

o exemplar
é devidamente
feito conforme
CCPG 036/83
28/04/87


SILVIA CERQUEIRA PIACENTINI

**ESTUDO ELETROMIOGRÁFICO DAS PORÇÕES SUPERIOR,
MÉDIA E INFERIOR DO MÚSCULO TRAPÉZIO NO
MOVIMENTO DE CIRCUNDUÇÃO DO BRAÇO
GIRANDO A RODA DE OMBRO**

Orientador: Prof. Dr. FAUSTO BÉRZIN

Tese apresentada à Faculdade de
Odontologia de Piracicaba da
Universidade Estadual de Campi-
nas, para obtenção do grau de
Mestre em Biologia e Patologia
Buco-Dental. Área de Concentra-
ção: Fisiologia.

PIRACICABA
- 1987 -

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

Aos meus pais,

HÉLIO e EDINA,

responsáveis pela minha formação,

Ao **CELSO**, meu esposo,

com gratidão pelo

carinho, apoio e incentivo,

DEDICO este trabalho.

Ao Prof. Dr. FAUSTO BÉRZIN, nosso
agradecimento, pela valiosa orien
tação, acompanhamento paciente na
execução deste trabalho, amizade
e apoio constante.

AGRADECIMENTOS

Aos Profs. Alcides Guimarães, Mathias Vitti e Oslei Paes de Almeida, pela amizade e apoio recebido, durante o Curso de Pós-Graduação;

ao Prof. Edson Fantasia, Professor da disciplina de Anatomia da Universidade Metodista de Piracicaba, pela colaboração a nós concedida;

ao Fisioterapeuta Antonio Carlos Sarkis, pela cessão de uma roda de ombro, a fim de que pudéssemos realizar este trabalho;

à Universidade Metodista de Piracicaba, pelo período em que nos concedeu bolsa para conclusão da dissertação deste trabalho;

ao meu esposo Celso Piacentini, pela criação e montagem dos instrumentos eletrônicos, ilustração gráfica e confecção dos sistemas elétricos;

ao Sr. Adário Cangiani, pela realização da documentação fotográfica;

ao Sr. Elizeu Aparecido Berti, pela confecção dos desenhos.

à Sr.^a Sonia Maria Aparecida Simionato Victória Fávoro, pelos serviços datilográficos;

ao Sr. Elias Ayres Guidetti Zagatto, pela revisão do texto;

aos colegas do Departamento de Fisioterapia e Terapia Ocupacional da Universidade Metodista de Piracicaba, pela compreensão e incentivo constante durante o Curso de Pós-Graduação;

aos alunos dos Cursos de Fisioterapia e Educação Física da Universidade Metodista de Piracicaba, que prestativamente colaboraram como voluntários durante as análises eletromiográficas;

aos colegas do Curso de Pós-Graduação, pela amizade e apoio demonstrado, em especial a Prof.^a Marilena Longo Büll;

a todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram na elaboração deste trabalho.

ÍNDICE

	página
I - INTRODUÇÃO	1
II - MATERIAL E MÉTODO	7
III - RESULTADOS	19
IV - DISCUSSÃO	41
V - CONCLUSÕES	55
RESUMO	57
SUMMARY	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	59
ANEXOS	63

I - INTRODUÇÃO

As análises e os experimentos científicos sobre as funções musculares evoluíram desde os estudos baseados em critérios puramente morfológicos, deduções mecânicas (ROUD, 1913 e TUCKER, 1955) e experiências eletrofisiológicas (BEEVOR, 1903 e DUCHENNE, 1949) até serem superados pelo emprego da eletromiografia, sendo o estudo de INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944) considerado o marco inicial da eletromiografia cinesiológica.

Os métodos usados anteriormente, sem qualquer sombra de dúvida, proporcionaram dados valiosos sobre as funções musculares. Porém, foi a aplicação da análise eletromiográfica, captando os potenciais elétricos gerados nos músculos em atividade, que permitiu conhecer a real e efetiva participação do músculo vivo no movimento natural e voluntário (SOUSA, 1958/59).

Em vista disto, a eletromiografia teve seu uso largamente ampliado nos estudos das ações musculares, uma vez que ela empresta uma contribuição significativa nos resultados e, conseqüentemente, na avaliação sobre a cinética muscular.

Os primeiros autores a estudar eletromiograficamente o músculo trapézio foram INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944). Estes autores observaram as funções da articulação escápulo-umeral, em um paciente que sofreu paralisia. Eletrodos de agulha coaxiais foram usados para captação dos potenciais elétricos. Em suas análises, concluíram que as fibras superiores do músculo trapézio em conjunto com os músculos elevador da escápula e serrátil anterior (porção superior) suportam passivamente os ombros e elevam-os ativamente. Aqueles autores observaram ainda, que as fibras médias do músculo trapézio são mais ativas na abdução do que na flexão, atingindo atividade máxima na abdução a 90° , seguida de um platô e, por fim, diminuindo suavemente até 180° . As fibras médias também fixam a escápula em seu plano de movimento durante a abdução e, relaxam-se na flexão para permitir que a escápula gire em torno do tórax. As fibras inferiores agem predominantemente na abdução, com atividades elétricas suaves e contínuas. Ainda, estes autores referem que os músculos axioescapulares, representados pelos músculos trapézio, rombóide maior, serrátil anterior e elevador da escápula, constituem um grupo distinto e importante no mecanismo funcional do ombro.

YAMSHON & BIERMAN (1948) analisaram através da eletromiografia as três porções do músculo trapézio, em dez voluntários adultos normais. Foram usados eletrodos de superfície para o desenvolvimento deste trabalho. Segundo os autores, esses tipos de eletrodos permitem registrar potenciais gerados pelas fibras musculares situadas entre os dois polos de um par de eletrodos, ao passo que os eletrodos de agulha coaxiais só recolhem os potenciais gerados nas vizinhanças da agulha. Para estes autores, o músculo trapézio eleva, aduz e deprime a escá

pula. A elevação do ombro se faz às custas das fibras superiores e médias; a adução, pelas fibras superiores, médias e inferiores; e a depressão, pelas fibras inferiores. Em suas análises, foram encontrados potenciais de ação nas fibras médias e inferiores entre 15 e 60° de abdução dos braços, e entre 5 e 70° de flexão, quando o indivíduo estava na posição ereta. Potenciais de ação, nos movimentos de abdução e flexão, na porção superior do músculo trapézio, só foram encontrados quando o indivíduo encontrava-se de pé, o que levou-os a concluir que influências posturais desempenham um papel determinante na atividade muscular.

WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) estudaram eletromiograficamente o músculo trapézio em onze voluntários adultos normais do sexo masculino e utilizaram em seus experimentos eletrodos de superfície. Todos os registros foram feitos com o indivíduo na posição sentada. Os autores observaram atividades elétricas a um "grau considerável" durante a elevação do ombro, sendo que maior atividade foi registrada na porção superior do músculo trapézio durante este movimento. As fibras médias e inferiores foram mais ativas na retração dos ombros, com maior atividade na última metade do movimento. O músculo trapézio, como um todo, mostrou maior atividade durante a abdução do braço, entretanto, as porções média e inferior mostraram ser as mais ativas. Na flexão do braço, a porção inferior mostrou-se mais ativa relativamente às demais porções do músculo trapézio, sendo que sua atividade aumentou gradual e progressivamente nos primeiros 3/4 do movimento, elevando-se rapidamente no 1/4 final.

FISK & COLWELL (1954) investigaram, através da eletromiografia, diversos músculos da articulação do ombro, em

42 voluntários, dentre os quais alguns apresentando comprometimento desta articulação. Com relação ao músculo trapézio, concluíram que as fibras superiores são ativas como abductoras e elevadoras do braço e as fibras inferiores são ativas durante a adução do membro superior.

THOM (1965) estudou eletromiograficamente o músculo trapézio em cem indivíduos normais. Utilizou exclusivamente eletrodos de agulha. O autor verificou que, na elevação do ombro, as fibras superiores estão ativas, enquanto que na depressão do ombro, a porção inferior é que se apresenta ativa. Na protração da escápula participam principalmente as porções superior e inferior, sendo que na retração da escápula, as porções média e inferior são mais ativas que a superior. No movimento de abdução do braço, aquele autor observou que as porções superior e média apresentam forte atividade, enquanto que na adução seus experimentos mostram que as porções superior e média agem com intensidade fraca e que, apenas a porção inferior apresenta forte atividade.

BASMAJIAN (1978/80), analisando eletromiograficamente o músculo trapézio, concluiu que este músculo mostra-se ativo nos movimentos de elevação e retração do ombro e, na flexão e abdução da extremidade superior através de um ângulo de 180° . As fibras superiores apresentam grande atividade na elevação da escápula. As fibras médias e inferiores são mais ativas no movimento de abdução, especialmente quando o braço alcança o plano horizontal (90°). Na flexão do braço, a atividade das fibras médias diminui no início do movimento e aumenta no final. A maior atividade do músculo trapézio, como um todo, aparece durante a abdução do braço e, principalmente, nos $2/3$ inferiores do músculo.

FREITAS (1979) e FREITAS & VITTI (1981a,b,c,d), analisando eletromiograficamente os músculos rombóide e trapézio (porção média), em 40 voluntários jovens de musculatura bem evidente, e empregando eletrodos de agulha coaxiais simples, concluíram que a porção média do músculo trapézio atua fortemente nos movimentos de elevação e retração do ombro, e na abdução, flexão, extensão e hiperextensão do braço. Relatam ainda que, na adução do braço, essa porção do músculo trapézio é ativa em decorrência do movimento de abdução, sendo que esta atividade diminui gradualmente. Nos movimentos de protração e abaixamento dos ombros e na rotação lateral e medial do braço a porção média do músculo trapézio mostrou-se, na maioria dos casos, inativa. Estes autores consideraram o movimento de circundução do braço como sendo a combinação dos movimentos de abdução, adução, flexão, extensão e rotação do braço, e ainda dividiram o movimento em duas fases distintas, denominadas "elevação" e "abaixamento". Verificaram que na fase de elevação, o músculo trapézio (porção média) apresenta atividade muito forte, com diminuição da atividade na fase de abaixamento.

BÜLL (1982/86) e BÜLL *et alii* (1984/85) estudaram pela eletromiografia os músculos trapézio (porção superior), serrátil anterior (porção inferior) e elevador da escápula em movimentos de ombro, braço e cabeça e em testes com carga estática. Os estudos envolveram entre 25 e 30 voluntários adultos. Foram utilizados eletrodos de agulha coaxiais simples. Estes autores observaram atividade das fibras superiores do músculo trapézio na elevação e abaixamento dos ombros e nos movimentos de abdução, adução, flexão, extensão e circundução do braço. Com relação à circundução do braço, observaram que durante este movimento, a porção superior do músculo trapézio apresenta

atividade que aumenta e diminui gradativamente de intensidade na fase de elevação e abaixamento, respectivamente.

Embora estudos eletromiográficos tenham sido efetuados no músculo trapézio pelos vários autores citados, parece não ter sido ainda analisado o músculo trapézio no movimento de circundação do braço usando-se a roda de ombro.

Desta maneira, no presente estudo, nos propusemos a analisar eletromiograficamente a participação do músculo trapézio nas suas três porções, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro.

Esperamos, desta forma, trazer também alguma contribuição no campo da reabilitação da articulação do ombro, sobretudo no que diz respeito a mecanoterapia, isto é, a terapia através de aparelhos mecânicos.

II - MATERIAL E MÉTODO

As porções superior, média e inferior do músculo trapézio, do lado direito, foram analisadas eletromiograficamente no movimento de circundução do braço em uma roda de ombro, em vinte voluntários jovens, do sexo feminino, brancos, brasileiros, com idade entre 18 e 25 anos. Segundo informações dos próprios voluntários, nenhum deles apresentava qualquer história anterior de moléstias musculares ou articulares no ombro direito.

As análises eletromiográficas foram realizadas no Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), dentro de uma "gaiola de Faraday", de tela de cobre, a fim de eliminar interferências externas, tanto elétricas quanto magnéticas. A corrente elétrica alternada que alimentava o eletromiógrafo, passava por um transformador de relação 1:1, aterrado entre o primário e o secundário, objetivando a isolação galvânica entre os instrumentos e a rede elétrica. O aparelho usado

foi um Eletromiógrafo TECA⁺, modelo TE 4 de duplo canal, equipado com monitor de raios catódicos, sistema de áudio sincronizado e equipamento de gravação em fita magnética. Este sistema eletrônico também permite o acoplamento de máquina fotográfica ao monitor para documentar os registros dos potenciais musculares obtidos. As fotografias foram obtidas em sala escura, com Câmara Exa Thage Dresden, de objetiva Isca-Gottingen Isconar, 1:2,8/50 mm, carregada com Filme KODAK TRI-X Pan (400 ISO, 24°C).

Inicialmente, foi analisada a porção superior, seguida pela porção média e, por último, a porção inferior do músculo trapézio.

Os registros dos potenciais de ação da atividade muscular foram realizados com a calibração do aparelho variando de 100 a 1000 μ V/divisão, a fim de facilitar a leitura. A velocidade de varredura dos feixes foi fixada em 370 ms/divisão.

Os potenciais de ação da atividade muscular foram detectados através de eletrodos de agulha coaxiais 25-P, esterilizados em solução de álcool 96° Gay Lussac (84,3° INPM) e éter etílico, na proporção de 1:1.

Com o propósito de se determinar o "ponto" de introdução do eletrodo em cada porção do músculo examinado, treinou-se a colocação de agulhas hipodérmicas em peças anatómicas, sendo uma para cada porção do músculo estudado. Posteriormente, foram feitas dissecções com as agulhas implantadas, para confirmação das posições.

* O equipamento eletromiográfico foi doado ao Departamento de Morfologia da FOP-UNICAMP pela FAPESP (Proc. Med. 70/511) e CNPq (Proc. 3834/70).

Foram padronizados os seguintes pontos de implantação dos eletrodos no músculo trapézio (Fig. 1):

1. **Porção Superior** - na altura da 6.^a vértebra cervical e distante 6 cm da linha mediana posterior do corpo;
2. **Porção Média** - na altura da 2.^a vértebra torácica e distante 5 cm da linha mediana posterior do corpo;
3. **Porção Inferior** - na altura da 7.^a vértebra torácica e distante 3 cm da linha mediana posterior do corpo.

Com o voluntário sentado e relaxado, os processos espinhosos foram marcados com lápis dermatográfico e os locais exatos para os eletrodos foram determinados.

A pele do local onde foram implantados os eletrodos foi limpa com a mesma solução de álcool e éter utilizada para os eletrodos com finalidade antisséptica. Após a implantação dos eletrodos, o fio foi fixado com fita adesiva (Scott-3M do Brasil Ltda) sobre a pele, próximo ao local da implantação, com o objetivo de impedir o deslocamento do mesmo durante o movimento, evitando assim, possíveis ruídos fantasma no eletromiógrafo.

Foi utilizada uma roda de ombro, marca CARCI (Carci Indústria e Comércio de Aparelhos Cirúrgicos e Ortopédicos), para a execução dos movimentos de circundução. A roda de ombro consiste de uma roda de metal, onde se encontra acoplada uma manopla, montada sobre um eixo e fixada na parede à altura do ombro. Sua altura é regulável para cada indivíduo, de modo que o eixo central do aparelho fique sempre perpendicular ao condilo do úmero direito.

