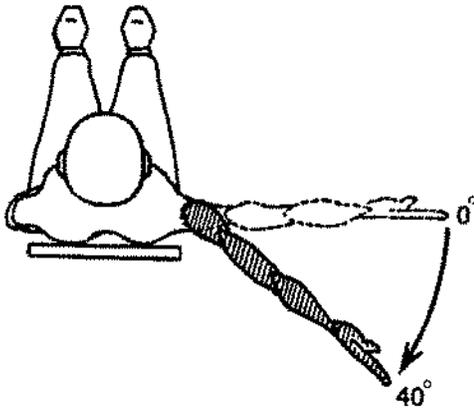
*Flexão do ombro de 60° à 120.*

**Figura 8 - Movimento nº 2**

*Abdução ou extensão horizontal  
do ombro de 90° à 0°.*

**Figura 9 - Movimento nº 3**



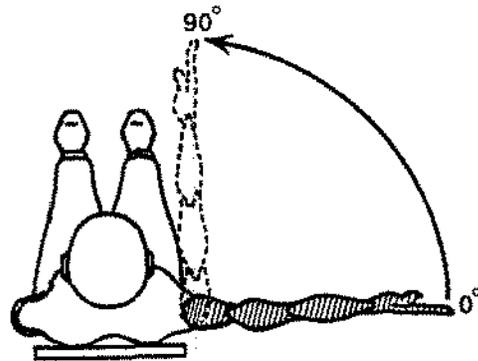


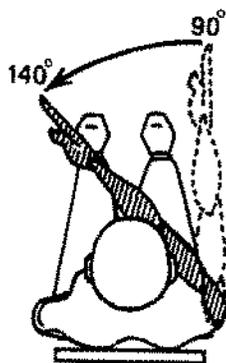
*Abdução ou extensão horizontal do ombro de 0° à 40°.*

**Figura 10 - Movimento nº 4**

*Adução ou flexão horizontal do ombro de 0° à 90°.*

**Figura 11 - Movimento nº5**



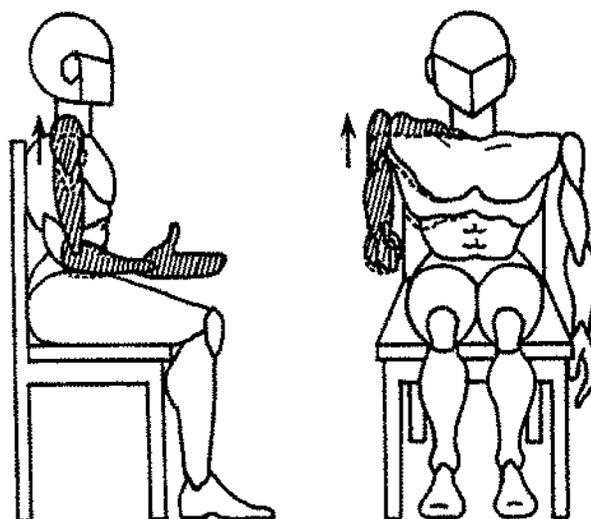


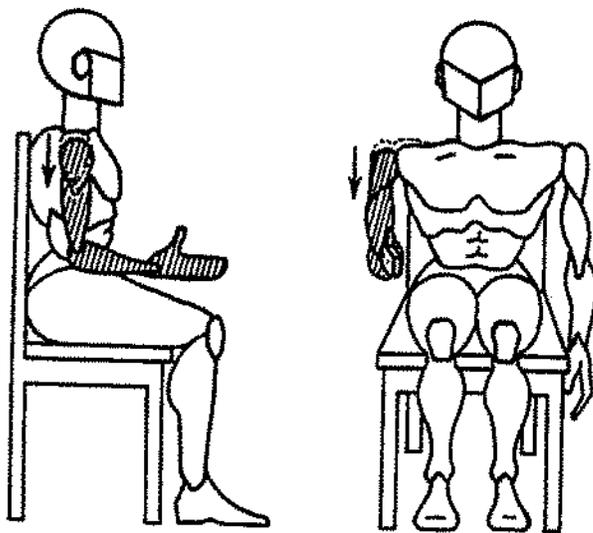
*Adução ou flexão horizontal de 90° à 140°.*

**Figura 12 - Movimento nº 6**

*Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro).*

**Figura 13 - Movimento nº7**





*Translação vertical de  
abaixamento da escápula  
(depressão do ombro).*

**Figura 14 - Movimento nº 8**

## **5. Registro e Análise do Sinal Eletromiográfico para Aquisição dos Valores de RMS (Raiz Quadrada da Média).**

Após a execução dos exercícios e captação dos sinais eletromiográficos provenientes das contrações musculares, os registros eletromiográficos eram incorporados pelo software MMP (Multi Mode Program), método que registra a atividade elétrica dos músculos, simultaneamente para oito canais, no movimento em toda sua extensão (figura 15). Sua utilização tem como vantagem fazer registros simultâneos de vários músculos, mas tem a desvantagem de não quantificar o sinal eletromiográfico.

Desta forma, após a captação dos sinais através do MMP, foi necessário a utilização de um outro programa denominado SISDIN, que forneceu dados

quantitativos sobre os sinais eletromiográficos. A medida utilizada por esse programa é denominada RMS (Raiz Quadrada da Média), expressada em microvolts ( $\mu\text{V}$ ), a qual segundo **BASMAJIAN & DE LUCA (1985)**, é o valor do RMS que proporciona informações mais fidedignas sobre o sinal eletromiográfico.

Confirmando a importância do RMS, **PHILIPSON, L & LARSSON (1988)** examinaram algumas técnicas de quantificação eletromiográficas, entre elas o RMS, MVR (média de voltagem retificada) e a frequência do eletromiograma, e verificaram que a RMS e a MVR, para eletrodos de superfície, foram as mais confiáveis, e optaram por utilizar a RMS como medida de quantificação eletromiográfica em seus variados trabalhos.

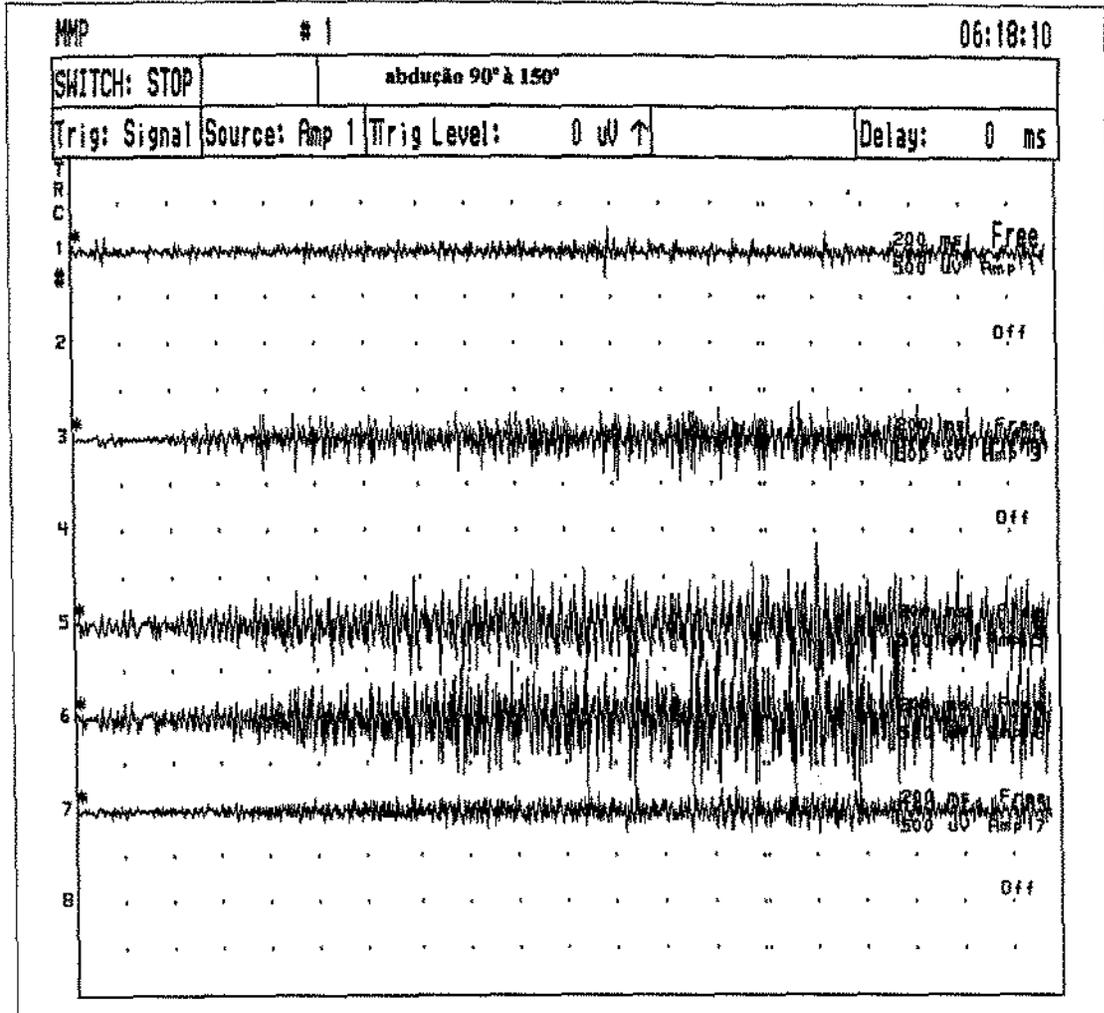


Figura 15 - Registro eletromiográfico, demonstrando método que registra a atividade elétrica dos músculos simultaneamente em oito canais, onde o canal 1 representa o músculo trapézio, porção superior; o canal 3, o músculo trapézio, porção inferior e os canais 5, 6 e 7, o músculo serrátil anterior, em suas 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> digitações, respectivamente.

Abaixo segue-se a expressão matemática (RMS), formulada para a quantificação do sinal eletromiográfico, e suas correlações com aspectos fisiológicos básicos da contração muscular, introduzida por **DE LUCA & DICK (1975)**, apud **BASMAJIAN & DE LUCA (1985)**:

$$RMS[m(\tau, \varphi)] = \left[ \lambda(\tau, \varphi) \sum_{i=1}^p h_i^2(\tau) + \lambda(\tau, \varphi) \sum_{\substack{i=1 \\ i \neq j}}^q \sum_{j=1}^q c_{ij}^2(\tau) \right]^{\frac{1}{2}}$$

Número de unidades motoras ativas (recrutamento)	Frequência de disparo das unidades motoras	Forma dos potenciais de ação das unidades motoras (área)	Correlação-cruzada dos disparos das unidades motoras
--	--	--	--

## 6. Análise dos Dados

Foram feitas comparações entre as porções do músculo trapézio (**porção superior - TPS e inferior - TPI**), entre as digitações do músculo serrátil anterior (**SA4d, SA5d e SA6d**) e entre essas cinco variáveis (**TPS, TPI, SA4d, SA5d e SA6d**). Por fim foram feitas comparações na atuação muscular em relação aos oito movimentos empregados. A comparação entre as porções do músculo trapézio foi realizada pelo teste não-paramétrico de WILCOXON, que compara somente dois grupos de informações. A análise estatística das comparações entre as digitações do músculo serrátil anterior e as cinco variáveis em estudo, bem como, a análise dos movimentos, foram feitas pelo

método não-paramétrico de FRIEDMAN (CAMPOS, 1983), que considera os dez indivíduos como dez blocos (controle interno).

A apresentação gráfica foi dada pelo método de "Box-Plot". Foram considerados oito movimentos, separadamente, a saber: (1) abdução do ombro de 90° a 150°; (2) flexão do ombro de 60° a 120°; (3) abdução horizontal do ombro de 90° a 0°; (4) abdução horizontal do ombro de 0° a 40°; (5) adução horizontal do ombro de 0° a 90°; (6) adução horizontal do ombro de 90° a 140°; (7) translação vertical de elevação da escápula; e, (8) translação vertical de abaixamento da escápula. Foram considerados os seguintes músculos: (TPS) porção superior do trapézio; (TPI) porção inferior do trapézio; (SA4d) 4ª digitação do serrátil anterior ; (SA5d) 5ª digitação do serrátil anterior e, (SA6d) 6ª digitação do serrátil anterior .

## **RESULTADOS**

## RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta as medidas exploratórias dos resultados obtidos, como as *médias*, as *medianas* (adotada nos métodos não-paramétricos) e as *variâncias*. As medidas de posição (*média e mediana*) dão uma estimativa de atividade (*RMS*). Quando a distribuição de probabilidade envolvida é a normal, a média se assemelha à mediana. Nota-se pela Tabela 1 que em muitos casos essa semelhança não se verifica, o que pode ser adotado como indício de que a distribuição não é normal (*gaussiana*). Além disso, há heterogeneidade de variâncias. Assim, a escolha do método não-paramétrico se justifica, inviabilizando o emprego da *Análise de Variância* sobre os dados.

**Tabela 1** - Apresentação tabular das medidas exploratórias dos resultados obtidos, segundo movimento e regiões musculares.

Movimento	Medidas	MÚSCULOS				
		TPS	TPI	SA4d	SA5d	SA6d
(1)	<b>Média</b>	132,3	34,3	76,3	71,6	61,9
	<b>Mediana</b>	125,5	34,0	57,0	56,5	31,0
	<b>Variância</b>	16654,5	600,2	7871,0	3369,8	4224,3
(2)	<b>Média</b>	73,3	30,1	62,4	69,3	62,7
	<b>Mediana</b>	54,0	29,0	60,5	54,0	32,0
	<b>Variância</b>	3276,0	428,3	1832,5	2768,7	5221,3
(3)	<b>Média</b>	99,5	32,6	55,0	56,2	47,8
	<b>Mediana</b>	80,5	35,0	58,0	48,5	28,5
	<b>Variância</b>	10970,1	609,2	1111,6	1216,4	3046,2
(4)	<b>Média</b>	106,4	28,6	57,8	48,8	36,2
	<b>Mediana</b>	61,5	31,0	31,0	22,5	17,5
	<b>Variância</b>	16553,6	328,7	8178,8	3294,0	1410,6
(5)	<b>Média</b>	92,4	34,4	39,2	48,8	40,7
	<b>Mediana</b>	60,5	19,0	27,5	39,0	31,0
	<b>Variância</b>	10050,3	1377,6	988,8	1150,8	1015,6
(6)	<b>Média</b>	81,0	21,1	35,2	45,3	47,6
	<b>Mediana</b>	26,0	18,5	28,5	31,0	27,0
	<b>Variância</b>	10884,0	213,9	947,5	1510,0	3251,8
(7)	<b>Média</b>	57,0	22,4	23,9	19,6	20,9
	<b>Mediana</b>	22,0	7,5	19,5	18,5	10,5
	<b>Variância</b>	5626,0	1133,4	484,8	194,7	651,4
(8)	<b>Média</b>	26,5	63,5	41,4	34,8	35,9
	<b>Mediana</b>	12,0	52,0	26,0	8,0	32,0
	<b>Variância</b>	607,4	4049,2	1610,9	1762,0	927,4

As Figuras de A à H, de "Box-Plot" (anexo 5), ilustram as distribuições dos dados, segundo o tipo de movimento estudado, auxiliando na comparação visual das regiões musculares consideradas.

### A) Comparação das porções do músculo trapézio

O teste de WILCOXON foi empregado para comparar as duas porções do músculo trapézio, segundo o tipo cada movimento estudado. A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos nos testes realizados.

**Tabela 2** - Apresentação dos resultados do teste de WILCOXON, para a comparação das porções observadas no músculo trapézio, segundo o movimento considerado.

Movimento	Soma das Ordens		Valores do Teste	
	T.P.S.	T.P.I.	W	$\alpha$
(1)	17,0	13,0	1,6	0,2059
(2)	18,0	12,0	3,6	0,0578*
(3)	17,0	13,0	1,6	0,2059
(4)	17,5	12,5	2,8	0,0956
(5)	17,0	13,0	1,6	0,2059
(6)	17,0	13,0	1,6	0,2059
(7)	18,0	12,0	3,6	0,0578*
(8)	13,0	17,0	1,6	0,2059

\* os valores cujo nível de significância ( $\alpha$ ) é menor que 0,05 será considerado significativo, sendo indicativo da existência de diferença entre porções.

Os valores não foram significativos, não sendo considerados diferentes. Apesar do limite rígido de 5% de probabilidade para o erro de decisão (dizer que são diferentes, quando, na verdade, são iguais), pode-se verificar a tendência de se obter um resultado significativo nos movimento (2) e (7), caso a amostra seja aumentada.

### B) Comparação das digitações do músculo serrátil anterior

O teste não-paramétrico de FRIEDMAN foi empregado na comparação de atividade das diferentes digitações do músculo serrátil anterior (SA4d, SA5d e SA6d), para cada movimento estudado. Os resultados dos testes estatísticos estão apresentados na Tabela 3. Os resultados não foram significativos, indicando a não existência de evidências em favor da hipótese de diferenças entre as digitações do músculo serrátil anterior, nos diferentes movimentos.

**Tabela 3** - Apresentação dos resultados dos testes de FRIEDMAN, realizados para comparar as digitações do músculo serrátil anterior, segundo o tipo de movimento estudado.

Movimento	Soma das Ordens			Valores do Teste	
	SA4d	SA5d	SA6d	X <sup>2</sup>	$\alpha$
(1)	20,5	20,5	19,0	0,1538	0,9260
(2)	20,0	22,0	18,0	0,8000	0,6703
(3)	21,0	21,0	18,0	0,6000	0,7408
(4)	20,0	22,0	18,0	0,8000	0,6703
(5)	15,0	25,0	20,0	5,0000	0,0821
(6)	17,0	22,0	21,0	1,4000	0,4966
(7)	21,0	19,5	19,5	0,1538	0,9260
(8)	24,0	19,0	17,0	2,6000	0,2725

Os valores não foram significativos, não sendo considerados diferentes.

### C) Comparação das cinco regiões musculares

O teste não-paramétrico de FRIEDMAN foi empregado na comparação de atividade das diferentes regiões dos músculos trapézio e serrátil anterior (TPS, TPI, SA4d, SA5d e SA6d), para cada movimento estudado. Os resultados dos testes estatísticos estão apresentados na Tabela 4. Os resultados não foram significativos, indicando a não existência de evidências em favor da hipótese de diferenças entre as cinco regiões, nos diferentes movimentos.

**Tabela 4** - Apresentação dos resultados dos testes de FRIEDMAN, realizados para comparar as cinco regiões musculares consideradas no estudo, segundo o tipo de movimento estudado.

Movimento	Soma das Ordens					Valores do Teste	
	TPS	TPI	SA4d	SA5d	SA6d	X <sup>2</sup>	$\alpha$
(1)	35,0	25,0	30,5	31,5	28,0	2,27	0,6860
(2)	34,0	21,0	32,0	33,0	30,0	4,40	0,3546
(3)	35,0	23,5	32,0	32,0	27,5	3,28	0,5127
(4)	36,0	27,5	29,0	30,0	27,5	2,00	0,7358
(5)	33,0	24,5	25,0	37,0	30,5	4,56	0,3352
(6)	37,0	21,5	25,5	33,0	33,0	6,41	0,1704
(7)	37,0	25,0	31,0	30,5	26,5	3,52	0,4752
(8)	25,0	37,0	34,0	27,0	27,0	4,32	0,3644

As comparações realizadas não resultaram em valor significativo, não podendo ser considerados diferentes.