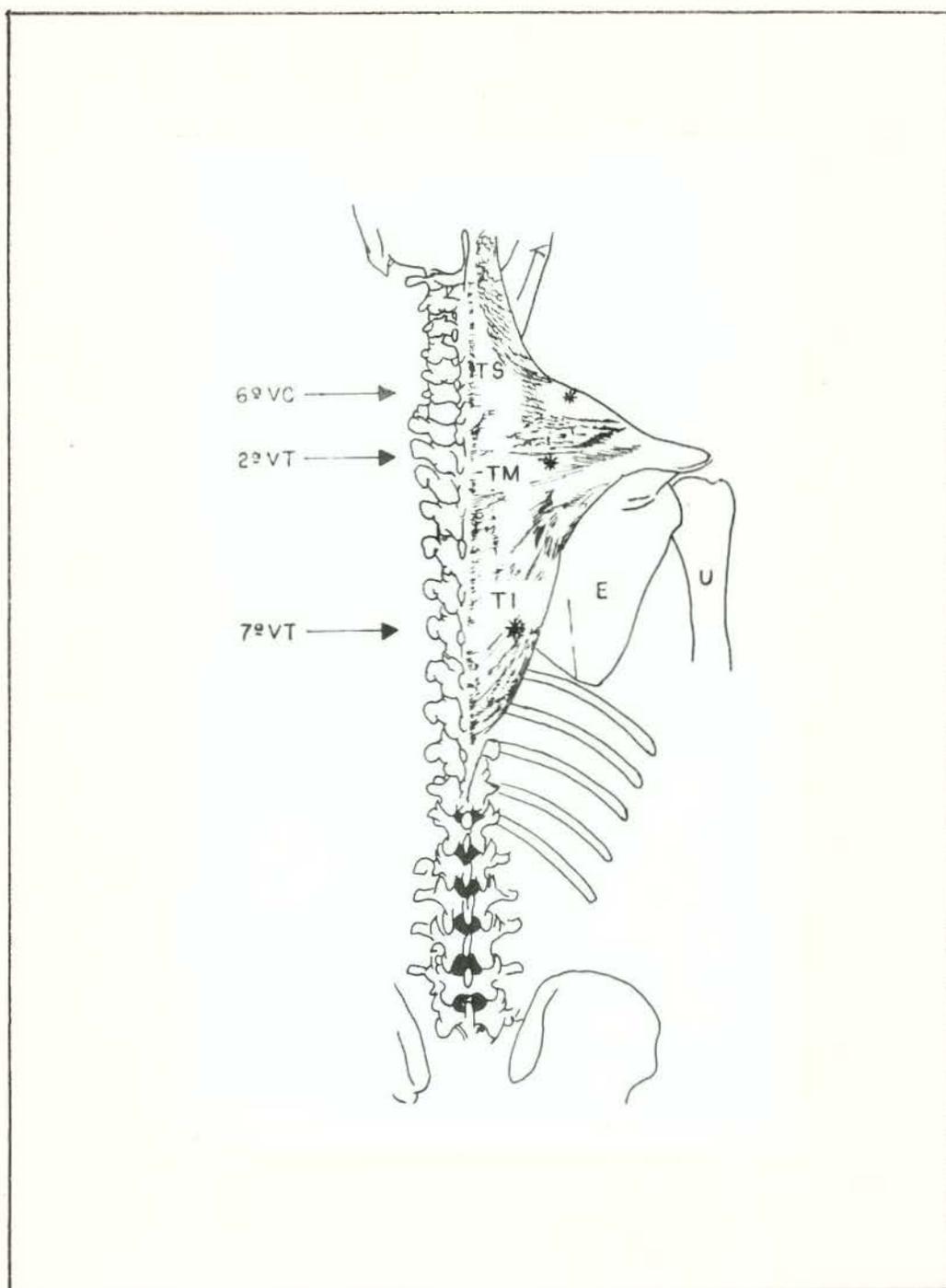


Figura 1 - Locais de implantação dos eletrodos de agulha coaxiais (*) nas porções superior, média e inferior do músculo trapézio. Porção superior (TS), porção média (TM) e porção inferior (TI). Escápula (E); úmero (U); vértebra cervical (VC) e vértebra torácica (VT).

As análises eletromiográficas foram obtidas com o voluntário na posição ortostática, lateralmente à roda, e a uma distância que permitia executar confortavelmente os movimentos sem grande deslocamento do tronco. Cada indivíduo recebeu uma estabilização adicional, realizada manualmente, no ombro esquerdo e cintura pélvica do lado direito, visando impedir a movimentação dos mesmos. A manopla da roda de ombro era empalmada com a mão direita, em pronação, mantendo-se o membro superior com uma leve abdução em relação ao tronco, e o antebraço e dedos ligeiramente flexionados. O membro superior esquerdo permanecia em extensão, paralelamente ao tronco, pendendo livremente.

Cada voluntário foi devidamente "aterrado", com um disco de metal, untado com gel eletrocondutor, fixado no pulso esquerdo por meio de uma cinta de retenção e ligada por cabo terra ao aparelho.

Para registrar as leituras, dividiu-se a roda de ombro em ângulos múltiplos de 45° , considerando como ponto inicial zero graus (0°) a posição inferior do aparelho. A ordem crescente dos ângulos, que variaram de 0 a 360° , foi determinada no sentido anti-horário, sendo a distância entre dois ângulos sucessivos, descrita como um setor de 45° , formando no total 8 setores (Fig. 2).

A fim de auxiliar as leituras dos potenciais de ação, em cada setor, sem a necessidade de sincronizar a leitura com a observação da posição do voluntário, foi desenvolvido um sistema eletrônico, cujo circuito elétrico encontra-se no Anexo 1. O sistema sinalizador fornece, através de indicação audiovisual, a posição exata do movimento que está sendo executado.

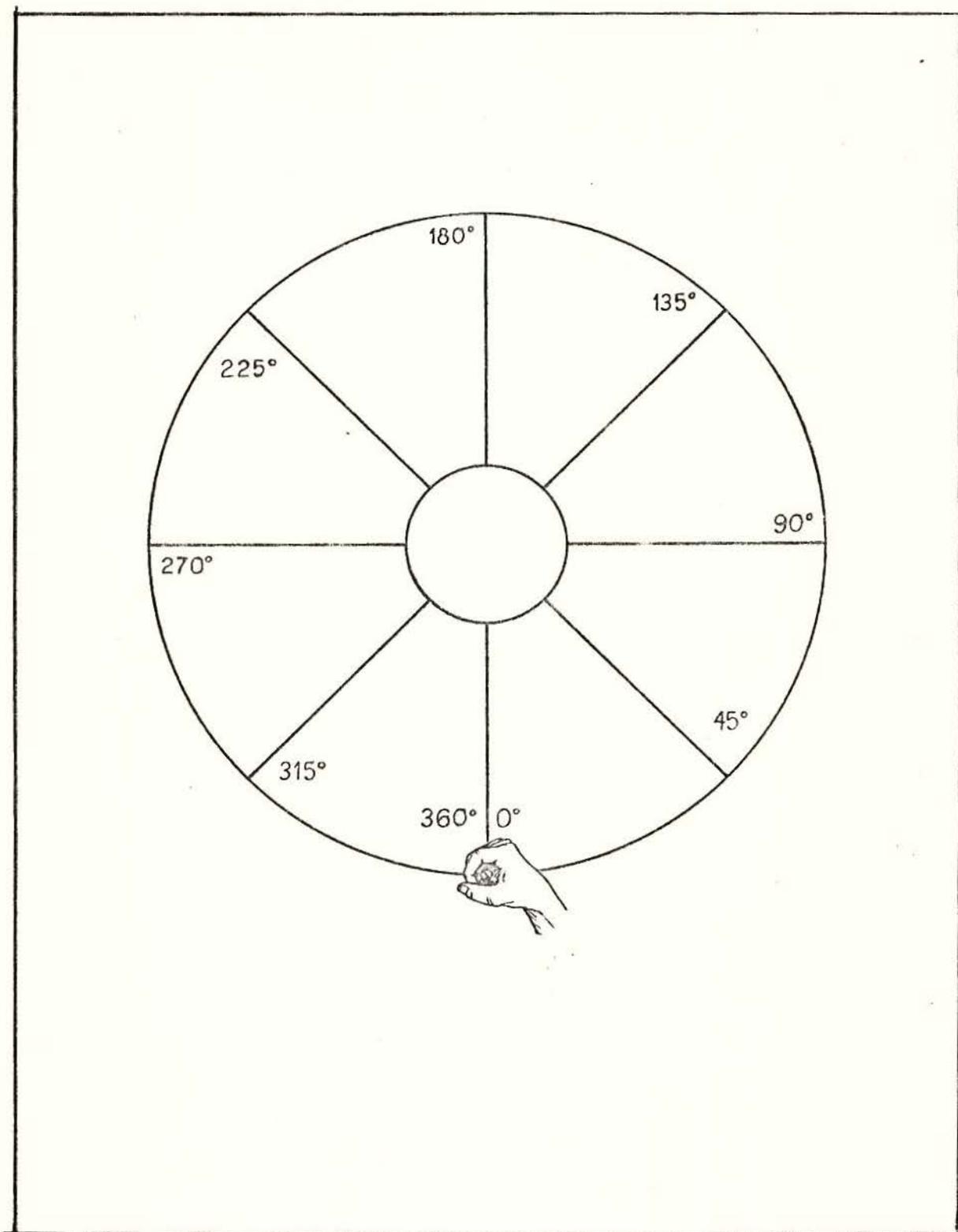


Figura 2 - Representação esquemática da roda de ombro, indicando os oito setores percorridos pela manopla, durante o movimento de circun-
dução do braço, nos quais foram realizados os registros eletro-
miográficos das porções superior, média e inferior do músculo trapézio.

O sistema é composto por dois módulos distintos, que são: unidade sensora (remota) e unidade de leitura e indicação. A unidade sensora (Fig. 3) é composta de uma placa de circuito impresso com oito chaves tipo "REED SWITCH", disparados pela passagem de um imã permanente acoplado à haste da manopla da roda de ombro. Essas chaves foram dispostas conforme a referência adotada (Fig. 2), enviando sinais do posicionamento relativo da manopla da roda de ombro para a unidade de leitura e indicação. O envio destes sinais é feito através de cabos blindados coaxiais de dupla isolação, completamente aterrados, evitando qualquer possibilidade de interferências.

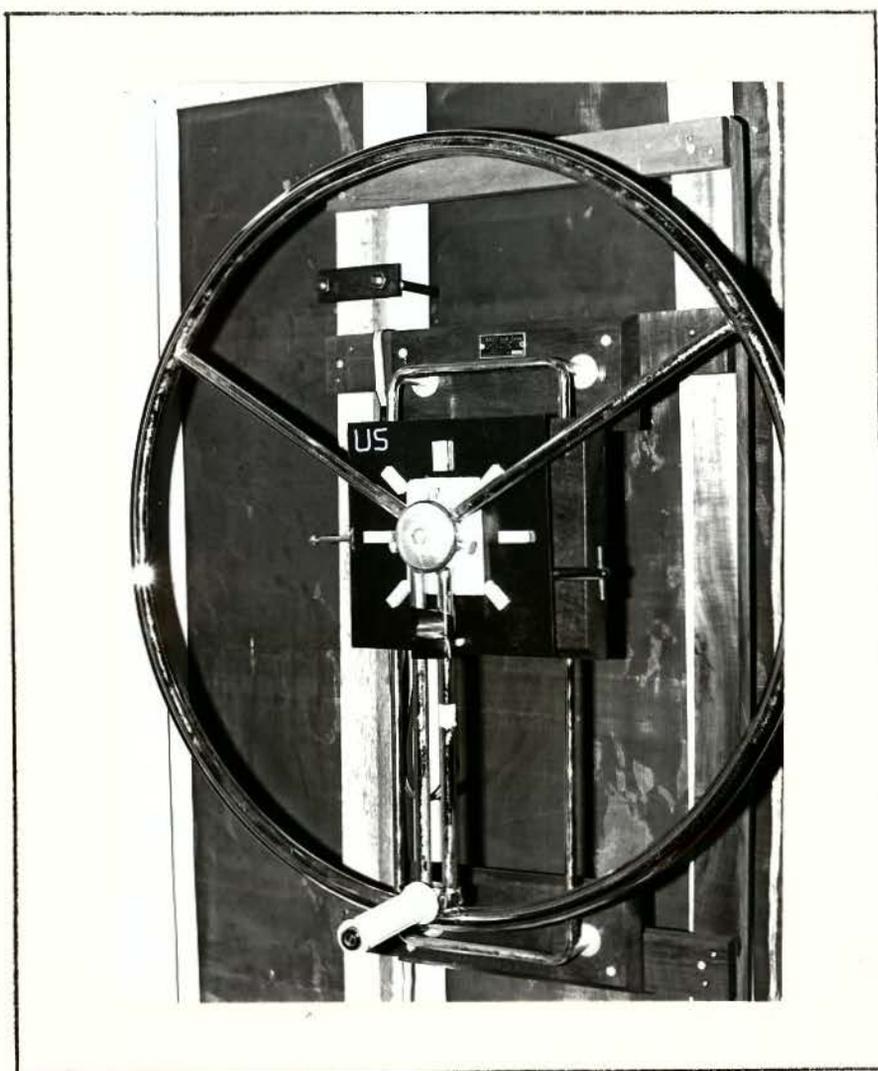


Figura 3 - Unidade sensora, composta de uma placa de circuito impresso com oito chaves tipo "REED SWITCH".

Os sinais da unidade sensora são recebidos e de codificados na unidade de leitura e indicação (Fig. 4). Os mesmos cuidados para se evitar interferências são adotados, uma vez que o circuito digital da unidade de leitura e indicação gera "ruídos", sendo que a caixa em liga metálica de material não ferroso (alumínio fundido) foi completamente aterrada e a conexão do cabo feita com conector blindado do tipo "AMPHENOL". Esta unidade possui dois circuitos distintos que fornecem a indicação luminosa e a sonora. A indicação luminosa é feita através de oito diodos emissores de luz (LED's - light emitter diode), que são chaveados por transistores bipolares, e funciona independente de qualquer tipo de seleção ou ajustes, fornecendo a indicação precisa e exata do sentido do movimento, e o seu posicionamento relativo. Desta forma, é possível saber a posição da roda apenas através desta unidade.

Com o intuito de facilitar ainda mais o registro dos dados e dar ainda maior flexibilidade ao sistema, foi acoplado um sistema de sinalização audível para dispensar a monitorização visual da unidade de leitura e indicação para se saber o posicionamento relativo da manopla da roda de ombro. A indicação sonora tem uma operação mais complexa e pode ser feita de duas formas: ponto ou faixa. No modo de operação "ponto" seleciona-se a(s) posição(ões) desejada(s) através da chave seletora, tipo "DIP SWITCH", de oito posições, e a cada passagem da manopla da roda de ombro por aquele(s) ponto(s) selecionado(s) a unidade emite um ruído ("beep"). No modo de operação "faixa" são selecionados dois pontos, através da chave seletora, sendo um correspondente ao início da faixa e o outro ao seu fim. Quando a manopla da roda de ombro passar pelo ponto selecionado como início da faixa é disparado um sinal audível, que

sõ cessa quando a roda passar pelo ponto selecionado como fim da faixa.

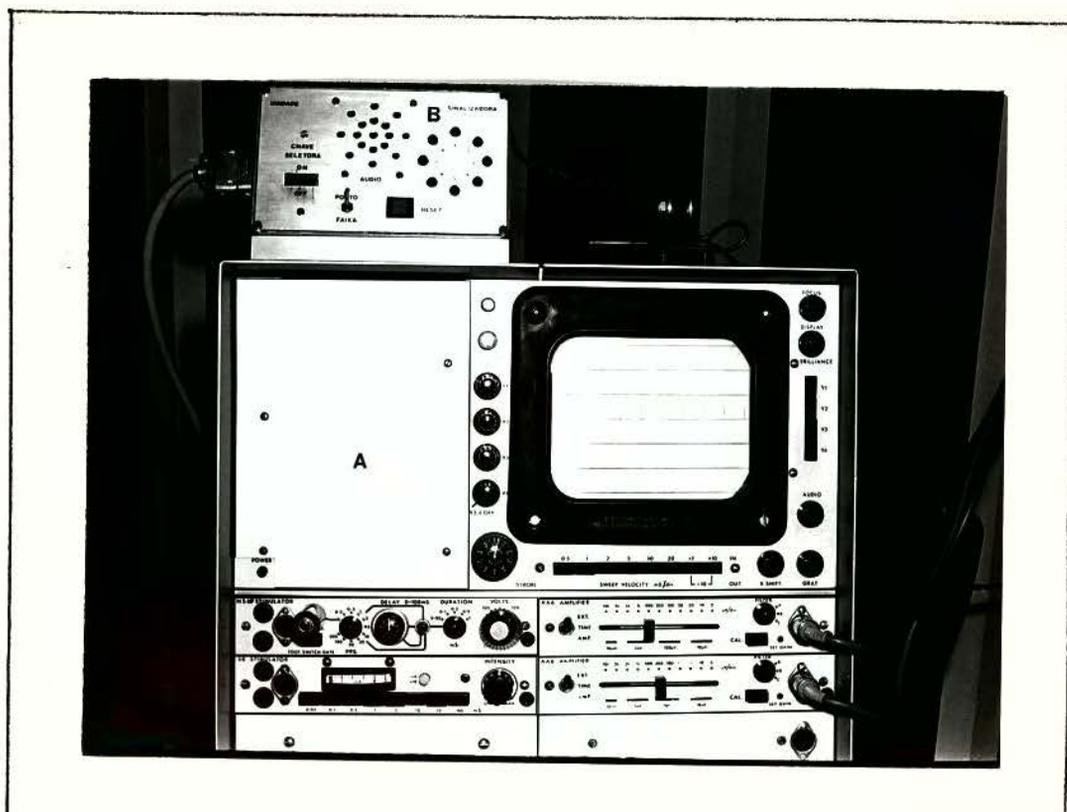


Figura 4 - A- Eletromiôgrafo; B- Unidade de leitura e indicação, composta por: 8 "LED's", sistema de chaveamento e sistema de indicação sonoro.