#### D) Comparação entre movimentos de cada região muscular

Foi feita a comparação entre os movimentos, quando se consideravam as porções musculares separadamente, para verificar a existência de diferenças. Os resultados dos testes de FRIEDMAN realizados estão apresentados na Tabela 5, onde encontram-se as somas das ordens (em coluna) de cada teste, com os respectivos valores dos testes ( $X^2$ ) e os valores dos níveis de significância encontrados ( $\alpha$ ).

**Tabela 5** - Apresentação dos valores das somas das ordens obtidas na comparação dos movimentos, segundo a região muscular considerada, bem como os resultados dos testes e o nível de significância.

Movimento	TPS	TPI	SA4d	SA5d	SA6d
(1)	66,5 ab	52,5 ab	63,5 a	61,5 a	63,5 a
(2)	43,0 bc	42,0 ab	65,0 a	60,0 ab	62,0 a
(3)	54,0 bc	48,0 ab	55,0 ab	53,5 ab	46,0 ab
(4)	56,5 bc	40,5 ab	35,5 ab	31,5 ab	40,5 ab
(5)	46,5 bc	48,0 ab	30,0 b	38,0 ab	42,0 ab
(6)	36,0 abc	34,0 ab	41,0 ab	48,0 ab	50,0 a
(7)	28,5 c	26,0 b	23,0 b	25,0 b	16,5 b
(8)	29,0 c	65,0 a	47,0 ab	40,5 ab	39,5 ab
$X^2$	21,6	14,2	27,9	19,4	25,5
$\alpha$	0,0003	0,047	0,0000	0,0007	0,0000

\* o valor da Diferença Mínima Significativa (DMS), para comparar as somas das ordens, foi de 33,2.

\*\* letras iguais implicam em igualdade estatística e vice-versa

As comparações realizadas resultaram em valores significativos para o movimento 1, onde prevaleceu a ação do TPS e SA4d, SA5d e SA6d. No movimento 2 apenas os valores do SA4d, SA5d e SA6d foram significativos, indicando a prevalência de ação. Nos movimentos 3, 4, 5 e 6 não houve valores significativos. No movimento 7 todos os valores foram significativos. No movimento 8, apenas o TPS e TPI obtiveram significância.

## **DISCUSSÃO**

## DISCUSSÃO

Valendo-nos de resultados obtidos no presente estudo, procuramos evidenciar possíveis diferenças no comportamento do músculos trapézio (porção superior e inferior) e serrátil anterior (4ª, 5ª e 6ª digitações), frente aos oito movimentos realizados, bom como comparar esses movimentos, correlacionando-os com as ações desses músculos.

A presente discussão se baseou em valores significativos, do ponto de vista estatístico, e em valores numéricos, que embora não tenham obtido significância sugerindo maiores estudos.

### Músculo trapézio

Comparando as porções superior e inferior do músculo trapézio entre si, observou-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% entre o comportamento dessas porções nos oito movimentos utilizados. No entanto, é notável que nos movimentos 2 e 7 (flexão e elevação) houve uma tendência a se obter um resultado muito próximo ao significativo, o qual sugere que a porção superior do músculo trapézio atua com mais efetividade que sua porção inferior.

Nossos resultados estão de acordo **INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944)** que verificaram que a porção superior do músculo trapézio atuou como componente mais ativo de força superior na escápula durante a elevação e a flexão do ombro. Entretanto, sua porção inferior é menos ativa, pois conforme

o ombro vai se elevando, ela relaxa, permitindo que a porção superior atue com eficácia.

Sobre as ações das várias porções do músculo trapézio, **TOURNAY & PAILLARD (1952)** verificaram que todos os feixes destes músculos demonstraram atividade predominante na elevação dos ombros. Por outro lado, **WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952); KENDALL & McCREARY (1990); LATARJET & LIARD (1993)** estabeleceram que esse movimento foi realizado intensamente pela porção superior do músculo trapézio, como demonstrado em nosso trabalho. Sob este aspecto, **CLARKSON & GILEWICH (1991), GERMAIN (1992) e HALL (1993)**, atribuíram o fato dessa porção ter sido responsável pela elevação do ombro, devido à sua inserção muscular favorecer e contribuir com mais de uma ação sobre o úmero e sobre a escápula.

**YAMSHON & BIERMAN (1948)** observaram que a porção média do músculo trapézio apresentou fortes potenciais de ação, e embora seja a porção superior que eleve o ombro, afirmaram que a porção média também assim o faz, mas numa amplitude menor que a superior. **PLACENTINI & BÉRZIN (1991)** obtiveram resultados iguais, os quais discordam de **DUCHENNE (1867)**, cujo trabalho demonstrou que a elevação dos ombros produzidas pela contração da porção superior era aproximadamente  $2/3$  da elevação produzida pela porção média.

**RASCH (1991)** relatou que a função da porção superior do trapézio é de posicionar a escápula durante o movimento de flexão do ombro, principalmente nos primeiros 90 graus de elevação umeral, o que faz de nossos achados concordes, visto que nesse movimento essa porção obteve uma grande atuação, principalmente nessa angulação de movimento, onde obtivemos aumento nas amplitudes dos registros eletromiográficos.

Nossos resultados estão em conformidade com **THOM (1965)**, que demonstrou ser a porção superior a mais ativa no movimento de flexão do ombro, e embora a porção inferior tenha participado do movimento, foi a menos ativa. **BÜLL et al. (1984)** concordaram, no que diz respeito a atuação da porção superior, atribuindo uma grande atuação por parte dessa porção no movimento de flexão do ombro.

### **Músculo serrátil anterior**

Comparando a 4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> digitações do músculo serrátil anterior entre si, pode-se concluir que não houve diferenças significativas entre o comportamento dessas digitações nos oito movimentos utilizados.

Baseando-se nessa conclusão, sugerimos que essas diferentes digitações do músculo serrátil anterior desempenham as mesmas funções, sendo solicitadas ao mesmo tempo e com o mesmo desempenho. Nesse sentido nos referiremos a essas três digitações, exclusivamente, nesse trabalho, como músculo serrátil anterior, porção inferior.

## Músculo trapézio (porções superior e inferior) versus músculo serrátil anterior (porção inferior)

Os resultados dos teste estatísticos indicam que não houve diferenças significativas entre o comportamento desses músculos, nos oito movimentos realizados.

Em vista disso, fez-se necessária uma nova análise, desta vez comparando os movimentos utilizados, evidenciando em qual movimento o músculo trapézio e o músculo serrátil anterior foram mais requisitados.

### Movimento de abdução do ombro - 90° à 150°

Nossos resultados demonstraram que embora a porção superior do músculo trapézio tenha apresentado o maior valor numérico, ela atuou simultaneamente ao músculo serrátil anterior, com valores muito próximos e significativos. A porção inferior apresentou o menor valor numérico, não atingindo significância estatística.

Nos movimentos do ombro, abdução, adução, flexão e extensão, concomitantemente ao deslocamento do membro superior ocorre um certo grau de rotação escapular. Segundo LU (1965) a primeira condição para a rotação escapular é a fixação da escápula, por músculos fixadores, sendo essa pressionada contra o tórax.

Nossos resultados estão concordes com os de SAUNDERS (1951); STENDLER (1955); KAPANDJI (1987) e JOHNSON et al. (1994) que

classificam que os músculos trapézio e serrátil anterior , como fixadores da escápula , visto que na abdução do ombro é necessário que a porção superior do músculo trapézio e o músculo serrátil anterior se contraíam simultaneamente, gerando força para rodar a escápula, enquanto que **MAcKINZE (1940)** atribuiu somente ao músculo serrátil anterior a responsabilidade por essa ação.

**SINGLETON (1966); WALKER & POPPEN (1977)** descreveram que a porção superior do músculo trapézio atuou sobre o acrômio, rodando a escápula para fora, enquanto a porção inferior, traciona para baixo, sobre a espinha da escápula, continuando essa ação. O músculo serrátil anterior tracionando a escápula anteriormente fornece força adicional ao movimento. Assim, o movimento de rotação da escápula se tornou possível através do par de forças constituído pela ação do músculo trapézio (porção superior e inferior) e serrátil anterior, como observados também em nossos resultados.

Embora nossos resultados não concordem com **SINCLAIR (1972)** quando relatou que o músculo serrátil anterior é o mais atuante nesse movimento, ao invés de ser a porção superior do músculo trapézio, o autor acredita que esses músculos juntos realizam a abdução do ombro. De acordo com **HOPPENFELD (1987); GLOUSMAN et al. (1988)** e **GLOUSMAN (1992)**, um vez que haja um déficit muscular nesses músculos, essa rotação vai estar comprometida e a postura habitual da escápula vai se alterar, assumindo uma posição em asa, pois perdeu-se o componente de fixação da escápula ao

tórax, caracterizando fraqueza ou paralisia do músculo serrátil anterior, o que dificulta segundo **RASH & BURKE (1987)** a realização desse movimento.

Referindo-se ao músculo serrátil anterior, **SHEVING & PAULY (1957)** justificaram a presença da alta atividade elétrica do músculo serrátil anterior, devido esse movimento ser realizado pelo úmero, atingindo a escápula através da articulação gleno-umeral, resultando em contração do músculo serrátil anterior, já que esse músculo se insere em toda a borda medial da escápula. **WOENSEL & ARWERT (1993)** salientaram que quanto mais elevado o grau de abdução, maiores serão os padrões eletromiográficos desse músculo, devido sua inserção muscular.