A fim de se padronizar a velocidade do movimento de rotação da roda de ombro, o voluntário era orientado por um "metrônomo" de indicação luminosa (Fig. 5), especialmente desenvolvido para esse trabalho. Esse equipamento possui duas escalas de velocidade, sendo que cada escala pode ser ajustada continuamente através de um potenciômetro. O esquema deste equipamento encontra-se no Anexo 2.

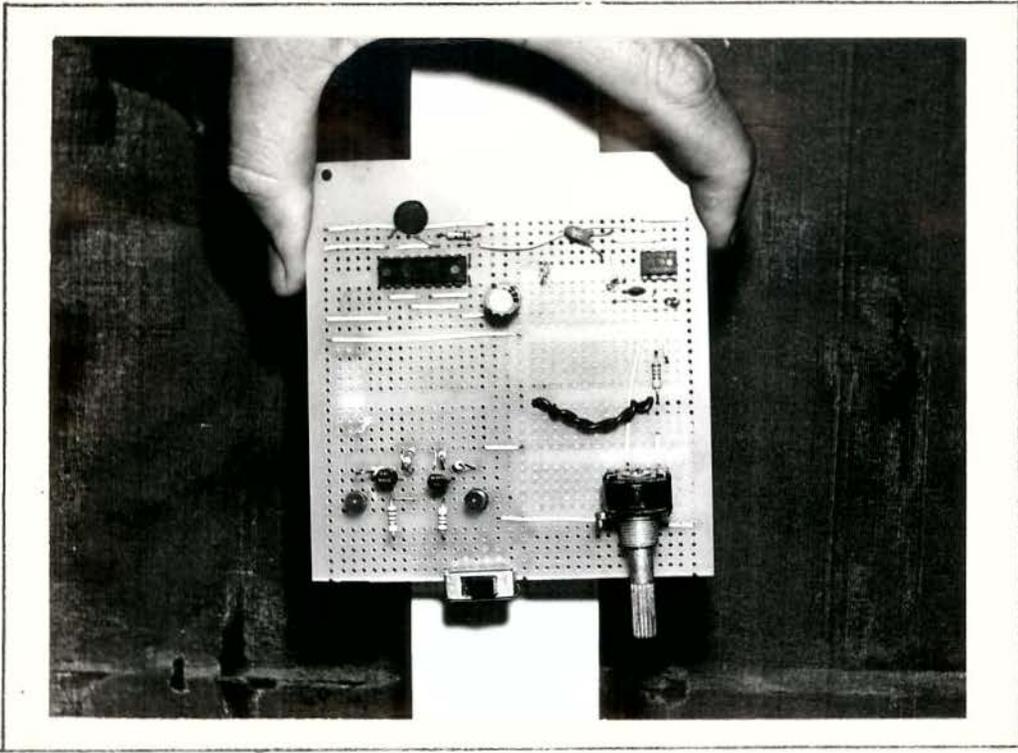


Figura 5 - Metrônomo, utilizado com a finalidade de padronizar a velocidade de do movimento de rotação da roda de ombro.

As três porções do músculo trapézio foram analisadas isoladamente nos seguintes movimentos:

1. Movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário, mantendo-se o raio total⁺ da roda (MAHRT);

2. Movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário, mantendo-se metade do raio⁺⁺ da roda (MAHR/2);

3. Movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido horário, mantendo-se o raio total da roda (MHRT);

+ Raio total - significa que a manopla está alocada na periferia da roda de ombro.

++ Metade do raio - significa que a manopla está alocada num ponto médio, entre a periferia e o eixo central da roda de ombro.

4. Movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido horário, mantendo-se metade do raio da roda (MHR/2).

A sequência de movimento foi a mesma para todos os voluntários, obedecendo a ordem descrita acima. Antes de se iniciarem os registros, cada voluntário era devidamente orientado quanto ao seu correto posicionamento, bem como à execução e velocidade dos movimentos. No experimento, foram desconsideradas todas as intercorrências iniciais, sendo que os registros foram feitos após a estabilização da leitura.

Para auxiliar a interpretação dos dados obtidos, os movimentos citados anteriormente foram divididos em duas fases:

1. Fase de elevação do braço: corresponde ao período de 0 a 180° para os movimentos realizados no sentido anti-horário, e de 360° a 180° para os movimentos realizados no sentido horário;

2. Fase de abaixamento do braço: corresponde ao período de 180 a 360° para os movimentos realizados no sentido anti-horário, e de 180 a 0° para os movimentos realizados no sentido horário.

Os registros eletromiográficos foram feitos em microvolts (μV) e anotados em fichas previamente elaboradas. Posteriormente, tendo em vista a necessidade de comparação dos resultados, foram usados os valores médios obtidos para cada tipo de movimento nos vinte voluntários. Utilizaram-se os valores médios, após constatar que a dispersão relativa dos dados não foi significativa.

A fim de facilitar a análise dos resultados, os valores médios obtidos foram divididos em classes, de acordo com sua intensidade (modificado de BASMAJIAN, 1978):

0 — 500 μ V, atividade fraca;

500 — 1000 μ V, atividade moderada;

acima de 1000 μ V, atividade forte.

III - RESULTADOS

Os resultados da atividade elétrica das porções superior, média e inferior do músculo trapézio nos movimentos de circundação do braço girando a roda de ombro estão apresentados nas tabelas de 1 a 6 (págs. 20 a 22) e figuras de 6 a 26 (págs. 23 a 34).

Os traçados eletromiográficos mais expressivos, registrados nas porções superior, média e inferior do músculo trapézio durante os movimentos de circundação do braço girando a roda de ombro, estão documentados nas figuras de 27 a 38 (págs. 35 a 40).

Tabela 1 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção superior do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHRT e MAHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°
MAHRT	980	1285	1208	928	768	750	675	585
MAHR/2	823	978	878	783	605	580	535	345

Tabela 2 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção superior do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHRT e MHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	360-315°	315-270°	270-225°	225-180°	180-135°	135-90°	90-45°	45-0°
MHRT	1028	1470	1460	1085	625	350	170	305
MHR/2	1025	1310	1185	735	335	185	245	360

Tabela 3 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção média do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHRT e MAHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°
MAHRT	2105	995	650	525	383	505	785	1210
MAHR/2	1425	860	438	188	230	288	448	928

Tabela 4 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção média do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHRT e MHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	360-315°	315-270°	270-225°	225-180°	180-135°	135-90°	90-45°	45-0°
MHRT	998	1835	1715	1050	780	635	170	230
MHR/2	880	1615	1555	1250	825	525	163	233

Tabela 5 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção inferior do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHRT e MAHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	0-45°	45-90°	90-135°	135-180°	180-225°	225-270°	270-315°	315-360°
MAHRT	290	—	—	135	548	663	515	385
MAHR/2	278	85	—	50	235	368	418	315

Tabela 6 - Valores médios dos potenciais de ação, expressos em microvolts (μV), registrados na porção inferior do músculo trapézio, de vinte voluntários do sexo feminino, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHRT e MHR/2, distribuídos em 8 setores.

MOVIMENTO \ SETOR	360-315°	315-270°	270-225°	225-180°	180-135°	135-90°	90-45°	45-0°
MHRT	690	1605	1505	500	85	85	15	50
MHR/2	535	1345	1400	560	175	135	10	—

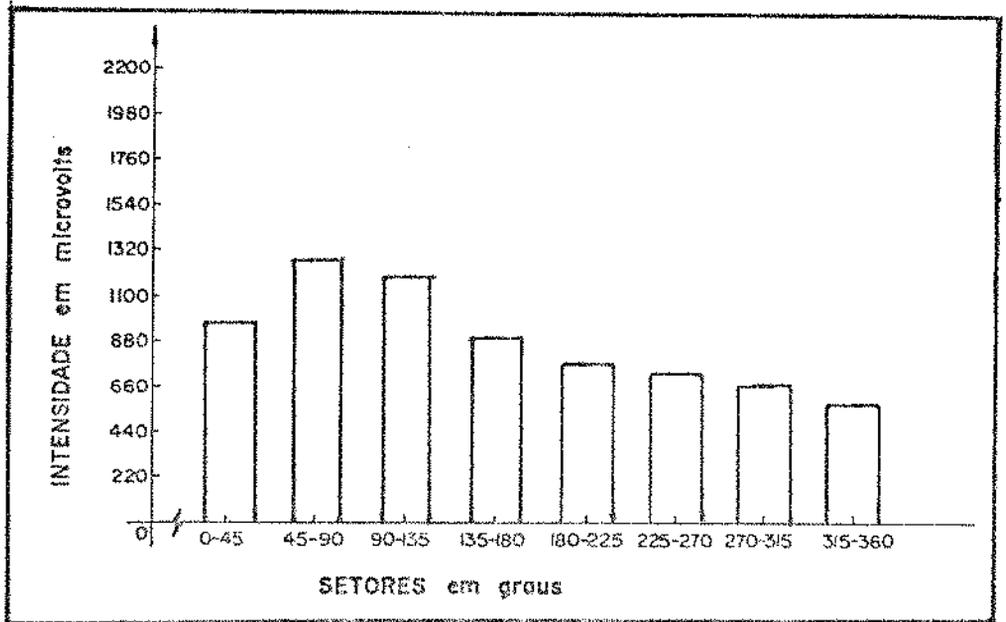


Figura 6 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHRT.

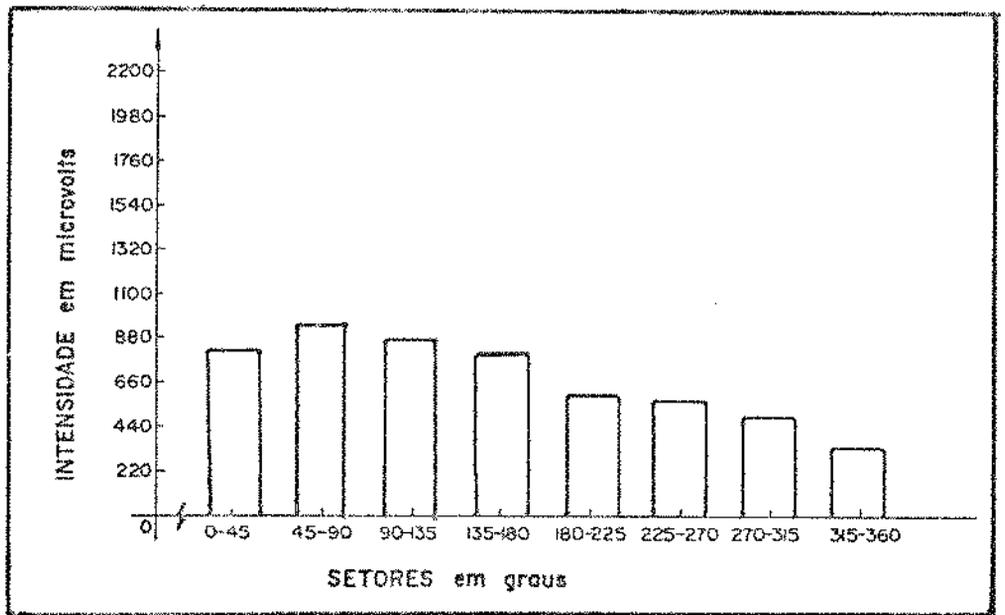


Figura 7 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHR/2.

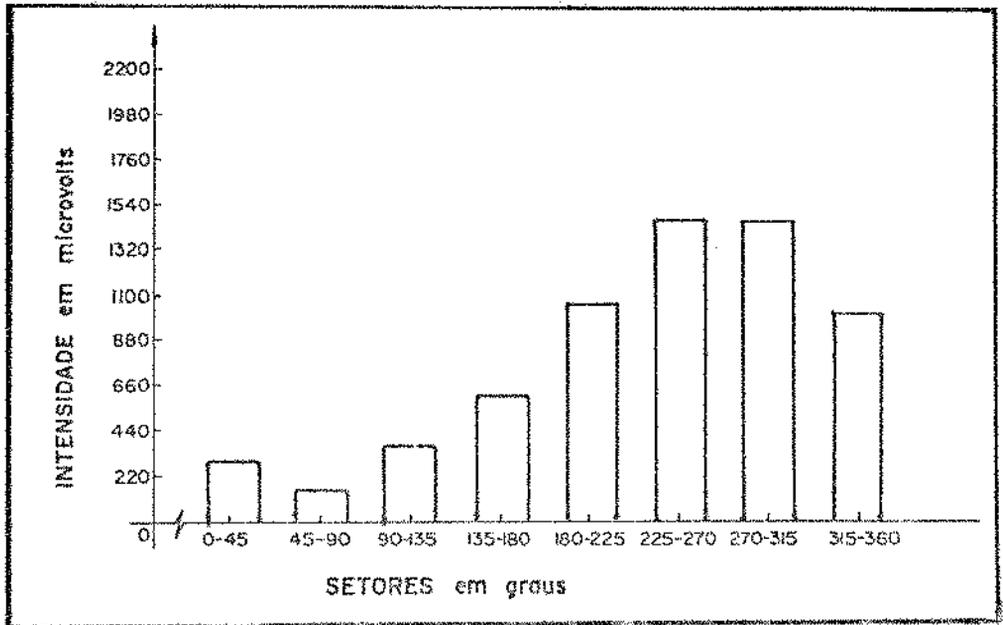


Figura 8 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHRT.

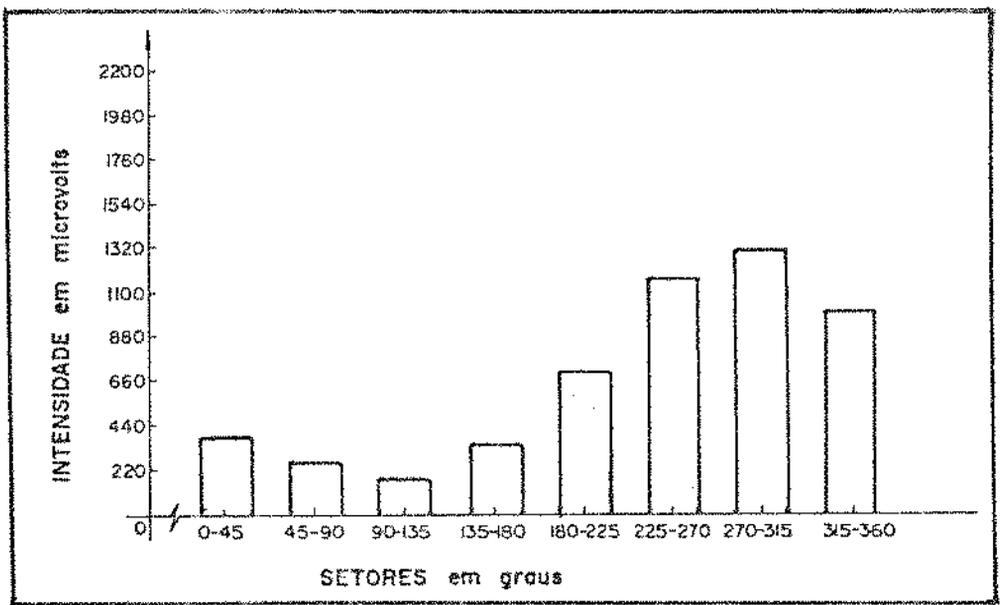


Figura 9 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHR/2.

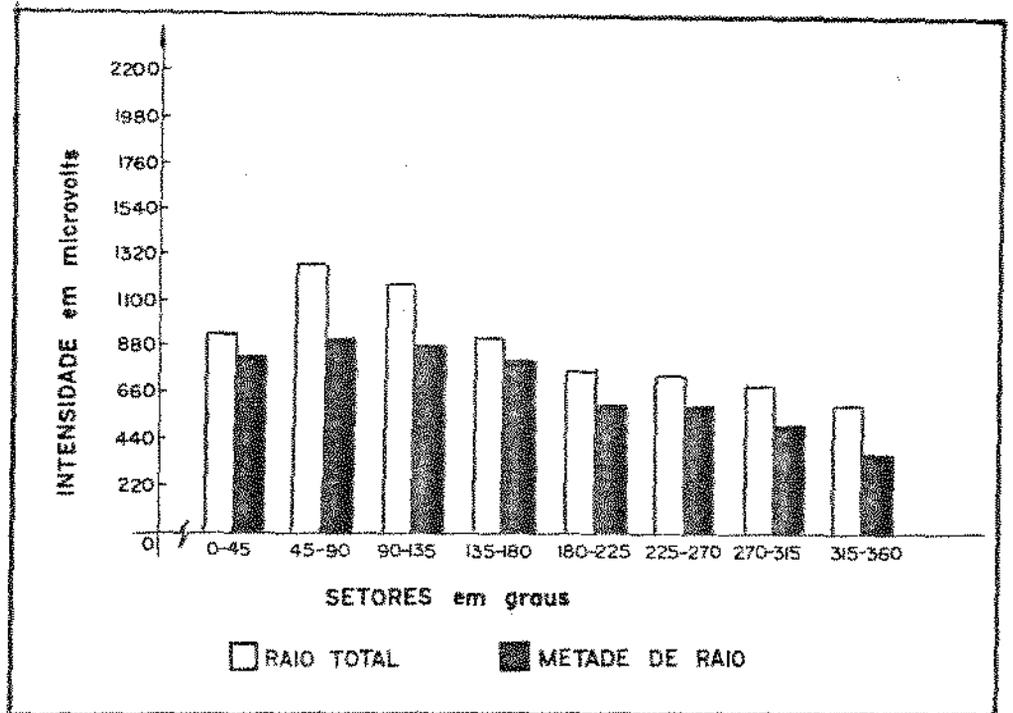


Figura 10 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a condução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHR e MAHR/2.

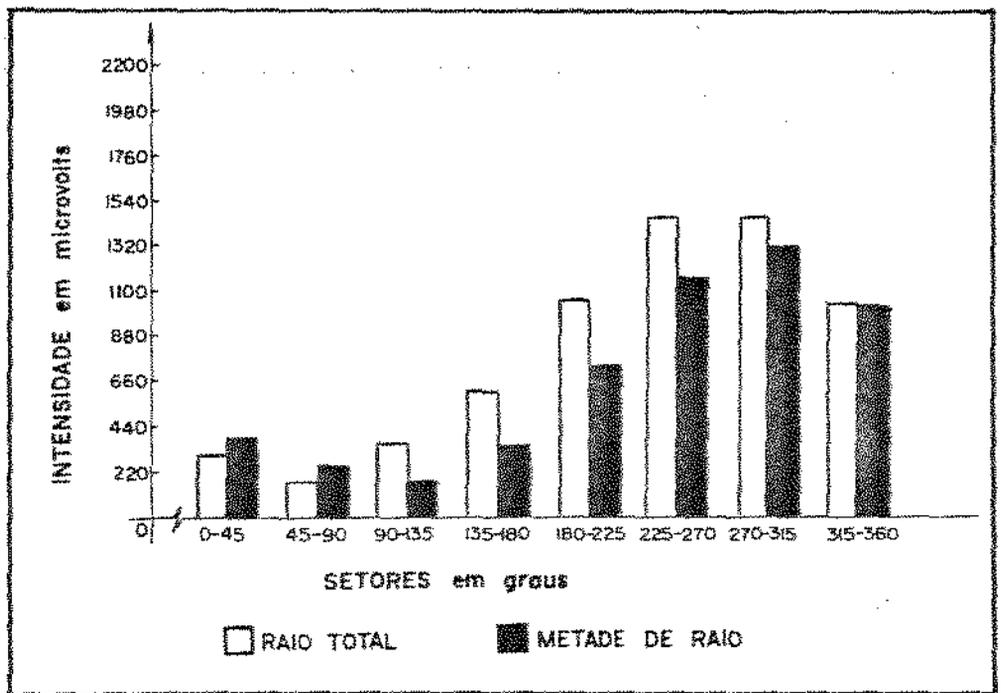


Figura 11 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção superior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a condução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHR e MHR/2.

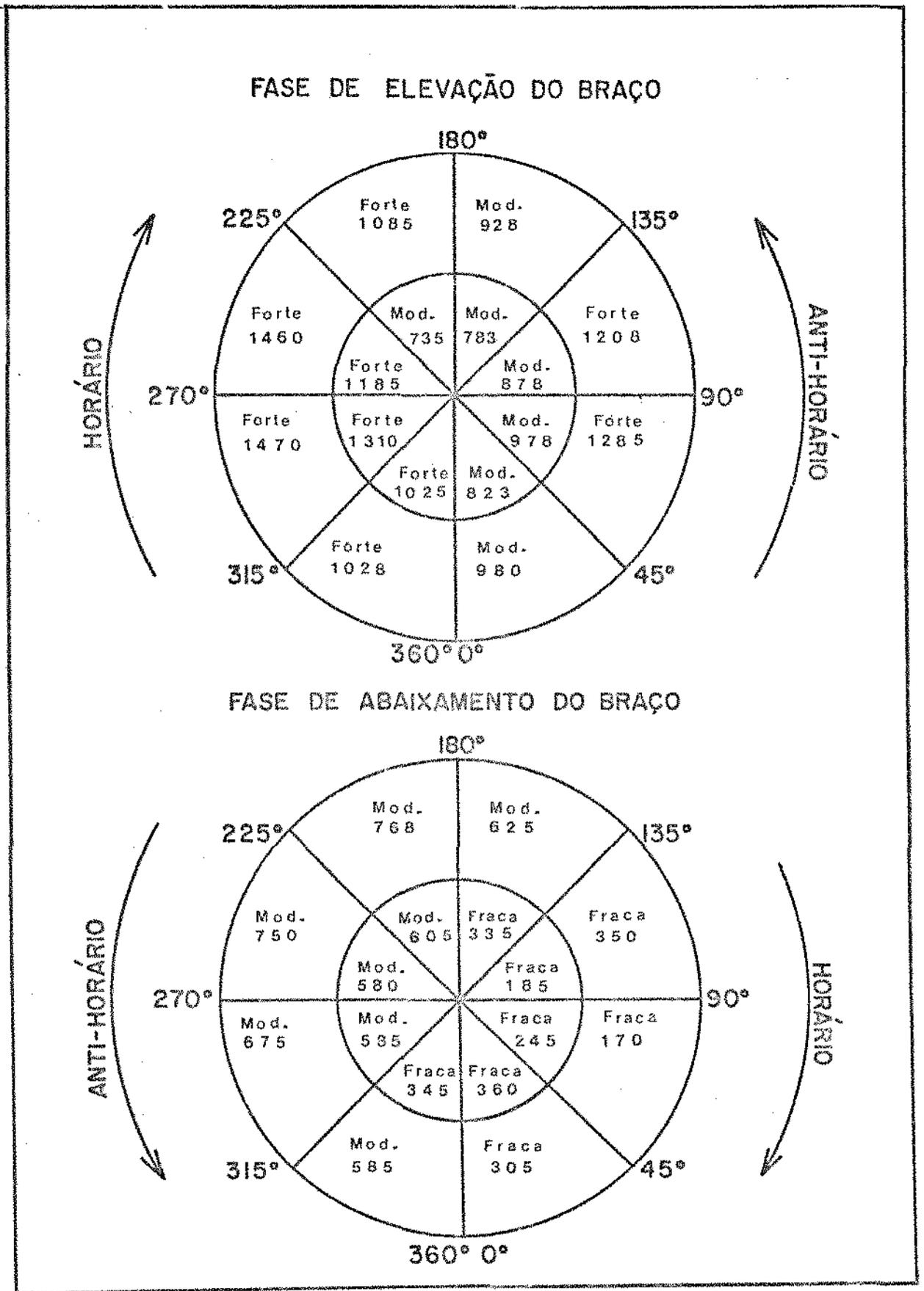


Figura 12 - Diagrama ilustrativo dos valores médios dos potenciais de ação, registrados na **porção superior** do músculo trapézio, nos movimentos de circundação do braço. A parte externa refere-se aos movimentos: MAHRT e MHRT. Na parte interna estão registrados os valores referentes aos movimentos: MAHR/2 e MHR/2.

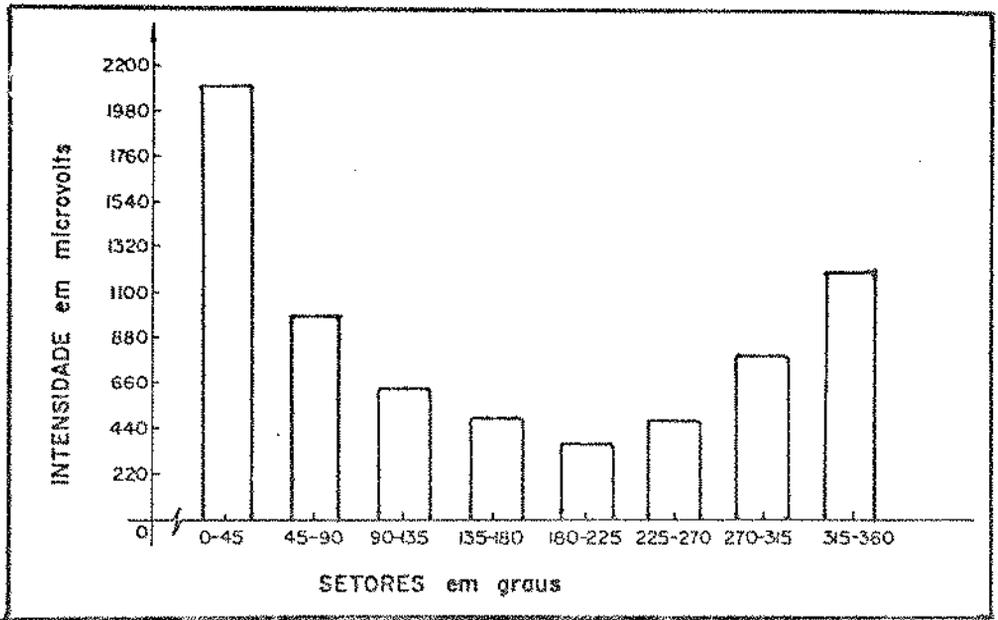


Figura 13 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHRT.

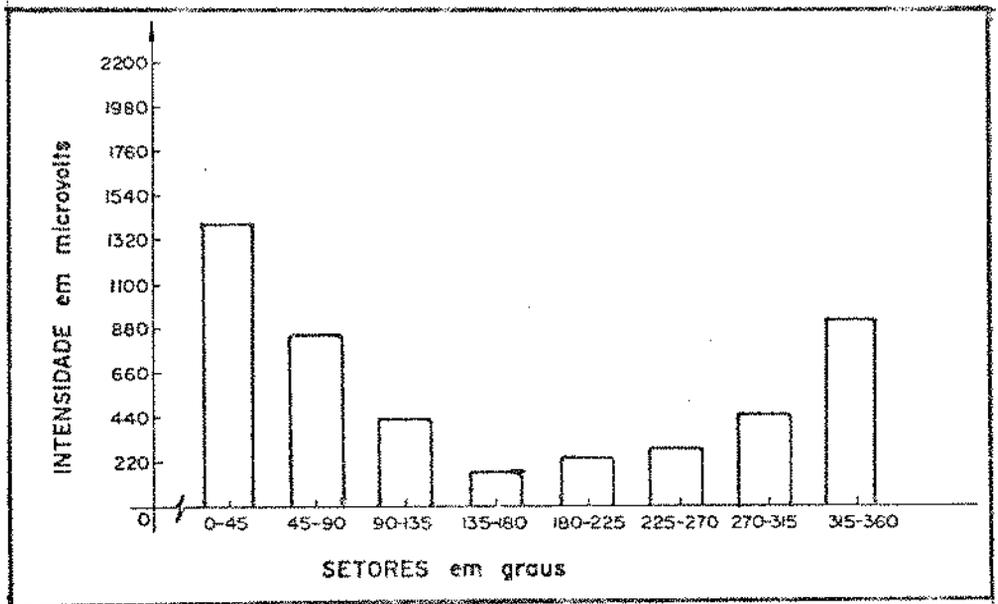


Figura 14 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHR/2.

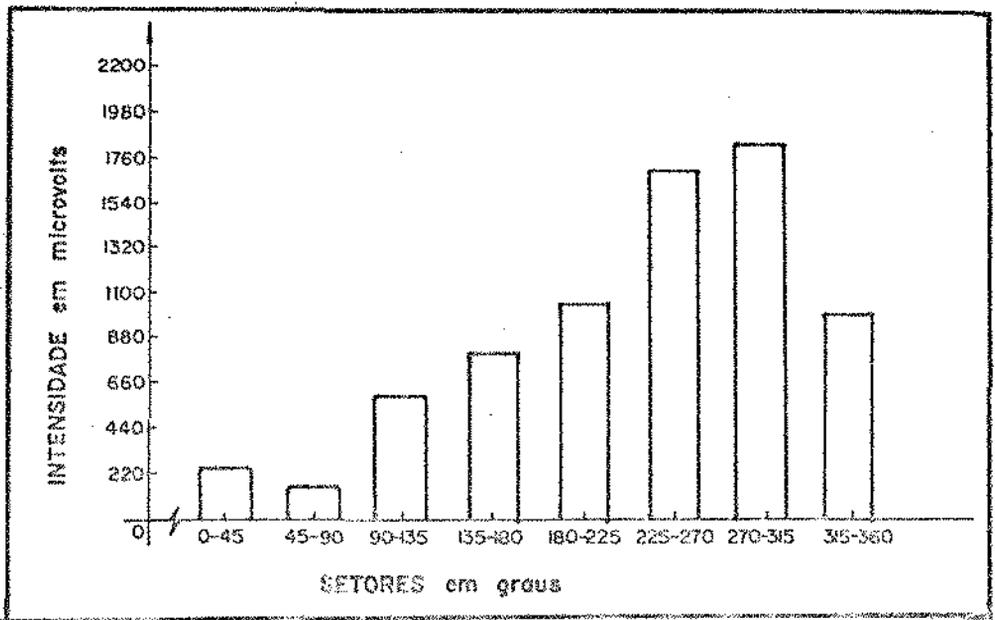


Figura 15 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHRT.

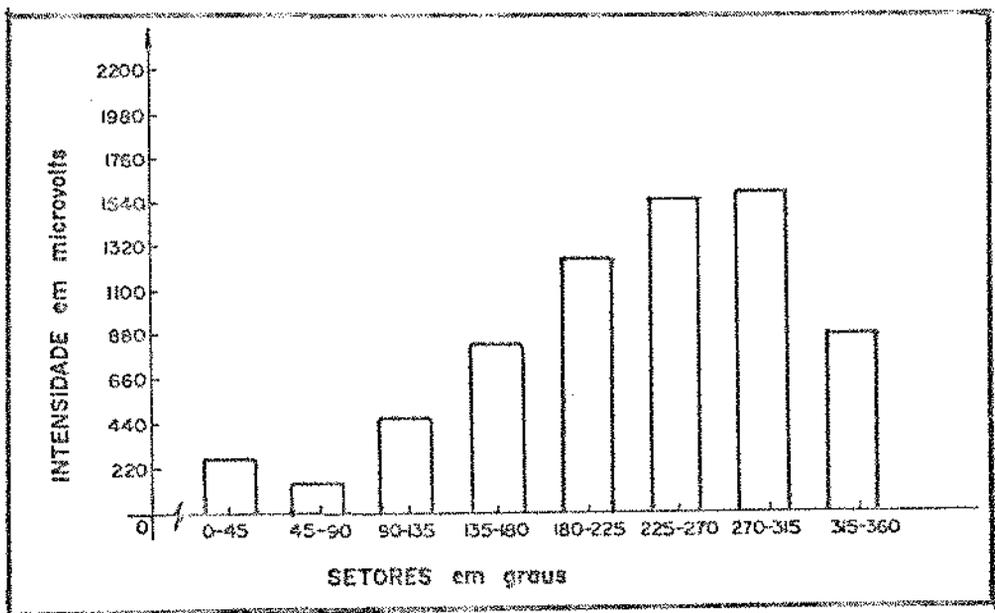


Figura 16 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHR/2.

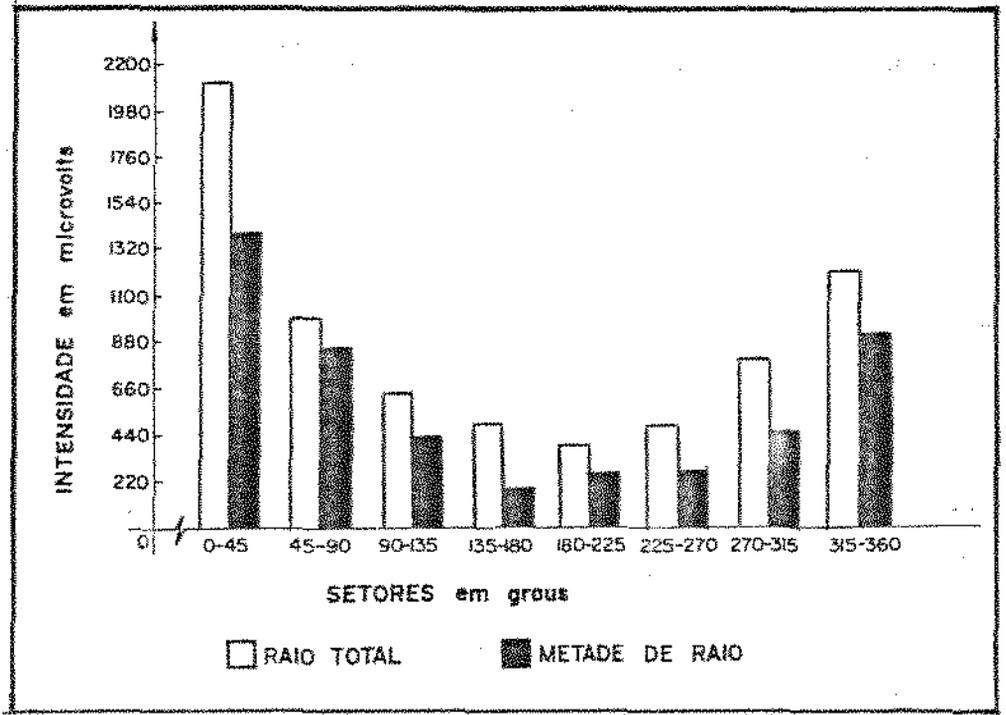


Figura 17 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circulação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHR e MAHR/2.