No que diz respeito ao músculo trapézio, **INMAN, SUNDERS & ABBOTT (1944)** relataram que a porção inferior agiu com predominância na abdução do ombro. **YAMSHOM & BIERMAN (1948)** concordes com os autores acima, comentaram que as porções inferior e média do músculo trapézio agiram mais intensamente que a porção superior. Contrariamente, **THOM (1965)**, evidenciou maior participação das porções superior e média, não havendo nenhuma ou mínima participação da porção inferior. Não podemos confrontar nossos dados com os destes autores em relação à porção média do músculo trapézio. No entanto, podemos afirmar que a porção superior apresentou atividade predominante neste movimento, juntamente, com o músculo serrátil anterior, enquanto a porção inferior do músculo trapézio apresentou menor atividade.

### Flexão do ombro de 60° à 120°

Nossos resultados demonstraram que o músculo serrátil anterior foi o componente mais ativo nesse movimento, apresentando valores significativos. Já as porções superior e inferior do músculo trapézio, apesar de não terem atingido significância, mostraram-se ativos durante todo o movimento.

Esses resultados vão de encontro aos de **INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944)** e **KAPANDJI (1987)**, ao referirem que a porção superior do músculo trapézio e as digitações inferiores do músculo serrátil anterior atuaram juntas nesse movimento, sendo o músculo serrátil anterior o componente mais ativo do par de forças inferior. Em contrapartida, **SAHA et al. (1956)** discordaram ao indicarem a porção superior do músculo trapézio como o componente mais ativo em relação ao músculo serrátil anterior.

Para **JOHNSON & KENDALL (1955)**; **RASCH & BURKE (1987)**, uma diminuição na atividade muscular do músculo serrátil anterior dificulta o movimento de flexão do ombro, visto que para esses autores o movimento se realizou mediante a ação basicamente desses músculo.

No movimento de flexão, **LU (1965)** descreveu que a porção superior do músculo trapézio foi mais ativa que a inferior, enquanto **YAMSHON & BIERMAN (1948)** e **WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952)** discordaram ao atribuírem atividade mais intensa à porção inferior.

**LU (1965)** enfatizou que o músculo serrátil anterior é mais ativo na flexão do que na abdução, e este segundo **LATARJET & LIARD (1993)** tem

por função, no início do movimento, mover a escápula contra o tórax, o que pelas palavras de RASCH (1991) exerce um papel crucial no posicionamento da escápula durante a flexão.

#### **Movimento de abdução horizontal do ombro de 90° à 0° e 0° à 40°**

Nossos resultados para esse movimento, nas angulações utilizadas, não demonstraram valores significativos, além de não termos encontrado na literatura trabalhos cuja metodologia incluísse esse movimento, não havendo assim possibilidade de confrontar nossos resultados.

O mesmo ocorreu para o *movimento de adução horizontal do ombro de 0° à 90° e 90° à 140°*, inviabilizando, nesses caso maiores discussões.

#### **Movimento de Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro)**

Todos os músculos apresentaram valores significativos, embora sejam os menores valores do estudo. Sendo que a porção superior do músculo trapézio apresentou um valor numérico maior, em relação à porção inferior e ao músculo serrátil anterior.

Ao ocorrer a elevação do ombro, a escápula sofreu uma leve rotação, gerada segundo RASH & BURKE (1987) pela ação combinada das porções do músculo trapézio com o músculo serrátil anterior, os quais exerceram uma atuação maior sobre a porção superior da escápula.

Uma análise eletromiográfica dos músculos trapézio e serrátil anterior nos diversos movimentos do ombro foi realizada por **INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944)**. Os autores concluíram que na elevação, o músculo que apresentou maior atividade elétrica foi o trapézio, porção superior, tendo a participação ativa do músculo serrátil anterior, portanto em concordância com os resultados do presente estudo.

Através da estimulação elétrica de músculos do ombro, **DUCHENNE (1867)** demonstrou que a porção superior do músculo trapézio alcançou somente 2/3 da elevação do ombro produzida pela sua porção média. Assim como **PIACENTINI & BÉRZIN (1991)** ao estudarem eletromiograficamente esse músculo mediante exercícios na roda de ombro, atribuíram à elevação do ombro às duas porções do músculo trapézio, superior e média, apresentando atividade elétrica de maior amplitude. Não podemos confrontar nossos resultados em relação a porção média, mas acreditamos ser maior o nível de ação da porção superior, visto que para **KENDALL & McCREARY (1990)**, a porção média atua apenas como estabilizadora da escápula no referido movimento.

**McCANN et al. (1989)** com a proposta de quantificar a atividade eletromiográfica dos músculos do ombro, utilizaram o movimento de elevação do ombro em diferentes posições referentes ao cotovelo. O músculo trapézio (porção superior) e o músculo serrátil anterior mostraram-se ativos e com a mesma atividade para as duas posições do cotovelo (flexão e extensão)

indicando que não houve diferença nos registros obtidos mediante essa mudança de posição. Esse é um dado interessante, pois que vem corroborar nossos resultados, já que realizamos esse movimento com o cotovelo fletido.

**CLARKSON & GILEWICH (1991); GERMAIN (1992) e HALL (1993)** apresentando as funções do músculo trapézio e do músculo serrátil anterior, tanto isolados quanto em ação simultânea, destacaram a afirmação unânime de que esses músculos atuaram juntos no referido movimento. A maior ação foi gerada pelo músculo trapézio, porção superior, e a menor ação, não menos importante, por parte do músculo serrátil anterior, que levemente causou rotação da escápula, para que o movimento pudesse acontecer harmonicamente, dando conformidade aos nossos resultados.

#### **Movimento de Translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro)**

Os únicos valores significativos nesse movimento, referiram-se às porções superior e inferior do músculo trapézio, onde a porção inferior obteve maior valor numérico atividade predominante no abaixamento dos ombros. A porção superior apresentou o menor valor numérico, indicando sua baixa participação no movimento, enquanto o músculo serrátil anterior Anterior mostrou-se ativo, embora apresentando valores sem significância estatística.

Nossos resultados estão de acordo com **WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952)** ao descreverem que a porção superior, neste

movimento, apresentou potenciais de ação de amplitude muito baixa, mesmo quando realizado contra resistência.

**YAMSHOM & BIERMAN (1948)** ao analisarem o músculo trapézio, observaram que nenhum potencial de ação foi registrado nas porções superior e média. Por outro lado, afirmaram juntamente com **THOM (1965)** que a atividade eletromiográfica da porção inferior foi predominante. Utilizando estimulação elétrica, **DUCHENNE (1867)** demonstrou que a porção inferior gerou abaixamento do ombro, visto que o ângulo superior da escápula abaixou de 1 à 2 centímetros.

Também **ROUD (1913); BRUNNSTRON (1941); STIENDLER (1955); KENDALL & McCREARY (1990)**, referiram-se em suas literaturas, à porção inferior do músculo trapézio como sendo a mais ativa na tração da escápula para baixo.

**INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944)** incluíram a participação do músculo serrátil anterior juntamente com a porção inferior do músculo trapézio, devido ao fato de juntos constituírem o componente inferior da força de rotação da escápula, que ocorreu levemente durante a depressão do ombro. Contudo, juntamente com **SAUNDERS (1951)** acreditam que a ação da porção inferior seja predominante, estando em concordância com nossos resultados.

## **CONCLUSÕES**

## CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos no presente estudo, pode-se concluir:

1. As três digitações do músculo serrátil anterior (4<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup>) atuaram de maneira semelhante em todos os movimentos executados, descartando-se a hipótese de diferença do comportamento entre elas.
2. Os movimentos de abdução e flexão do ombro são os mais indicados quando da necessidade de aumentar o fortalecimento ou restabelecer a função do músculo trapézio, em sua porção superior e do músculo serrátil anterior.
3. Na abdução e adução horizontais, em ambas as angulações, os dois músculos trapézio e serrátil anterior apenas apresentaram-se ativos, não sendo os mais indicados para restabelecer a função ou aumentar a efetividade desses músculos.
4. Na Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro), a porção superior do músculo trapézio apresentou atividade preponderante em relação a porção inferior e ao músculo serrátil anterior, porém não foi nesse movimento que esses músculos atuaram com maior efetividade.
5. O movimento de Translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro) é o mais indicado quando da necessidade de aumentar o fortalecimento ou restabelecer a função da porção inferior do músculo trapézio.

**ANEXOS**

## ANEXO 1

### FICHA DE AVALIAÇÃO

NOME: \_\_\_\_\_

IDADE: \_\_\_\_\_ SEXO: \_\_\_\_\_

ALTURA: \_\_\_\_\_ VOLUNTÁRIO Nº \_\_\_\_\_

PESO: \_\_\_\_\_

HISTÓRIA PRECEDENTE DE LESÃO DE OMBRO OU COLUNA ? \_\_\_\_\_

TESTE DE CONTRATURA: \_\_\_\_\_

TESTE DE NORMALIDADE DE ESCÁPULA: \_\_\_\_\_

AVALIAÇÃO POSTURAL: \_\_\_\_\_

#### **ATIVIDADE FÍSICA DO VOLUNTÁRIO:**

⇒ SEDENTÁRIO: NÃO REALIZA ATIVIDADE FÍSICA ( )

⇒ NORMAL: REALIZA ATIVIDADE REGULARMENTE, 2 À 3 VEZES  
POR SEMANA ( )

⇒ TREINADO: REALIZA ATIVIDADE CONSTANTEMENTE, + DE 3  
VEZES POR SEMANA ( )

TIPO DE ATIVIDADE FÍSICA: \_\_\_\_\_

Piracicaba, de de 1995.

## **ANEXO 2**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS / UNICAMP  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA / FOP**

**DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA**

**ÁREA DE ANATOMIA**

**LABORATÓRIO DE ELETROMIOGRAFIA**

**EU, \_\_\_\_\_, ,  
AUTORIZO MINHA PARTICIPAÇÃO COMO VOLUNTÁRIO NO  
EXPERIMENTO DE ELETROMIOGRAFIA, “ANÁLISE EMG DOS  
MÚSCULOS TRAPÉZIO, PORÇÃO SUPERIOR E INFERIOR, E  
SERRÁTIL ANTERIOR, NOS MOVIMENTOS DO OMBRO”, TENDO  
CONHECIMENTO QUE SERÃO EMPREGADOS ELETRODOS DE  
SUPERFÍCIE NOS EXAMES.**

**PIRACICABA, DE 1995.**

**VOLUNTÁRIO N.º \_\_\_\_\_**

**assinatura do voluntário**

**PÓS-GRADUANDA - NÍVEL DE MESTRADO: ANDRÉA BEATRIZ BONSI.  
BIOLOGIA E PATOLOGIA BUCO-DENTAL.**

**ORIENTADORA: PROFª DR.ª HELOÍSA A. DE LIMA CASTRO.**

## ANEXO 3

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS / UNICAMP  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA / FOP**

**DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA  
ÁREA DE ANATOMIA  
LABORATÓRIO DE ELETROMIOGRAFIA**

### PROTOCOLO DE COLOCAÇÃO DOS ELETRODOS

<b>CANAIS</b>	<b>MÚSCULOS</b>
Canal 1	músculo trapézio porção superior
Canal 3	músculo trapézio porção inferior
Canal 5	músculo serrátil anterior 4ª digitação
Canal 6	músculo serrátil anterior 5ª digitação
Canal 7	músculo serrátil anterior 6ª digitação

## **ANEXO 4**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS / UNICAMP  
FACULDADE DE ODONTOLOGIA DE PIRACICABA / FOP**

**DEPARTAMENTO DE MORFOLOGIA  
ÁREA DE ANATOMIA  
LABORATÓRIO DE ELETROMIOGRAFIA**

**EXAME: ANDRÉA \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_**

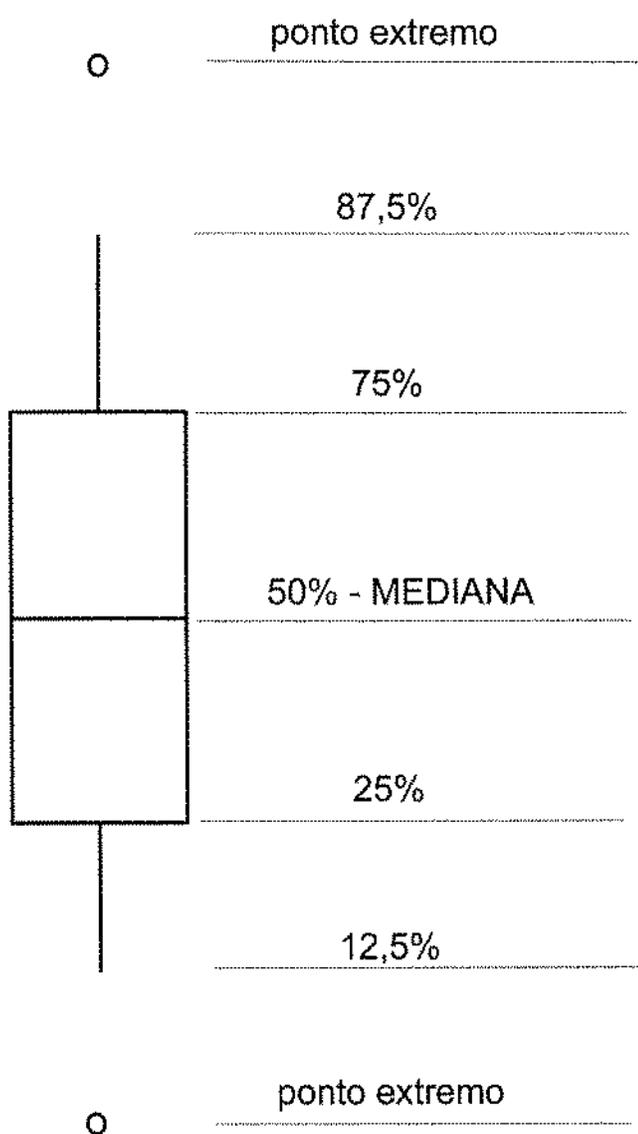
**VOLUNTÁRIO Nº: \_\_\_\_\_**

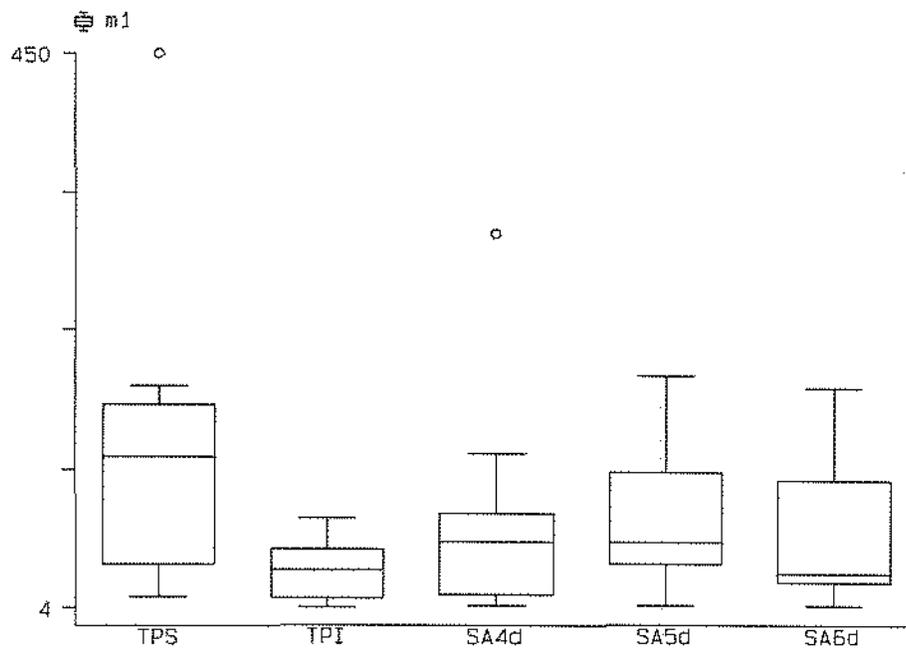
### **DESCRIÇÃO DA SEQUÊNCIA DOS MOVIMENTOS**

1. Abdução do ombro , de 90° à 150°;
2. Flexão do ombro, de 60° à 120°;
3. Abdução horizontal do ombro, de 90° à 0°;
4. Abdução horizontal do ombro, de 0° à 40°;
5. Adução horizontal do ombro, de 0° à 90°;
6. Adução horizontal do ombro, de 90° à 140°;
7. Translação vertical de elevação da escápula (elevação do ombro);
8. Translação vertical de abaixamento da escápula (depressão do ombro).

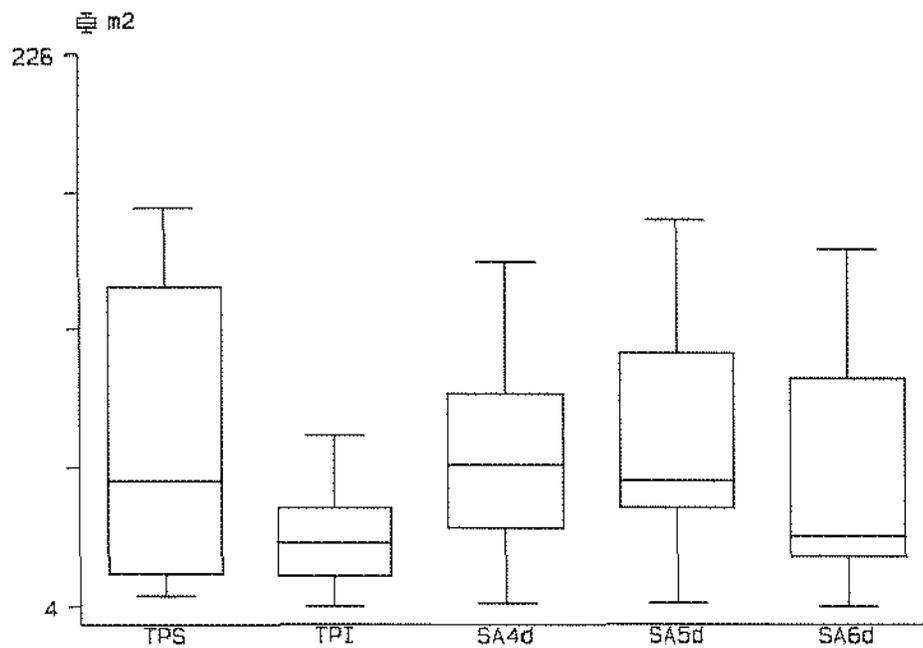
## ANEXO 5

Diagrama de "Box-Plot" (esclarecimento)