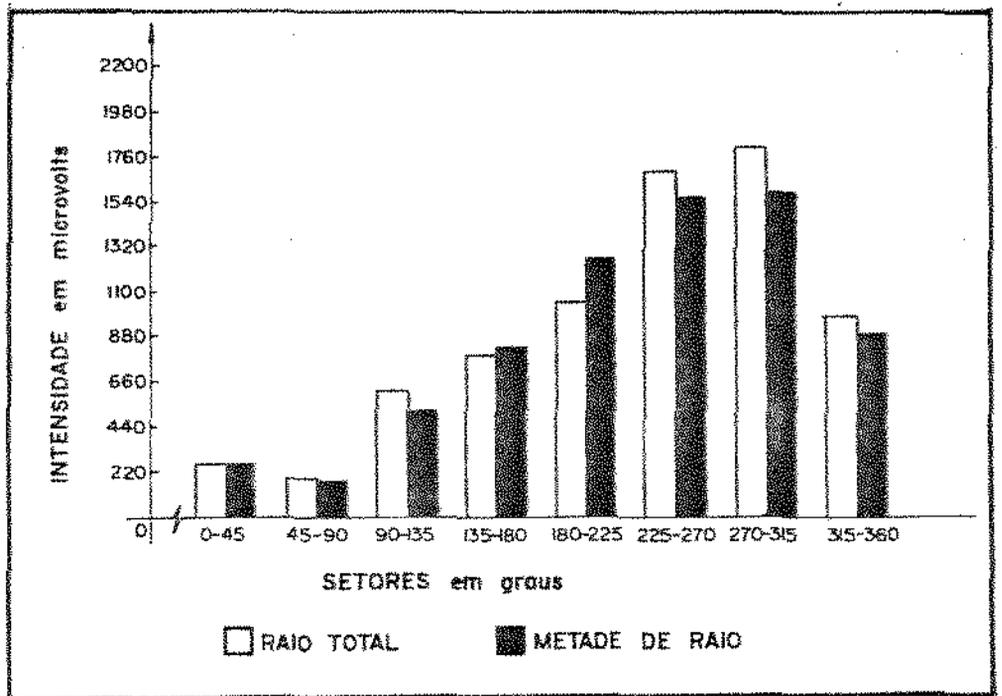


Figura 18 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção média do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circulação do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHRT e MHR/2.

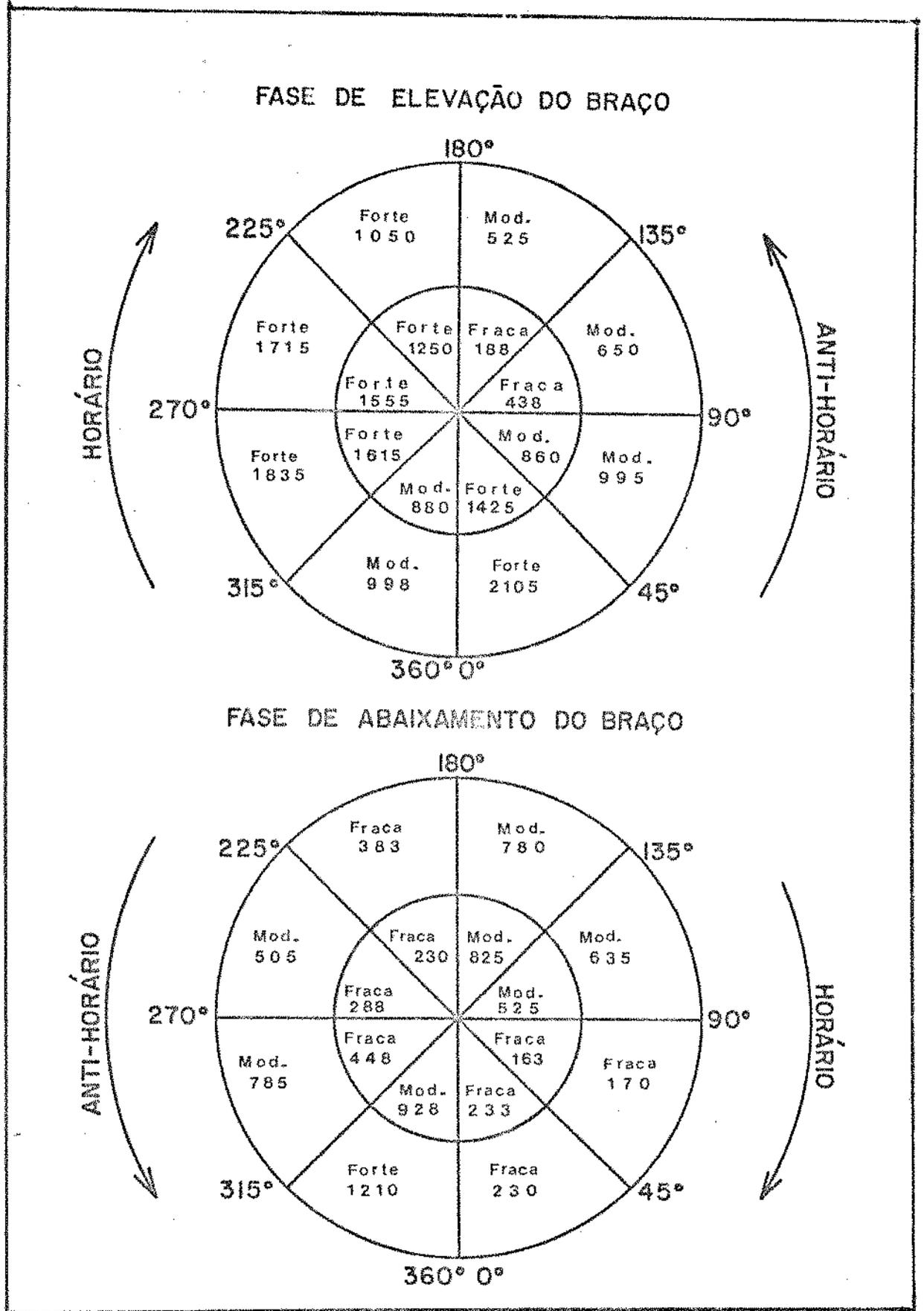


Figura 19 - Diagrama ilustrativo dos valores médios dos potenciais de ação registrados na **porção média** do músculo trapézio, nos movimentos de circundação do braço. A parte externa refere-se aos movimentos: MAHRT e MHRT. Na parte interna estão registrados os valores referentes aos movimentos: MAHR/2 e MHR/2.

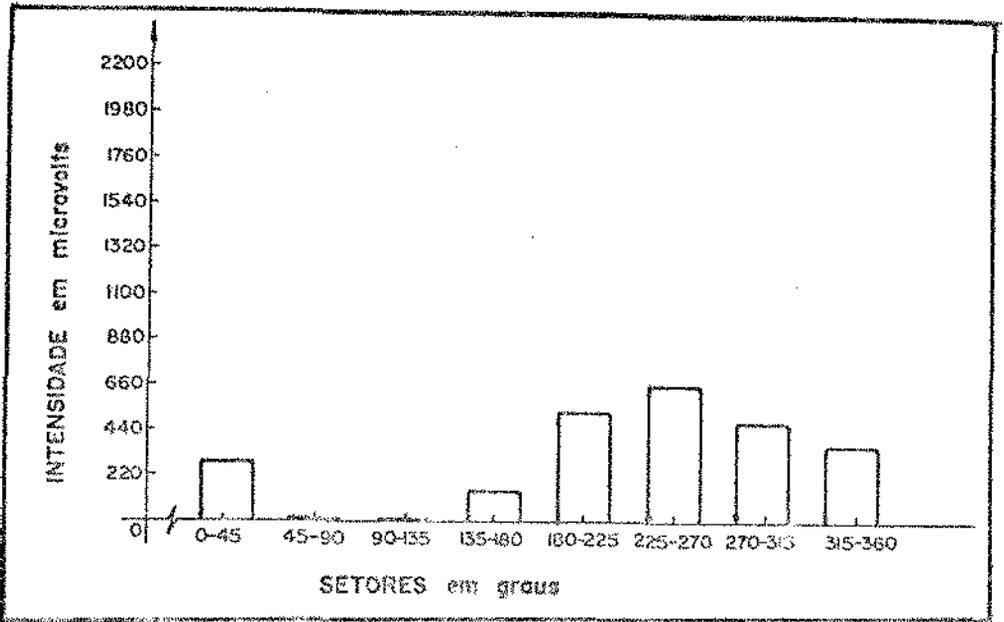


Figura 20 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHRT.

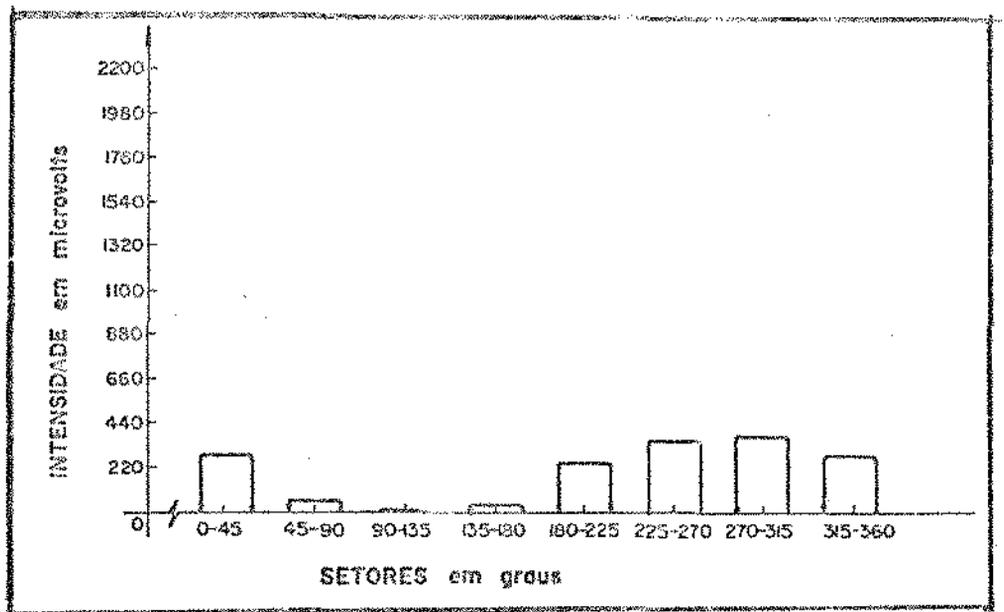


Figura 21 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MAHR/2.

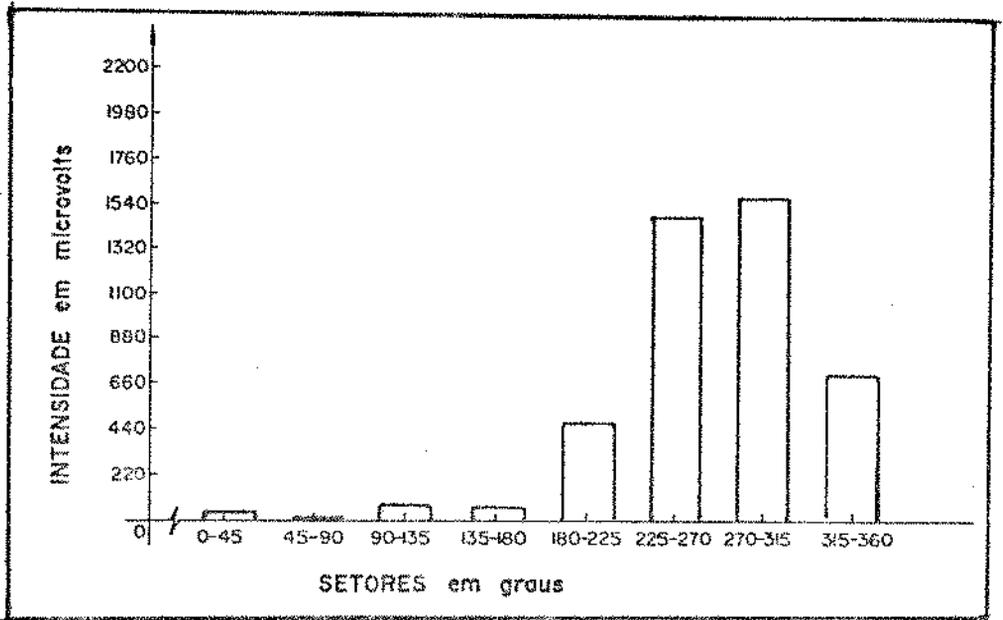


Figura 22 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHRT.

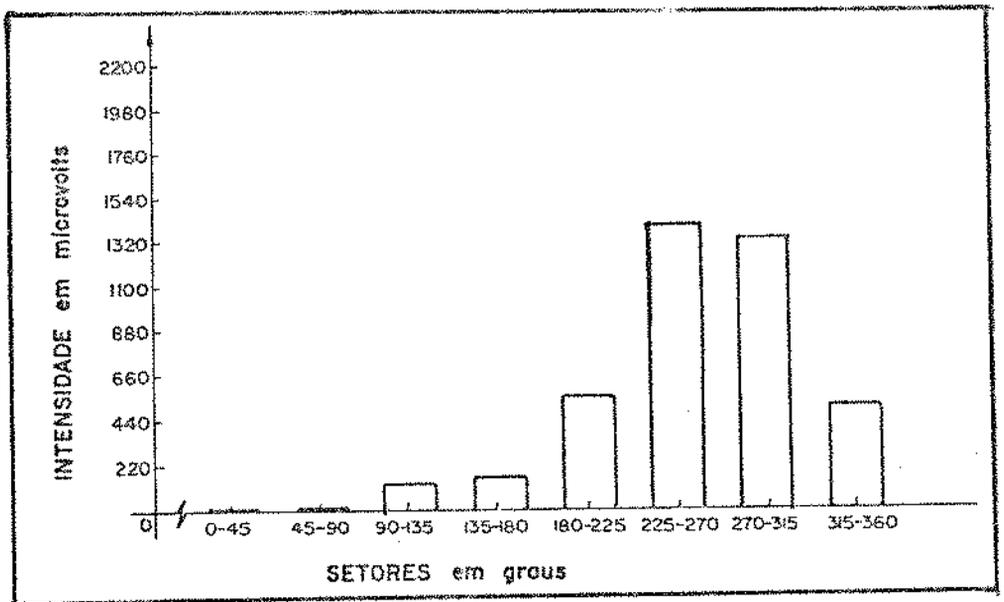


Figura 23 - Gráfico de barras dos valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a circundação do braço girando a roda de ombro, no movimento MHR/2.

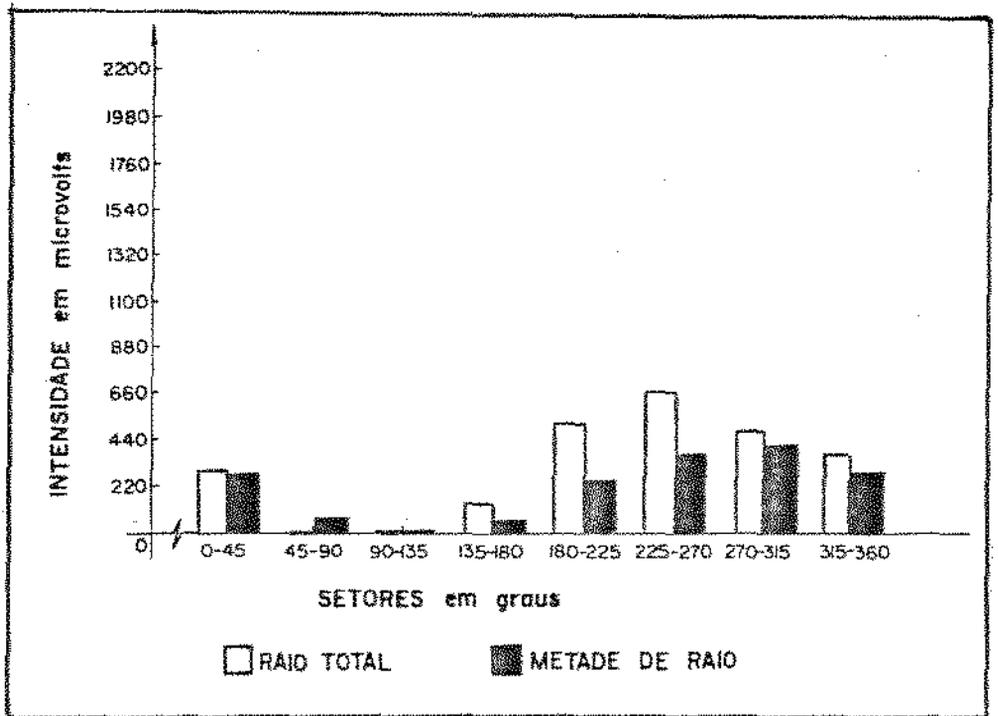


Figura 24 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a condução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MAHR/2 e MAHR/2.

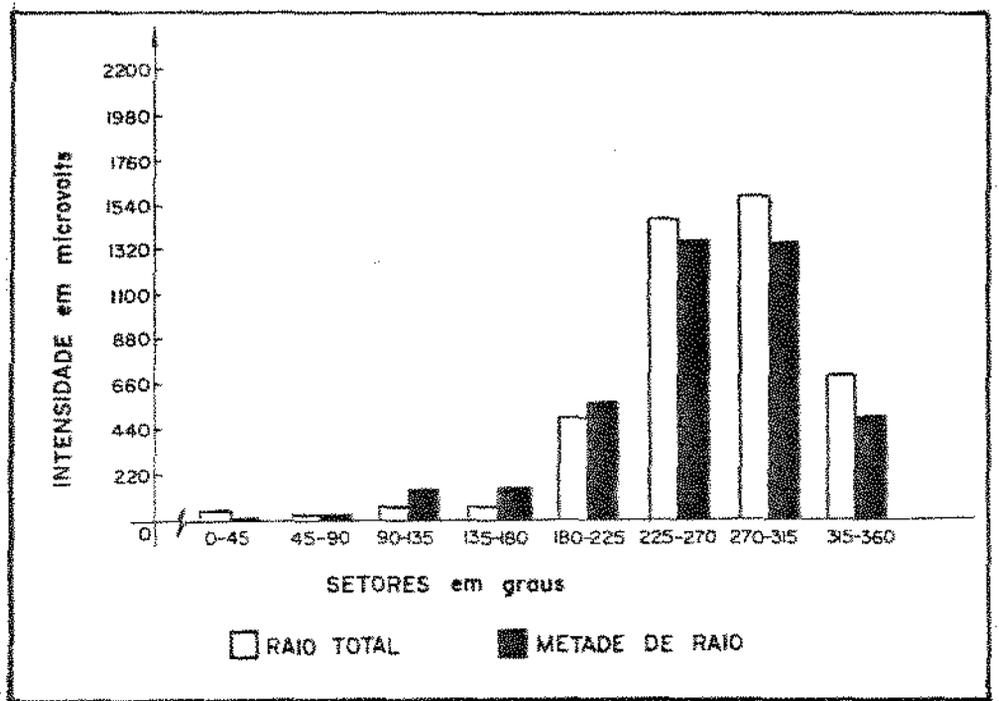


Figura 25 - Gráfico de barras comparativo entre os valores médios da atividade eletromiográfica, expressos em μV , registrados na porção inferior do músculo trapézio, de 20 voluntárias, durante a condução do braço girando a roda de ombro, nos movimentos MHRT e MHR/2.

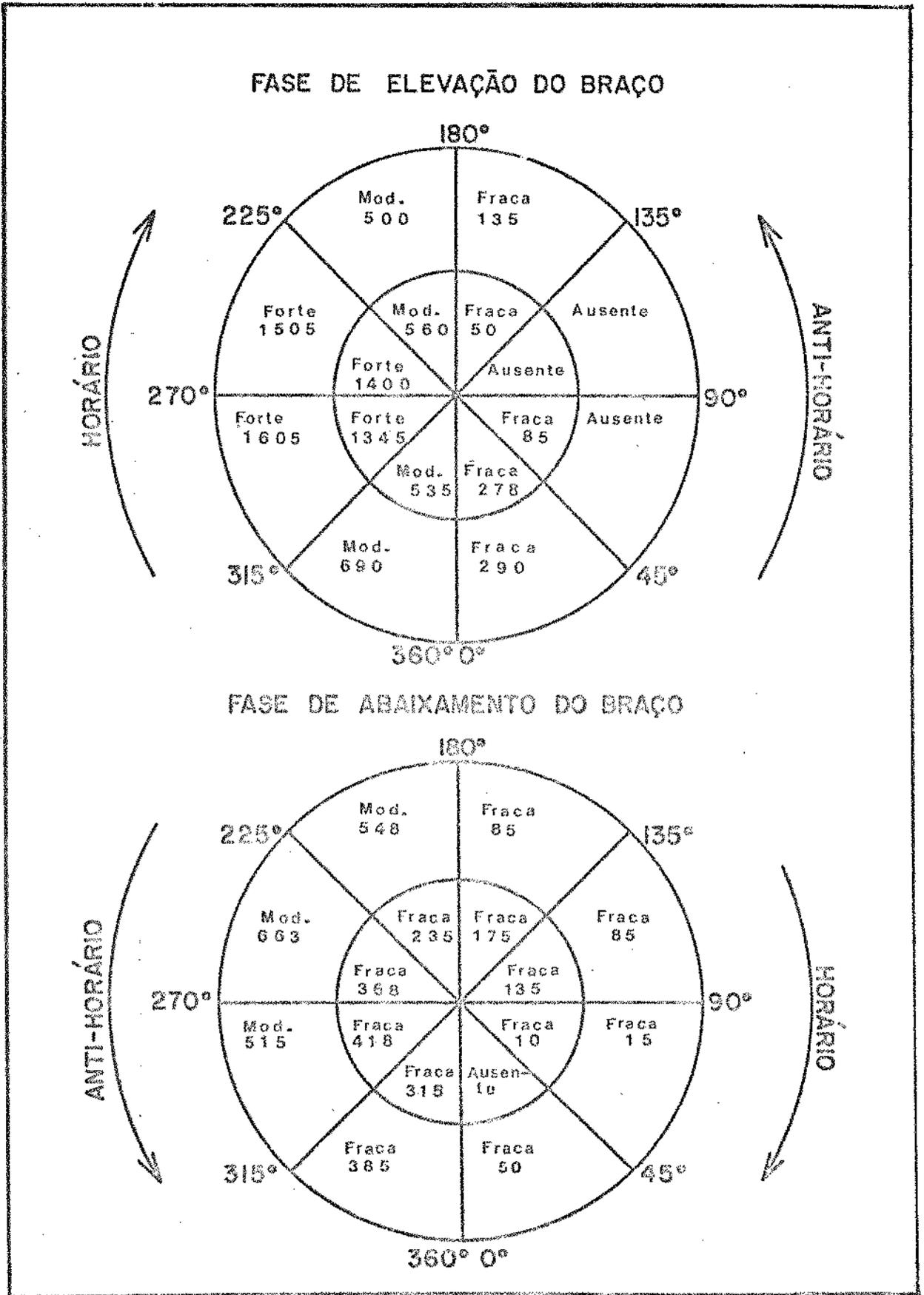


Figura 26 - Diagrama ilustrativo dos valores médios dos potenciais de ação, registrados na **porção inferior** do músculo trapézio, nos movimentos de circundação do braço. A parte externa refere-se aos movimentos: MAHRT e MHR/2. Na parte interna estão registrados os valores referentes aos movimentos: MAHR/2 e MHR/2.

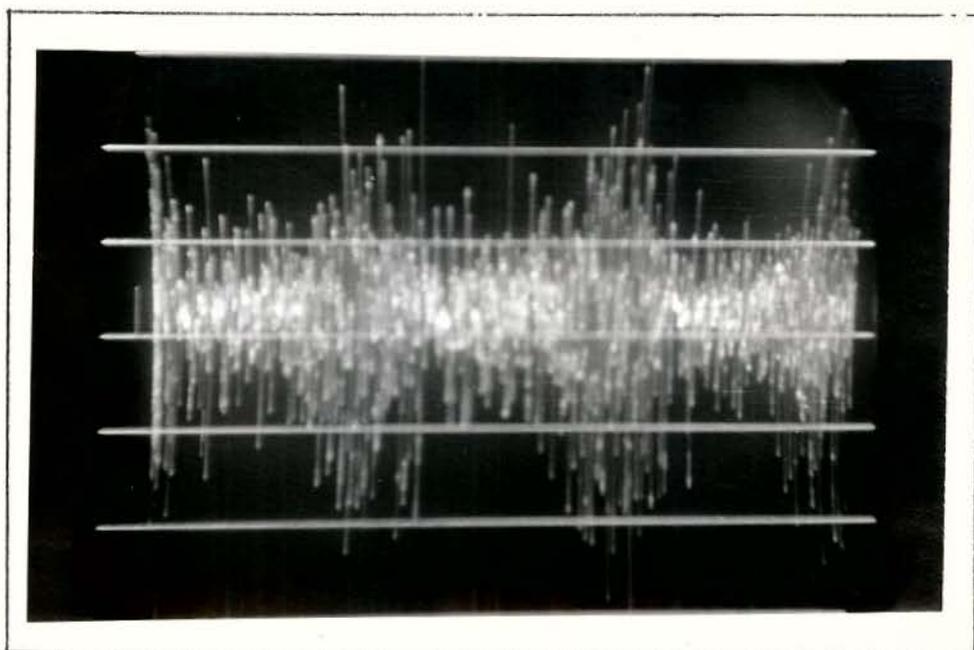


Figura 27 - Eletromiograma da porção superior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = 500 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

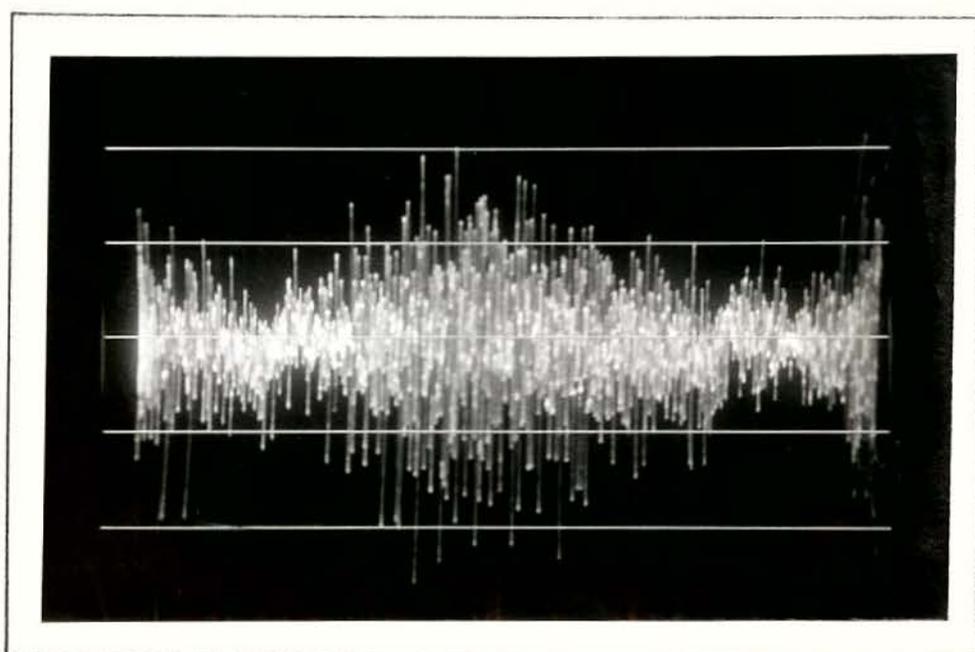


Figura 28 - Eletromiograma da porção superior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = 200 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

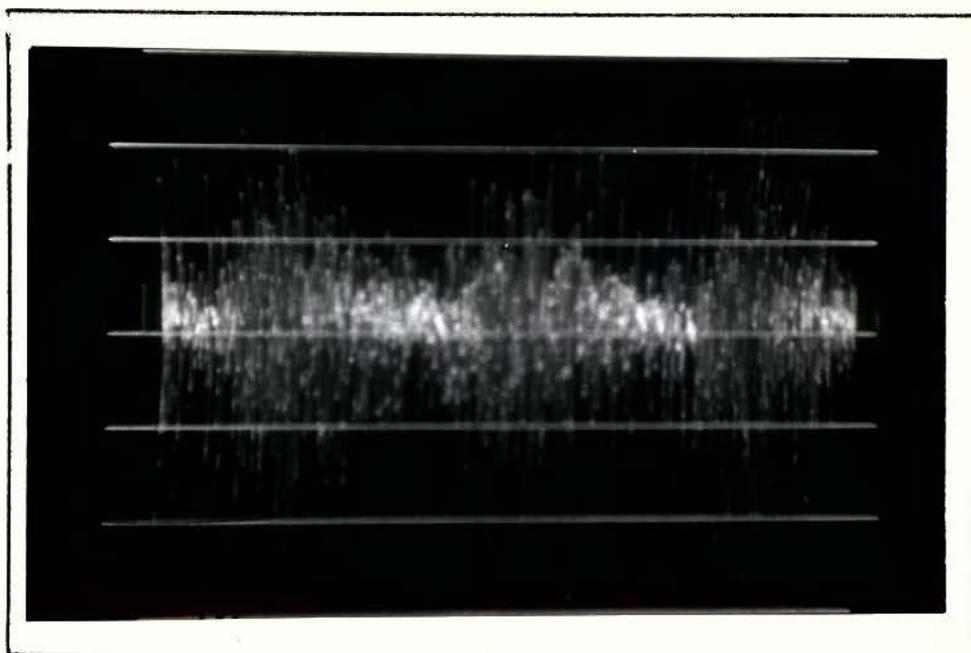


Figura 29 - Eletromiograma da porção superior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido do horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = $500 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

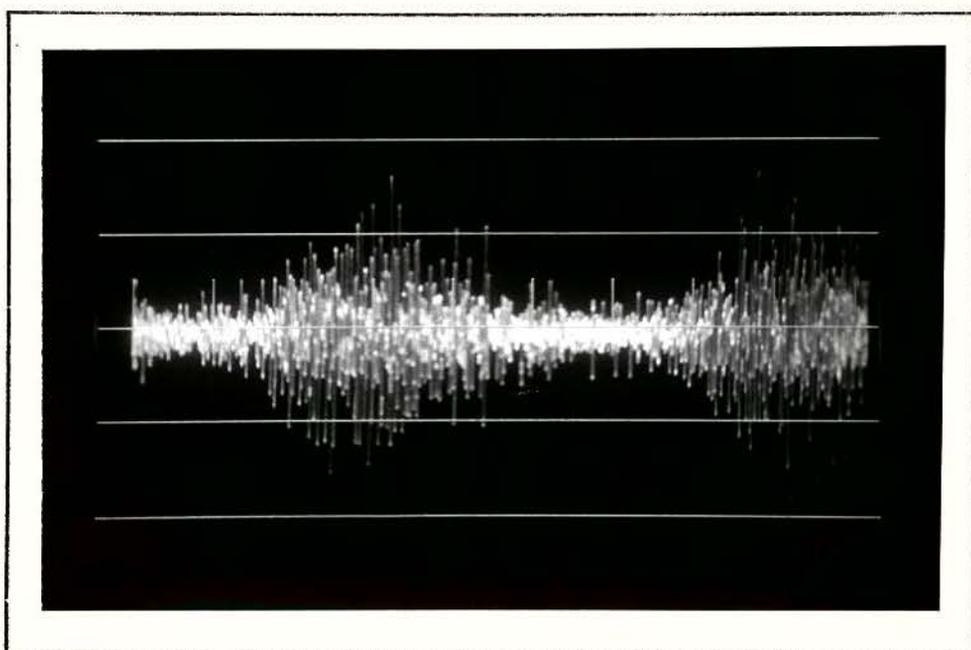


Figura 30 - Eletromiograma da porção superior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido do horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = $500 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

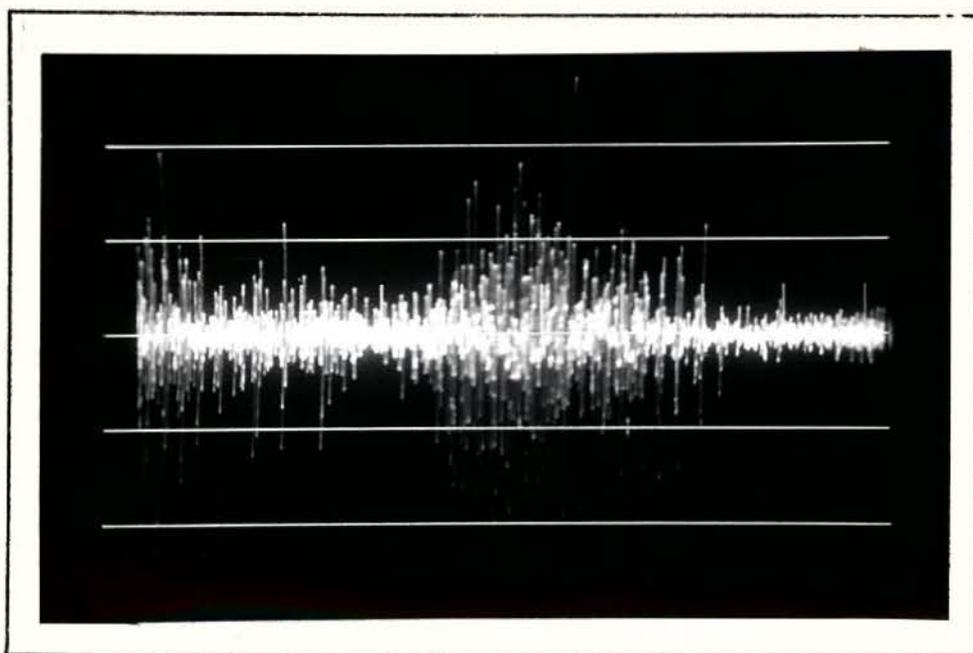


Figura 31 - Eletromiograma da porção média do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = $1000 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