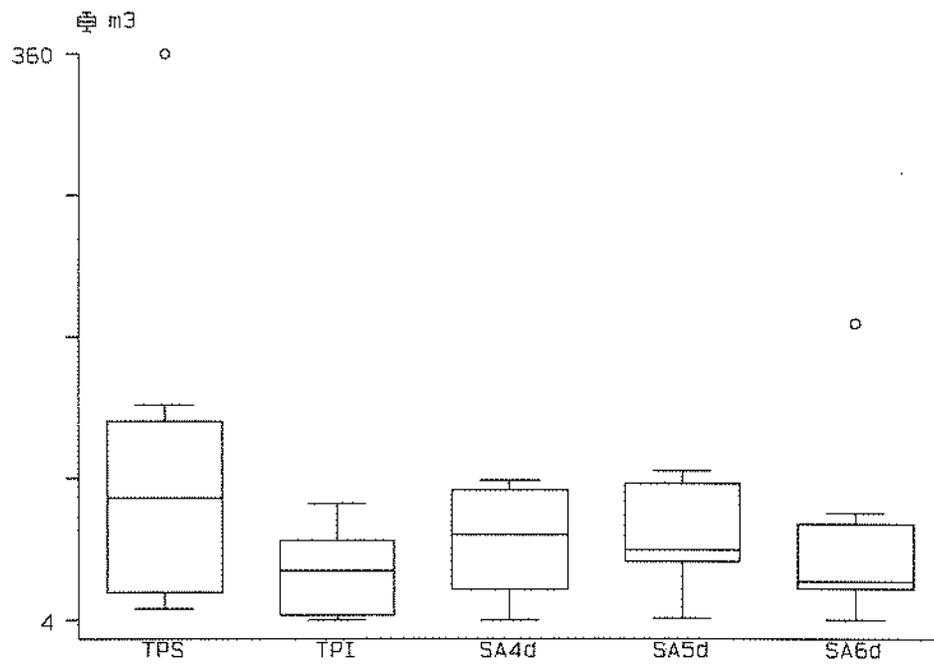




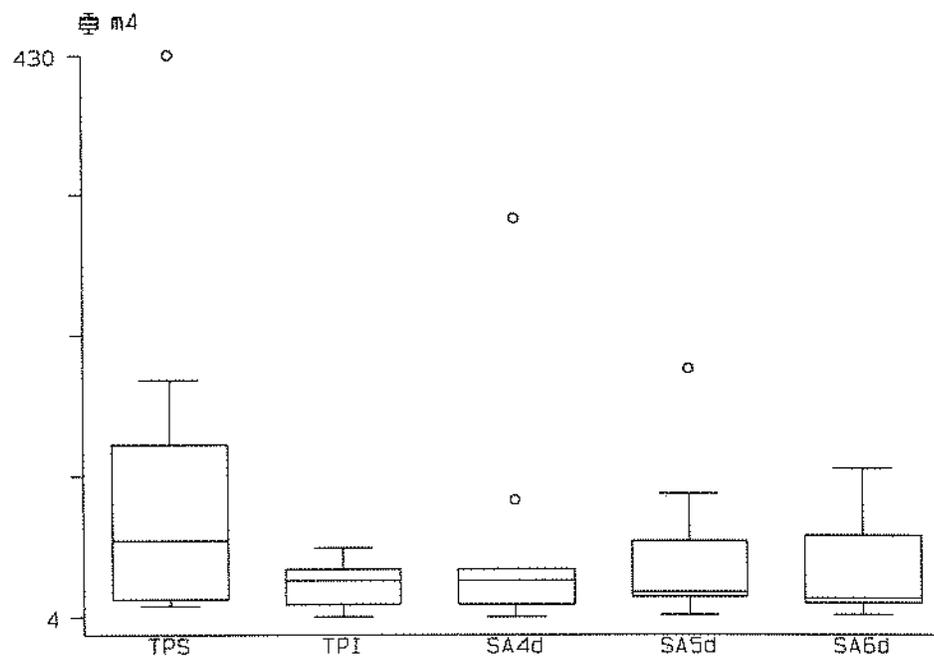
**Figura A** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de abdução do ombro de 90 a 150°, segundo as regiões musculares consideradas.



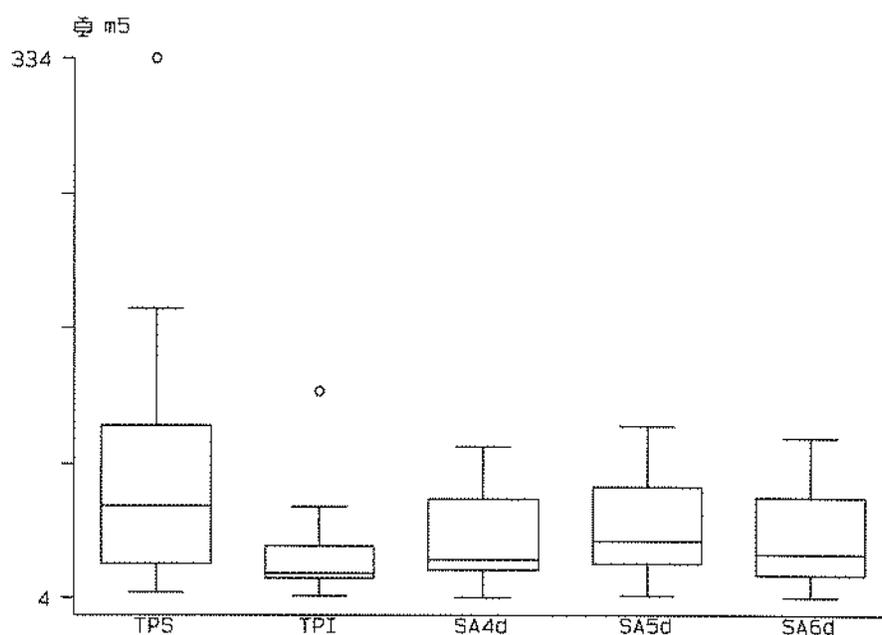
**Figura B** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de flexão do ombro de 60 a 120°, segundo as regiões musculares consideradas.



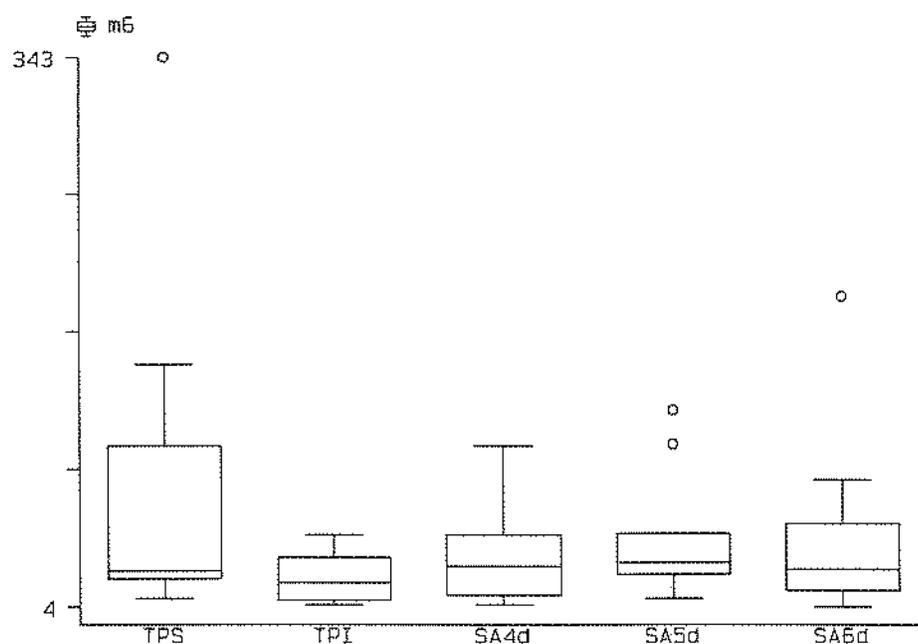
**Figura C** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de abdução horizontal do ombro de 90 a 0°, segundo as regiões musculares consideradas.



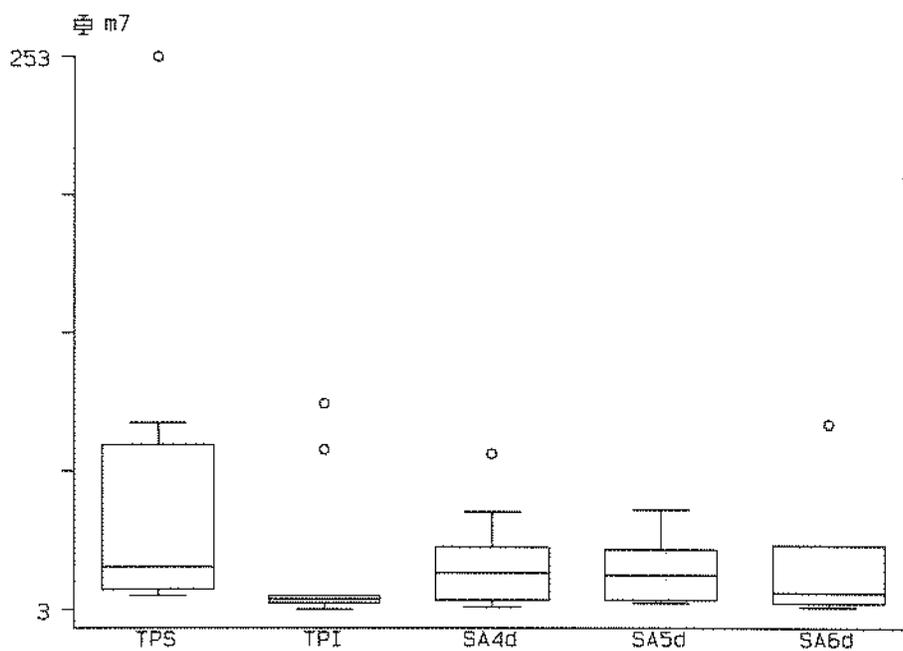
**Figura D** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de abdução horizontal do ombro de 0 a 40°, segundo as regiões musculares consideradas.