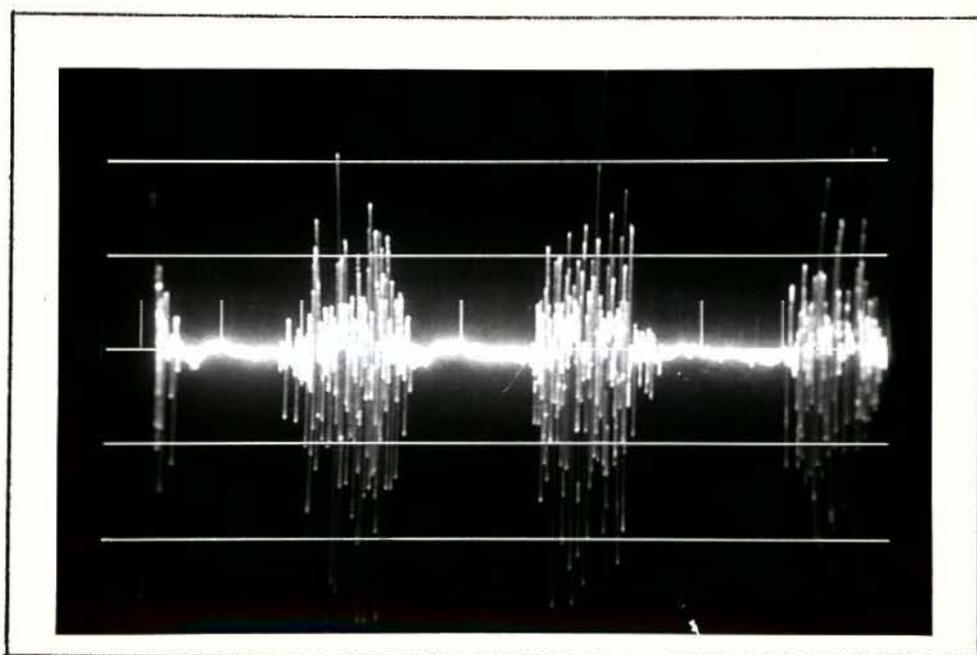


Figura 32 - Eletromiograma da porção média do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = $200 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

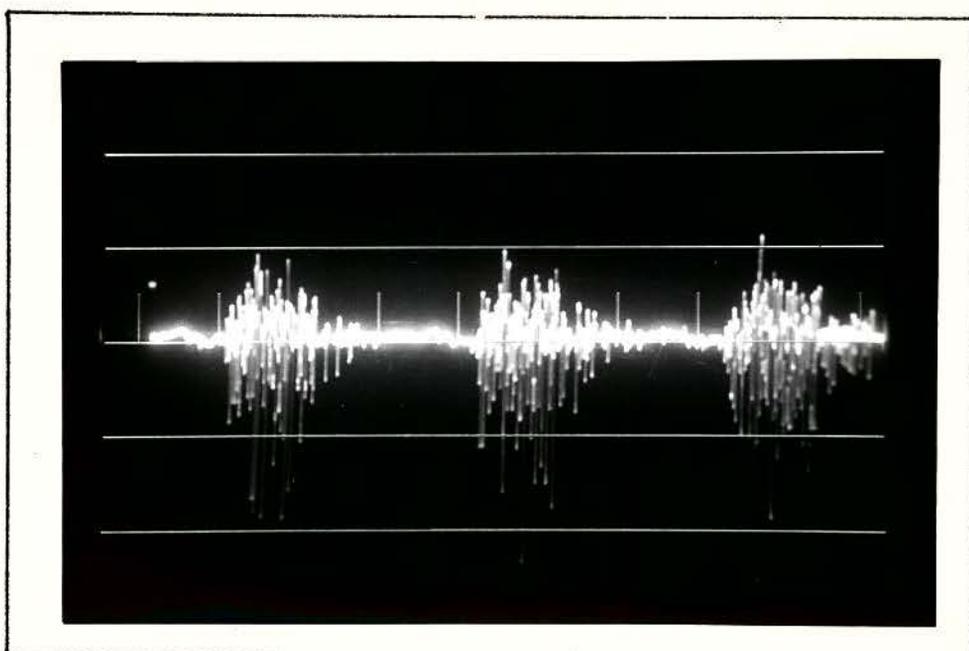


Figura 33 - Eletromiograma da porção média do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = 500 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

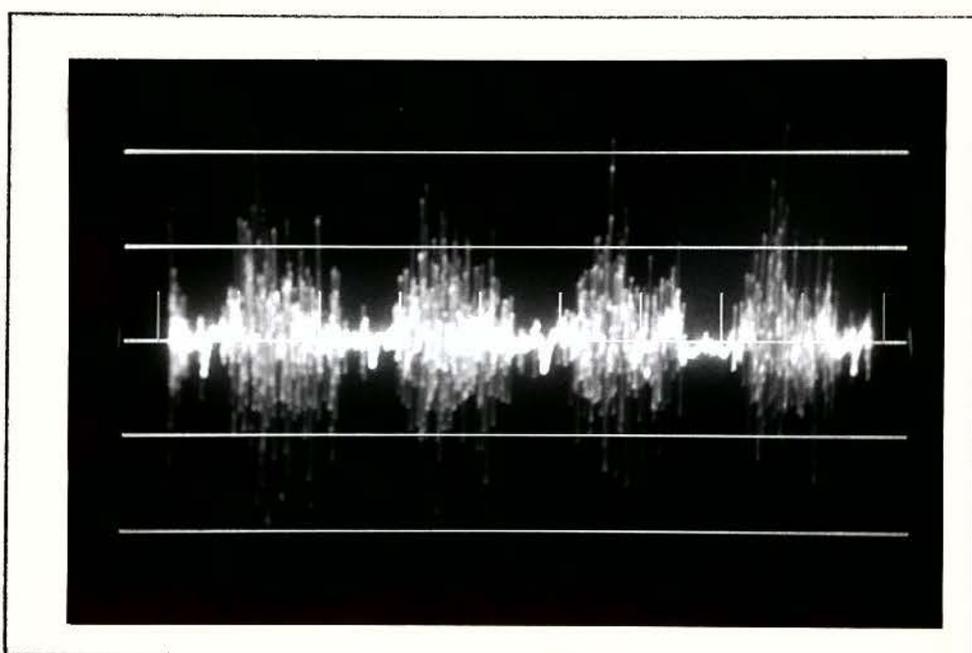


Figura 34 - Eletromiograma da porção média do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = 1000 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

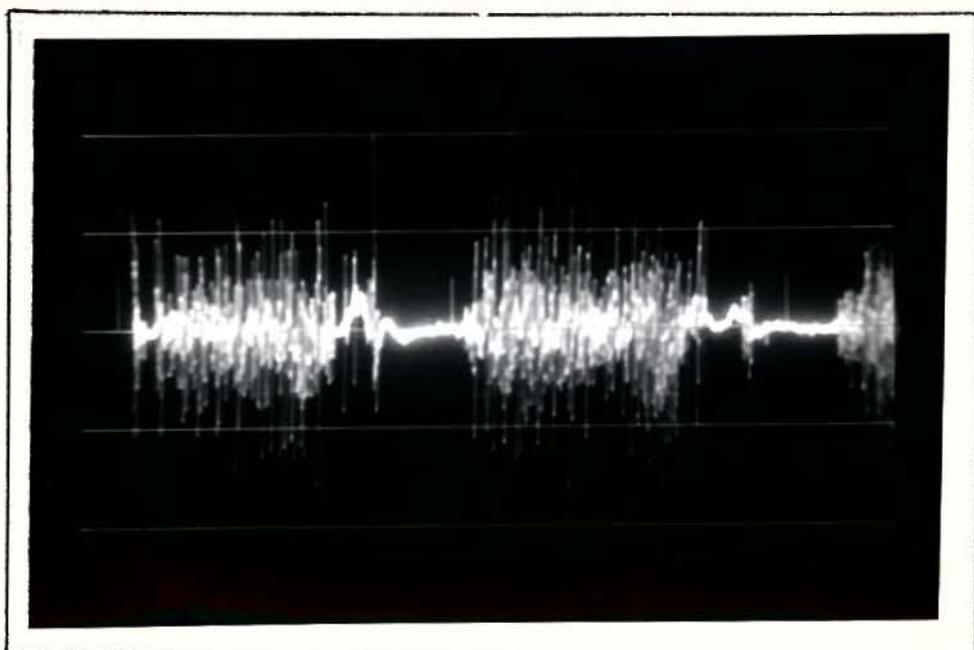


Figura 35 - Eletromiograma da porção inferior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = $500 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

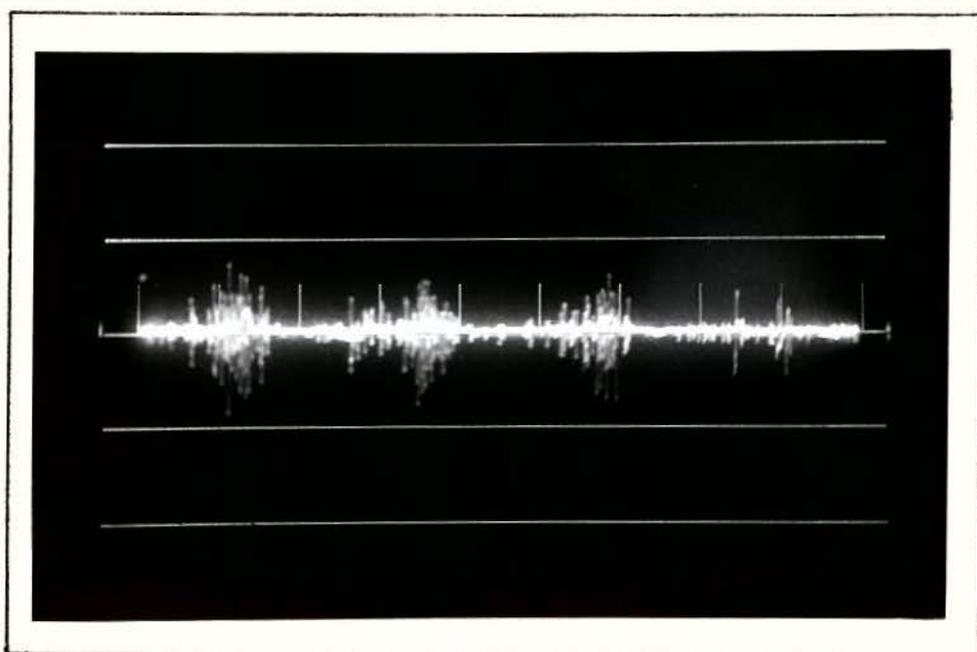


Figura 36 - Eletromiograma da porção inferior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido anti-horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = $500 \mu\text{V}$; velocidade = 370 ms/divisão .

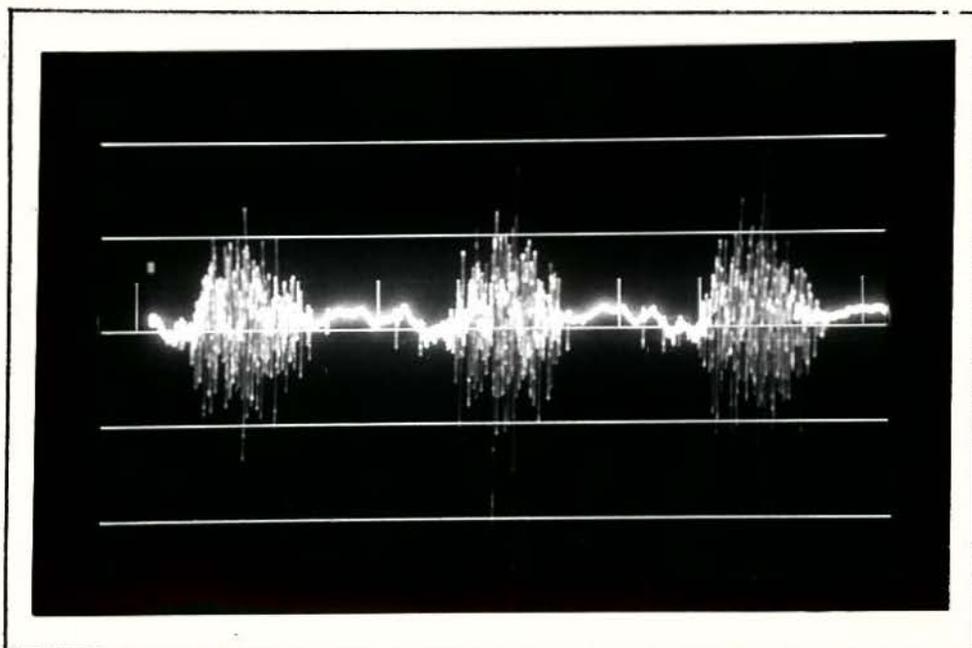


Figura 37 - Eletromiograma da porção inferior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro, no sentido do horário mantendo-se o raio total da roda. Calibração = 500 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

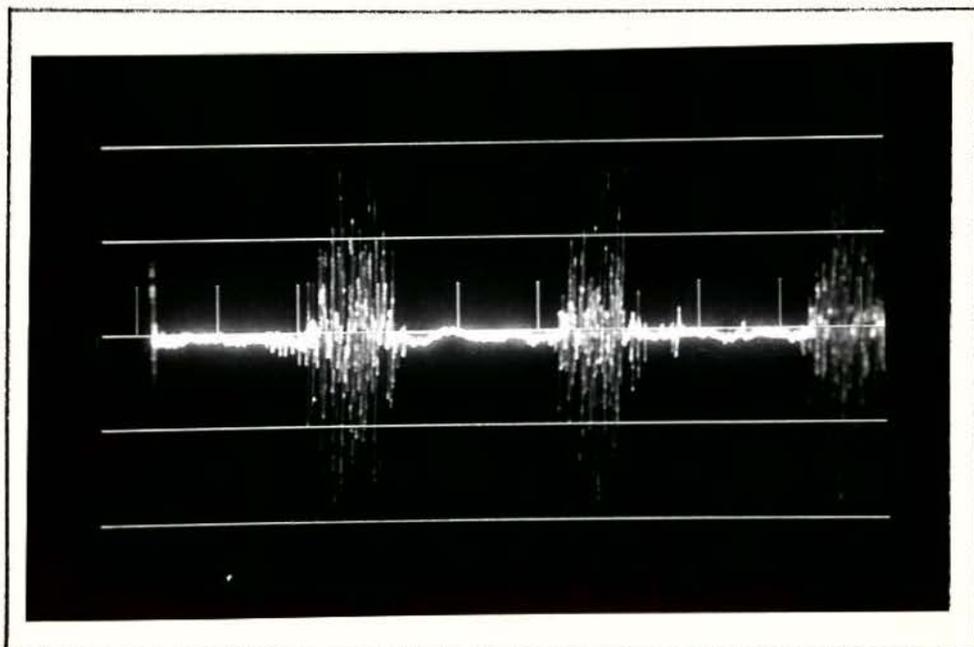


Figura 38 - Eletromiograma da porção inferior do músculo trapézio, no movimento de circundação do braço girando a roda de ombro no sentido do horário mantendo-se metade do raio da roda. Calibração = 500 μ V; velocidade = 370 ms/divisão.

IV - DISCUSSÃO

Com o objetivo de facilitar a análise dos resultados do presente estudo e posteriormente a comparação com a literatura pertinente, os movimentos de circundação do braço girando a roda de ombro serão analisados em duas fases: fase de elevação e fase de abaixamento do braço.

A. FASE DE ELEVAÇÃO DO BRAÇO

Conforme previsto no capítulo "Material e Método" deste trabalho, a fase de elevação do braço nos movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2) corresponde ao período de 0 a 180°. Nos movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2), o período correspondente a esta fase é de 360 a 180°.