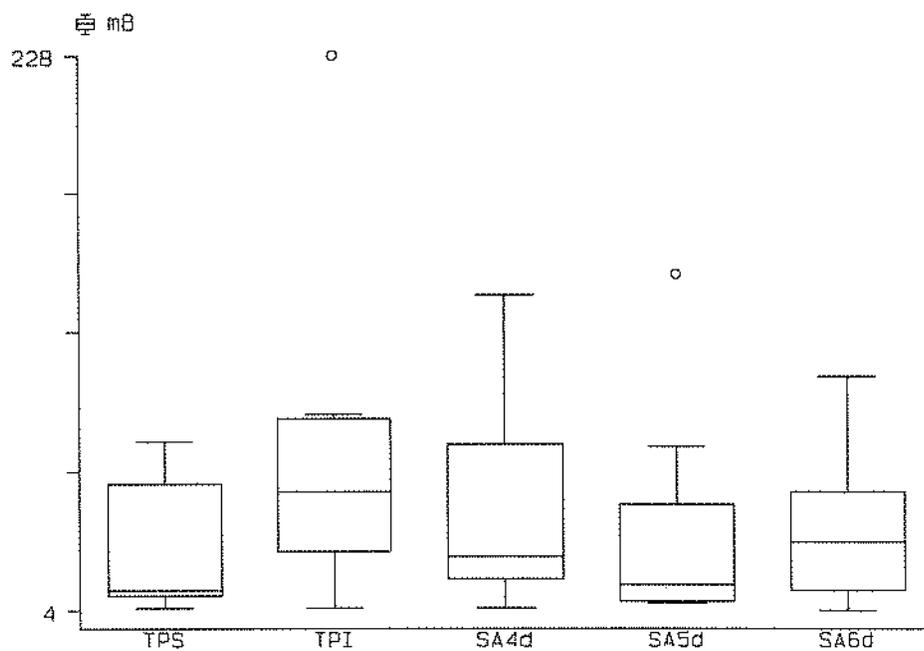
**Figura E** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de adução horizontal do ombro de 0 a 90°, segundo as regiões musculares consideradas.



**Figura F** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de adução horizontal do ombro de 90 a 140°, segundo as regiões musculares consideradas.



**Figura G** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de translação vertical de elevação, segundo as regiões musculares consideradas.



**Figura H** - Diagrama de "Box-Plot" dos dados do movimento de translação vertical de abaixamento, segundo as regiões musculares consideradas.

## ANEXO 6

**Tabela I - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu$ v, das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; 5.A.6d., no movimento de abdução do Ombro de 90 à 150 graus (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Abdução do Ombro de 90 à 150 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	134,5	11,3	305,4	191,7	5,6
2	117,0	59,4	72,0	39,3	181,4
3	14,0	4,6	80,6	45,4	24,7
4	167,4	6,2	5,8	5,8	28,6
5	12,4	18,1	63,5	6,1	8,2
6	160,7	34,1	14,9	68,3	33,5
7	182,6	34,3	34,0	41,0	29,3
8	39,2	76,7	11,5	113,5	39,3
9	48,3	51,0	128,3	124,0	107,5
10	450,3	50,5	51,0	84,8	165,4

**Tabela II - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu$ v, das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; 5.A.6d., no movimento de flexão do Ombro de 60 à 120 graus (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Flexão do Ombro de 60 à 120 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	52,2	18,1	142,8	143,7	4,7
2	97,2	44,3	42,0	43,2	147,4
3	17,0	4,5	82,1	50,0	24,6
4	53,6	6,3	5,3	5,2	29,6
5	8,3	16,5	37,1	5,2	6,6
6	143,2	33,0	14,6	58,5	35,2
7	132,2	25,7	35,2	45,2	35,1
8	12,8	72,5	89,6	80,0	26,9
9	55,6	43,3	99,0	105,4	95,0
10	164,3	40,8	79,6	159,9	226,0

T.P.S. - trapézio porção superior

T.P.I. - trapézio porção inferior

S.A.4d. - serrátil anterior 4a digitação

S.A.5d. - serrátil anterior 5a digitação

S.A.6d. - serrátil anterior 6a digitação

n = 10 - 10 voluntários

Tabela III - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{v}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; 5.A.6d., no movimento de abdução horizontal do Ombro de 90 à 0 graus (n=10)

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Abdução Horizontal do Ombro de 90 à 0 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	129,4	7,6	92,5	90,1	4,6
2	34,3	54,0	23,5	44,0	65,3
3	21,5	4,5	84,7	44,0	24,4
4	124,3	14,8	4,6	5,2	25,0
5	11,4	6,7	42,5	6,2	6,7
6	139,2	36,9	13,9	53,0	33,0
7	111,5	34,4	32,4	41,7	32,6
8	16,2	77,3	90,4	87,1	25,2
9	50,5	54,7	86,1	94,6	72,9
10	360,3	40,3	54,5	98,5	192,0

Tabela IV - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{v}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; 5.A.6d., no movimento de abdução horizontal do Ombro de 0 à 40 graus (n=10)

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Abdução Horizontal do Ombro de 0 à 40 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	134,5	11,3	305,4	191,7	5,6
2	21,5	54,6	28,3	19,6	65,6
3	17,5	4,4	38,5	20,6	14,0
4	13,3	13,3	4,6	5,2	17,7
5	12,5	31,0	13,2	5,1	12,5
6	132,4	33,0	6,7	23,7	16,7
7	182,0	13,8	18,5	22,8	18,4
8	71,6	56,1	40,6	45,1	18,2
9	52,0	31,0	92,7	97,4	81,3
10	430,7	40,3	34,4	61,5	116,1

T.P.S. - trapézio porção superior  
T.P.I. - trapézio porção inferior  
S.A.4d. - serrátil anterior 4a digitação  
S.A.5d. - serrátil anterior 5a digitação  
S.A.6d. - serrátil anterior 6a digitação  
n = 10 - 10 voluntários

**Tabela V - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{V}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; S.A.6d., no movimento de adução horizontal do Ombro de 0 à 90 graus (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Adução Horizontal do Ombro de 0 à 90 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	64,2	16,0	97,8	110,0	4,5
2	32,6	60,6	22,3	25,4	66,6
3	7,6	5,7	34,0	21,3	11,0
4	101,6	18,2	4,6	5,0	18,2
5	13,2	17,4	21,0	25,3	45,3
6	110,8	20,6	11,8	47,0	37,3
7	181,6	16,0	25,1	31,0	25,7
8	57,7	25,6	65,6	72,5	22,4
9	25,1	131,7	83,5	91,7	76,6
10	334,0	36,1	30,3	61,0	103,1

**Tabela VI - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{V}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; S.A.6d., no movimento de adução horizontal do Ombro de 90 à 140 graus (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Adução Horizontal do Ombro de 90 à 140 graus				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	153,6	8,4	103,1	104,5	4,8
2	30,0	34,5	11,4	25,5	55,1
3	10,8	5,8	42,0	24,7	14,1
4	22,8	9,7	5,4	12,3	25,5
5	9,6	17,3	26,0	25,4	82,0
6	97,8	25,8	13,8	49,2	46,8
7	103,4	20,8	31,0	37,4	29,8
8	21,0	48,1	48,0	43,5	16,4
9	22,7	8,0	8,0	9,0	10,3
10	343,7	37,0	65,3	125,2	195,7

T.P.S. - trapézio porção superior  
T.P.I. - trapézio porção inferior  
S.A.4d. - serrátil anterior 4a digitação  
S.A.5d. - serrátil anterior 5a digitação  
S.A.6d. - serrátil anterior 6a digitação  
n = 10 - 10 voluntários

**Tabela VII - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{v}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; S.A.6d., no movimento de Translação Vertical de Elevação da Escápula (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Translação Vertical de Elevação da Escápula				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	64,2	7,3	24,1	16,0	4,3
2	9,0	75,5	25,6	21,1	32,4
3	18,7	6,0	47,4	22,5	14,4
4	26,7	5,1	4,4	6,6	5,0
5	10,7	3,6	7,4	6,2	6,2
6	87,0	8,0	6,3	7,0	7,2
7	77,2	7,2	7,5	8,6	6,7
8	12,6	9,3	73,5	48,1	16,1
9	14,6	96,0	31,9	30,4	32,9
10	253,7	8,8	15,3	32,3	87,2

**Tabela VIII - Valores Eletromiográficos de RMS (Raiz Quadrada da Média), em  $\mu\text{v}$ , das atividades dos músculos T.P.S.; T.P.I.; S.A.4d., S.A.5d.; S.A.6d., no movimento de Translação Vertical de Abaixamento da Escápula (n=10)**

VOLUNTÁRIOS	Movimento: Translação Vertical de Abaixamento da Escápula				
	Músculos				
	T.P.S.	T.P.I.	S.A.4d.	S.A.5d.	S.A.6d.
1	10,9	28,1	18,6	17,0	4,3
2	72,0	13,6	71,3	47,0	45,6
3	12,0	5,6	7,7	7,1	6,0
4	11,0	83,4	5,0	12,0	19,5
5	9,3	29,2	34,1	8,7	12,1
6	5,0	81,7	17,0	12,4	12,1
7	12,5	54,0	26,6	8,6	51,4
8	23,1	228,0	79,3	70,6	52,8
9	56,0	50,2	131,3	139,0	98,8
10	55,0	64,8	26,8	28,0	60,7

T.P.S. - trapézio porção superior

T.P.I. - trapézio porção inferior

S.A.4d. - serrátil anterior 4a digitação

S.A.5d. - serrátil anterior 5a digitação

S.A.6d. - serrátil anterior 6a digitação

n = 10 - 10 voluntários

## **SUMMARY**

## SUMMARY

The upper and lower portions of the trapezius muscle and the 4<sup>th</sup>, 5<sup>th</sup> and 6<sup>th</sup> bundles of the serratus anterior muscle, were studied electromyographically in 10 male adults individuals in shoulder and pectoral girdle movements. It was used for this study an Nicolet Electromyograph and mini surface electrodes. The registers did not show any differences in the behavior of the 3 bundles of the serratus anterior muscle. In the abduction and flexion of the shoulder, the upper portion of the trapezius acted simultaneously with the serratus anterior muscle. In the horizontal abduction and adduction there was not a prevalence of none of the muscles studied. In vertical translation of elevation of the scapula (shoulder elevation), the upper portion of the trapezius muscle, presented a preponderant activity over the lower portion and over the bundle of the serratus anterior muscle. In the movement of vertical translation of lowering the scapula (shoulder depression) predominated the activity of the shoulder portion of the trapezius muscle over the bundle of the serratus anterior muscle, and the lowest activity was present by the upper portion of the trapezius muscle.

### **Key Words:**

electromyography - scapula - trapezius muscle - serratus anterior muscle - shoulder.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS<sup>2</sup>

- BAGG, S.D., FORREST, W.J.** A Biomechanical Analysis of Scapular Rotation during Arm Abduction in the Scapular Plane. Am. J. phys. med. Rehabil., v. 67, p. 238-45, 1988.
- BASMAJIAN, J. V., DE LUCA. C.J.** Muscles Alive: their function revealed by Electromyography. 5. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 1985. p. 276-81.
- BRUNNSTROM, L. et al.** Cinesiologia Clínica. 4 ed. , São Paulo : Manole , 1989. p. 235-6 , 252-8.
- BRUNNSTROM, S.** Muscle testing Around the Shoulder Girdle. J.Bone Jt. Surg., Boston, v.23, p. 263-72, 1941.
- BÜLL, M. L.** Análise Eletromiográfica do músculos trapézio (porção superior) e serrátil anterior (porção inferior) em Movimentos Livres do Ombro e do Braço. (Tese de Doutorado) - Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola da Universidade Estadual Paulista , 1986. p.15

---

<sup>2</sup> De acordo com NB-6023; da Associação Brasileira de Normas e Técnicas (ABTN), 1989.

Abreviaturas de periódicos de conformidade com a "World List of Scientific Periodicals".

**BÜLL, M. L.** Estudo Eletromiográfico dos músculos trapézio (porção superior ) e elevador da escápula em Movimentos do Ombro, Braço e Cabeça em Testes com Carga Estática . (Tese de Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba , Universidade Estadual de Campinas, 1982. p. 9.

**BÜLL, M. L., DE FREITAS, V., VITTI, M.** Electromyographic study of the trapezius (par superior) and serratus anterior (par inferior) in Free Moviments of the arm. Anat. Anz., v. 171, Jena, p. 125-33, 1990.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_ . \_\_\_\_\_ . Electromyographic study of the trapezius (pars superior) and elevador scapulare muscles in circumduction and pendular oscilation of the arm. Electromyogr. Clin. Neurophysiol., Beauvchin, v. 24, p. 511-19, 1984.

**CAMPOS, H.** Estatística Experimental Não-Paramétrica. 5.ed. Piracicaba, ESALQ / USP, 1983.

**CLARKSON, H.M., GILEWICH, G.B.** Avaliação músculo esquelética: Amplitude do Movimento articular e força muscular manual, São Paulo : Manole , 1991. p.118-23.

**DANIELS, L., WORTHINGHAM, H.** Provas de Função Muscular: técnicas de exame manual. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1987. p. 92-8.

- DUCHENNE, G. B. A.** Physiologie des Moviments demostries di l'aid de l'representation electrique et de l'. Philadelphia : Lippincott , 1867.
- DUFOUR, S. et al** Cinesiologia - Avaliações técnicas passivas e ativas. São Paulo : Médica Panamericana, 1986. v. 3, p. 20-6.
- GERMAIN, B.C.** Anatomia para o movimento. São Paulo : Manole, 1992. v. 1, p. 120-5.
- GLOUSMAN, R.** Electromyographic Analysis and its Role in the Athletic Shoulder. Clin.Orthop.Philadelphia. v. 288,p. 27-34, 1993.
- GLOUSMAN, R. et al.** Dynamic Electromyografic Analysis of the Throwing Shoulder with Glenohumeral Instability. J. Bone Jt Surg., Boston. v. 70. p. 220-6, 1988.
- GRAY, H.** Gray Anatomia. 35.ed., Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1979. V. 1, p.508-512.
- HALL, S.** Biomecânica Básica. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1993. p. 96-99.
- HOPPENFELD, S.** Propedêutica e Ortopédica. Coluna e extremidades. São Paulo : Atheneu, 1987.p. 1-34.
- INMAN, V.T., SAUNDERS., M., ABBOTT, L. C.** Observation on the function of the Shoulder. Joint, J. Bone Jt. Surg., Boston, v. 26, p. 1-30, 1944.

**JOHNSON, G. et al .** Anatomy and actions of the trapezius muscle, Clin. Biomech., Austrália, v. 9, p. 44-50, 1994.

**JOHNSON, J.T.H., KENDALL, H.O.** Isolated paralysis of the serratus anterior muscle, J. Bone Jt. Surg. Boston. v. 37-A, p. 67-74, 1955.

**KAPANDJI, I.A.** Fisiologia Articular 5.ed., São Paulo : Manole, 1987, v. 1, p. 10-79.

**KENDALL, F.P, McCREARY, E.K.** Músculos, provas e funções. 3.ed. São Paulo: Manole, 1990, p. 132-8.

**LATARJET, M., LIARD, R.A.** Anatomia Humana. 2.ed., São Paulo : Panamericana, 1993, p. 575-621.

**LU, K. - T.** Electromyographical observation on the function of the deltoideus, trapezius and serratus anterior in the shoulder moviments, Acta anat. Sin. Paking, v. 8, p. 550-8, 1965.

**MACKINZE, W.C.** The action of Muscles. New York : 2.ed. Hoeber, 1940. p. 65-7.

**MATHIASSEN, S.E., WINKEL, J.** Electromyographic activity in the Shoulder-Neck region according to arm position and glenohumeral torque, Eur. J.appl. Physiol., Germany, v. 61, p. 370-79, 1990.

**McCANN, P.D. et al.** A Kinematic and Electromyographic Study of shoulder Rehabilitation Exercises, Clin. Orthop. Rel. Res., Philadelphia, v. 288, p. 179-88, 1989.

**NEER, C. S., WATSON, D. C. , STANTON, F. J.** Recent experience in total shouder replacement. J. Bone Jt. Surg., Boston, V.64A, p. 327, 1986.

**PHILIPSON, L., LARSSON, P.G.** The Electromyographic signal as a measure of muscular force: a comparison of detection and quantification techniques, Electromyogr. clin. Neurophysiol., Beauvechain, v. 28, p. 141-50, 1988.

**PIACENTINI, S.C., BÉRZIN, F.** Electromyographic study of the upper, middle and low a poition of the trapezius muscle in the circundation movement of the arm on a shoulder weel apparatus, Electromyogr. clin. Neurophysiol., Beauvechain, v. 29, p. 315-19, 1989.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Estudo eletromiográfico das porções superior, média e inferior do músculo trapézio no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro. (Tese de Mestrado) - Faculdade de Odontologia de Piracicaba , Universidade Estadual de Campinas, 1987. p. 9.

**PORTNEY, L.** Eletromiografia e testes de velocidade de condução nervosa. *In:* **SULLIVAN , O.; SUSAN, B.; SHMITZ THOMAZ, J.** Reabilitação

física: avaliação e tratamento. 2.ed., São Paulo : Manole, 1993. cap. 10, p. 183-223.

**RASCH, P.J.** Cinesiologia e Anatomia Aplicada. 7.ed., Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1991, p. 81-94.

\_\_\_\_\_, **BURKE, R.K.** Cinesiologia e Anatomia Aplicada. 5.ed., Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1987, p. 171-89.

**ROUD, A.** Mécanisme des Articulations et des Muscles de L'Homme. Paris: Bailliere, 1913.

**SAHA, A.K., DAS, N.N., CHAKRAVARTY, B.G.** Studies on Electromyographic changes of muscles acting on the shoulder joint complex, Calcutta Med. J., Calcutta, v. 53, p. 409-13, 1956.

**SAUNDERS, W. B.** Functional anatomy of the limbs and back. Philadelphia: London, Copyright., 1951, p. 69-104.

**SINCLAIR, D. C.** Muscles and fascie. In: ROMANE, G.J. Cunningham's Textbook of anatomy. 11.ed., p.303-5, 1972.

**SHEVING, L.E., PAULY, J.E.** An Electromyographic Study of Some Muscles Acting on the Upper Extremity of Man, Chicago: Departament of Anatomy, the Chicago Medical School, 1957, p. 239-45.

**SINGLETON, M. C.** Functional Anatomy of the Shoulder, J. am. Phys. ther. ass., New York, v. 46, n. 10, p. 1043-51, 1966.

**SODERBERG, G.L., COOK, T.M.** An Electromyographic Analysis of quadriceps femores muscle setting and straight leg raising, Phys. Ther., Baltimore, v. 63, n.9, p. 1434-8, 1983.

**SOUSA, O. M.** Aspectos da Arquitetura e da ação dos músculos estriados, baseados na eletromiografia, Folia clin. biol., São Paulo, v. 28, p. 12-42, 1958 / 59.

**SPENCE, A. P.** Anatomia Humana Básica. 2.ed., São Paulo : Manole , 1991, p. 221.

**STEINDLER, A.** Kinesiology of the human body under normal and pathological condicions. USA : Springfield, 1955.

**THOM, A.** Elektromyographische Untersuchungen zur Function des musculo Trapecius. Elektro medizin unid. inre. Grenzgebiet, Germany, v. 2, p. 10, 1965.

**TOURNAY, A., PAILLARD, J.** Étude életromyographique de mouvements volontaires et involontaires du cou. Revue neurol., Paris, v. 86, p. 685-7, 1952

**WALKER, P.S., POPPEN, N.K.** Biomechanics of the Shoulder Joint during abduction in the plane of the scapula, Bullet. Hosp. Jt. Dis., New York, v. 38, p. 107-11, 1977.

**WIEDENBAUER, M. M., MORTENSEN, O.A.** Electromyography Study of the músculo trapezius, Am. J. phys. med., Baltimore, v. 31, p. 363-72, 1952.

**WOENSEL, V.W., ARWERT, H.** Effects of external load and abduction angle on EMG level of shoulder muscles during isometric action, Electromyogr. clin. neurophysiol., Beauvechain, v. 33, p. 185-91, 1993.

**YAMSHON, L.J., BIERMAN, W.** Kinesiologia Electromyography, Archs phys. Med., Omaha, v. 2, p. 647-51, 1948.