A porção superior do músculo trapézio, no movimento MAHRT, apresentou potencial de ação forte no período compreendido entre 45 e 135°, sendo que o setor inicial (0 a 45°)

e final (135 a 180°) da fase de elevação do braço foi caracterizado por ação moderada (Tab. 1, pág. 20; Fig. 6, pág. 23 e Fig. 12, pág. 26). No movimento MAHR/2, esta mesma porção do músculo trapézio agiu com intensidade moderada durante toda a fase de elevação (Tab. 1, pág. 20; Fig. 7, pág. 23 e Fig. 12, pág. 26). Durante todo o percurso desta fase, no movimento MHRT, o músculo trapézio (porção superior) atuou fortemente (Tab. 2, pág. 20; Fig. 8, pág. 24 e Fig. 12, pág. 26). No movimento MHR/2, a porção superior do músculo trapézio registrou potenciais de ação de intensidade forte, em quase todos os setores da fase de elevação, sendo o último setor (225 a 180°) caracterizado por atividade moderada (Tab. 2, pág. 20; Fig. 9, pág. 24 e Fig. 12, pág. 26).

A atividade da porção média do músculo trapézio foi forte nos 45° iniciais, nos movimentos MAHRT e MAHR/2 (Tab. 3, pág. 21; Figs. 13 e 14, pág. 27 e Fig. 19, pág. 30). A amplitude dos potenciais elétricos, a partir de 45°, diminuiu significativamente até a fase final da elevação do braço, sendo que esta queda foi mais acentuada no MAHR/2, registrando atividade moderada entre 45 e 90° e atividade fraca de 90 a 180°. No MAHRT foram registrados potenciais de ação de intensidade moderada entre 45 e 180°. Nos movimentos MHRT e MHR/2, o músculo trapézio (porção média) agiu moderadamente no início da elevação (360 a 315°), sendo o período de 315 a 180° caracterizado por uma atividade forte desta porção do músculo (Tab. 4, pág. 21; Figs. 15 e 16, pág. 28 e Fig. 19, pág. 30).

Os potenciais elétricos registrados na porção inferior do músculo trapézio, nos movimentos MAHRT e MAHR/2, foram de intensidade fraca no início (0 a 45°) e final (135 a 180°) da fase de elevação do braço (Tab. 5, pág. 22; Figs. 20

e 21, pág. 31 e Fig. 26, pág. 34). Não foram registrados potenciais de ação no MAHRT na faixa de 45 a 135° e no MAHR/2 entre 90 e 135°. No setor de 45 a 90° no MAHR/2 os potenciais elétricos registrados foram de intensidade fraca. Para esta mesma porção do músculo trapézio, nos movimentos MHRT e MHR/2, foi observada atividade moderada no início (360 a 315°) e no final (225 a 180°) da fase de elevação do braço. O período de 315 a 225° foi caracterizado por uma atividade forte em ambos movimentos realizados no sentido horário (Tab. 6, pág. 22; Figs. 22 e 23, pág. 32 e Fig. 26, pág. 34).

Analisando os resultados do presente estudo, observamos que na fase de elevação do braço executada no sentido horário (MHRT e MHR/2) as três porções do músculo trapézio participam ativamente, com predomínio de intensidade forte. Entretanto, as duas porções mais superiores deste músculo apresentaram potenciais de ação pouco maiores que a porção inferior. As porções superior, média e inferior do músculo trapézio agiram de forma semelhante nos movimentos MHRT e MHR/2, sugerindo que a variação do raio da roda não influencia de forma significativa os resultados (Fig. 11, pág. 25; Fig. 18, pág. 29 e Fig. 25, pág. 33).

Na fase de elevação do braço, durante os movimentos executados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2), as fibras superiores e médias do músculo trapézio apresentaram atividade predominantemente moderada, enquanto que as fibras inferiores deste músculo mostraram setores de atividade fraca e inatividade, levando-nos a concluir que esta porção do músculo trapézio atua de forma pouco intensa na fase de elevação do braço no sentido anti-horário. Quando se procedeu à variação do raio da roda de ombro nesta fase, no sentido anti-horário,

notamos que não ocorreu alteração significativa na atividade muscular nas três porções do músculo trapézio nos movimentos MAHRT e MAHR/2 (Fig. 10, pág. 25; Fig. 17, pág. 29 e Fig. 24, pág. 33).

Portanto, podemos concluir que as três porções do músculo trapézio participam com potenciais de ação de maior amplitude na fase de elevação do braço no sentido horário, e que a variação do raio da roda não altera significativamente os resultados.

Durante a circundação do braço girando a roda de ombro, na fase de elevação, tanto no sentido horário quanto no sentido anti-horário, ocorre uma associação dos seguintes movimentos: abdução, flexão, hiperextensão e rotação do braço com diferentes graus de atuação. No presente estudo, para essa fase, discutiremos apenas a abdução e a flexão do membro superior, pois estes movimentos nos pareceram mais representativos, uma vez que os mesmos apresentam maior predominância durante a circundação do braço. Portanto, tentaremos extrapolar os resultados obtidos por nós na circundação do braço, com os movimentos de abdução e flexão estudados isoladamente pelos autores encontrados na literatura, por inexistir trabalhos semelhantes ao nosso.

Com relação a abdução do braço, INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944); YAMSHON & BIERMAN (1948); WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e BASMAJIAN (1978/80), descrevem que a maior participação do músculo trapézio neste movimento ocorre em seus 2/3 inferiores. Por outro lado, THOM (1965) refere maior atividade elétrica nos 2/3 superiores do músculo trapézio na abdução do braço, enquanto que a porção inferior não apresenta ne

nhuma ou mínima atividade neste movimento. Em nossos testes eletromiográficos, observamos o mesmo fato registrado por THOM (1965), no que se refere às porções superior e média do músculo trapézio, uma vez que obtivemos maior atividade nessas duas porções do referido músculo.

Particularmente sobre a porção superior do músculo trapézio, INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944); WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e BÜLL (1982) relatam em seus trabalhos que esta porção aumenta seu grau de concentração à medida que se amplia o deslocamento do braço na abdução. Discordamos dos autores acima, uma vez que obtivemos atividade crescente na primeira metade do movimento, seguida de uma queda no final da abdução. Isto pode ser explicado, talvez, em função de que o movimento girando a roda de ombro seja orientado pela roda. Além disto, a abdução em nosso experimento não atingiu 180° , devido a construção da roda de ombro e o posicionamento exigido para a realização do movimento neste aparelho, sugerindo que a variação da atividade elétrica depende também das condições de realização do movimento, ou seja, o movimento livre, provavelmente, leve a resultados diferentes do movimento executado com a roda de ombro.

Apesar da diferente metodologia utilizada, isto é, abdução livre, registros mais semelhantes aos nossos foram obtidos por BÜLL (1986), que relata atividade crescente na primeira metade do movimento, na porção superior do músculo trapézio, para depois manter-se constante ou sofrer uma pequena queda no final da abdução do braço.

Com relação à porção média do músculo trapézio, FREITAS (1979) e FREITAS & VITTI (1981a), na maioria dos casos

estudados, verificaram atividade forte no movimento de abdução do braço. Registros similares foram observados por THOM (1965).

INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944) e WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) verificaram que na abdução do braço, a porção média do músculo trapézio mostra pouca atividade no início do movimento, aumentando devagar e gradativamente, até alcançar seu máximo a 90° , após isso decresce na direção de 180° . Além disso, INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944) afirmam que a contração dessa porção do músculo trapézio na abdução tem o propósito de fixar a escápula em seu plano de movimento. Embora não possamos comparar diretamente nossos achados com o destes autores, nota-se que a atividade eletromiográfica é semelhante para os movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2).

O fato de registrarmos atividade forte no início dos movimentos executados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2), na porção média do músculo trapézio, sugere que a hiperextensão e a rotação lateral do braço associada à abdução, nos primeiros 90° dos referidos movimentos, exerçam alguma influência na atividade muscular desta porção do músculo trapézio.

Com respeito às atividades elétricas fracas ou quase ausentes na abdução, nos movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2), para o músculo trapézio (porção inferior), estamos de acordo com INMAN, SAUNDERS & ABBOTT (1944); YAMSHON & BIERMAN (1948); WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952); THOM (1965) e BASMAJIAN (1978/80), que também encontraram atividade "leve" nesta porção do músculo trapézio, quando ocorre abdução do membro superior.

Ainda referente à porção inferior do músculo tra

pêzio, não há na literatura consultada, qualquer referência sobre registros de potenciais de ação de grande amplitude, similares aos que encontramos em nosso experimento, nos movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2). Isto talvez indique que o músculo trapézio (porção inferior), na circundução realizada no sentido horário, atue como abductor.

Cabe ainda ressaltar que BÜLL (1986), em seus estudos, considerou que a atividade eletromiográfica registrada na porção superior do músculo trapézio, no movimento de abdução do braço, seja também no sentido de realizar a elevação do ombro. Refere também, que a elevação do ombro ocorre simultaneamente com a abdução e com a rotação escapular. Acreditamos, portanto, que a atividade apresentada pelas porções superior, média e inferior na abdução do braço girando a roda de ombro, tem também alguma relação com a elevação do ombro e com a rotação escapular.

Consideramos ser interessante salientar, que não podemos confrontar nossos resultados diretamente com os autores mencionados até o presente momento, uma vez que os mesmos analisaram a abdução isoladamente. Além disto, os movimentos analisados neste estudo foram orientados pelo uso da roda de ombro.

No que se refere à flexão do braço, nossos resultados indicam que as três porções do músculo trapézio apresentam atividade elétrica neste movimento, com predominância das duas porções mais superiores. Contrariamente a estes achados, YAMSHON & BIERMAN (1948) e WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952), registraram maior atividade na porção inferior do músculo trapézio. Entretanto, THOM (1965) refere que as três porções do

músculo trapézio são ativas na flexão do braço, sendo a porção superior aquela que apresenta maior atividade.

Especificamente sobre a porção superior do músculo trapézio, YAMSHON & BIERMAN (1948) e WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) observaram apenas atividade moderada na flexão do braço. Referem ainda, aumento na amplitude dos potenciais de ação, do início para o final do movimento. Por outro lado, BÜLL (1986) observou, na maioria dos casos estudados, atividade muito forte para esta porção do músculo trapézio, sendo que esta aumentava gradualmente no início ou durante o transcorrer do movimento e, a seguir, mantinha-se constante ou apresentava queda no final da flexão do braço. Concordamos em parte com estes autores, uma vez que, de modo geral, registramos maior atividade nos períodos de 45 a 135° nos movimentos realizados no sentido anti-horário e 315 a 225° nos movimentos realizados no sentido horário.

Para a porção média do músculo trapézio, YAMSHON & BIERMAN (1948) e THOM (1965) registraram atividade moderada e forte, respectivamente. WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) relatam que esta porção do músculo trapézio mostrou potenciais de ação de pequena amplitude somente no início do movimento, aumentando gradualmente em direção a 180°. FREITAS (1979) e FREITAS & VITTI (1981a) verificaram também pequena atividade apenas no início da flexão, sendo que a mesma aumentava rapidamente para se manter constante até o final do movimento. Desta forma, nossos resultados estão parcialmente de acordo com estes autores, com relação a progressão da atividade elétrica, pois encontramos atividade crescente até a primeira metade dos movimentos realizados no sentido horário, sendo que no sentido anti-horário, obtivemos atividade forte no início do movimen-

to, decrescendo gradualmente para o final do movimento, mostrando que o sentido deste deva alterar a participação do músculo numa dada ação.

Nossos registros eletromiográficos sobre o músculo trapézio (porção inferior) revelam atividade moderada e forte para os movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2) na fase de elevação do braço. Este resultado está em concordância com YAMSHON & BIERMAN (1948); WIEDENBAUER & MORTENSEN (1952) e THOM (1965), uma vez que estes autores também registraram atividade na porção inferior do músculo trapézio na flexão do braço.

B. FASE DE ABAIXAMENTO DO BRAÇO

A fase de abaixamento do braço corresponde ao período de 180 a 360° , para os movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2). O período de 180 a 0° caracteriza a fase de abaixamento do braço nos movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2).

Em nossos testes eletromiográficos, a atividade da porção superior do músculo trapézio foi moderada em toda a fase de abaixamento do braço, nos movimentos executados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2), excetuando-se o setor de 315 a 360° do MAHR/2, o qual apresentou atividade fraca (Tab. 1, pág. 20; Figs. 6 e 7, pág. 23 e Fig. 12, pág. 26). A fase de abaixamento no sentido horário (MHRT e MHR/2) foi caracterizada por potenciais elétricos de intensidade fraca para essa mesma porção do músculo trapézio, com exceção do setor de 180

a 135° do MHRT que registrou potenciais de ação de intensidade moderada (Tab. 2, pág. 20; Figs. 8 e 9, pág. 24 e Fig. 12, pág. 26).

Referente à porção média do músculo trapézio, os potenciais encontrados no MAHRT são crescentes durante a fase de abaixamento, sendo de intensidade fraca no setor inicial, moderada entre 225 e 315° e forte no setor final (Tab. 3, pág. 21; Fig. 13, pág. 27 e Fig. 19, pág. 30). No MAHR/2 a atividade permaneceu fraca no período de 180 a 315° , sendo que o setor final (315 a 360°) foi caracterizado por atividade moderada (Tab. 3, pág. 21; Fig. 14, pág. 27 e Fig. 19, pág. 30). Nos movimentos executados no sentido horário (MHRT e MHR/2), obtivemos potenciais de ação de intensidade moderada no período de 180 a 90° e fraca de 90 a 0° (Tab. 4, pág. 21; Figs. 15 e 16, pág. 28 e Fig. 19, pág. 30).

Com relação à porção inferior do músculo trapézio, no MAHRT, registramos atividade mioelétrica de intensidade moderada no período de 180 a 315° e, no setor final (315 a 360°) do movimento encontramos atividade fraca (Tab. 5, pág. 22; Fig. 20, pág. 31 e Fig. 26, pág. 34). No MAHR/2 observamos atividade de intensidade fraca durante toda a extensão do movimento (Tab. 5, pág. 22; Fig. 21, pág. 31 e Fig. 26, pág. 34). Nos movimentos MHRT e MHR/2, esta mesma porção do músculo trapézio agiu com intensidade fraca durante toda a fase de abaixamento do braço, não tendo sido registrada atividade elétrica no setor de 45 a 0° no MHR/2 (Tab. 6, pág. 22; Figs. 22 e 23, pág. 32 e Fig. 26, pág. 34).

Ao analisar os resultados deste trabalho, notamos que na fase de abaixamento do braço no sentido anti-horário

rio (MAHRT e MAHR/2) as porções superior, média e inferior do músculo trapézio apresentaram atividade elétrica, com potenciais de ação de intensidade predominantemente moderada e fraca. Durante esta fase, quando variou-se o raio da roda, obtivemos potenciais de ação pouco maiores no MAHRT, embora este fato não tenha influenciado de forma significativa os resultados (Fig. 10, pág. 25; Fig. 17, pág. 29 e Fig. 24, pág. 33).

Na fase de abaixamento do braço no sentido horário (MHRT e MHR/2), a porção média do músculo trapézio mostrou-se mais ativa que as demais porções. Referente à variação do raio da roda, durante esta fase no sentido horário, não encontramos alteração significativa nos resultados para as três porções do músculo trapézio (Fig. 11, pág. 25; Fig. 18, pág. 29 e Fig. 25, pág. 33).

Concluimos, portanto, que na fase de abaixamento do braço a atuação das porções superior, média e inferior do músculo trapézio é maior nos movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2), e que o posicionamento da manopla da roda de ombro não interfere de maneira expressiva nos resultados.

A fase de abaixamento do braço, no movimento de circundução, independentemente do sentido do movimento, é caracterizada pelos movimentos de adução e extensão do membro superior.

Tentaremos relacionar nossos achados com os movimentos isolados de adução e extensão encontrados na literatura, uma vez que não há referência bibliográfica do movimento de circundução do braço girando a roda de ombro.

THOM (1965) afirma que a adução do membro superior é executada pela porção inferior do músculo trapézio, enquanto que o terço médio e superior apresenta uma participação muito pequena. Nossos achados eletromiográficos discordam desta afirmativa, uma vez que obtivemos potenciais de ação mais expressivos para as porções superior e média do músculo trapézio.

Deve-se aqui salientar que discordâncias de resultados podem ser devidas à diversidade de metodologia envolvida.

No presente estudo, observamos atividade decrescente para os movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2) na porção superior do músculo trapézio. Desta forma, concordamos com os resultados obtidos por BÜLL (1982/86), uma vez que este autor relata diminuição gradual dos potenciais de ação durante o decorrer do movimento de adução do braço. Refere ainda, que com base neste perfil eletromiográfico, a porção superior deste músculo age na adução, relaxando-se vagarosamente, a fim de controlar tal movimento, ou seja, a volta da escápula e da clavícula à posição normal.

Segundo FREITAS (1979) e FREITAS & VITTI (1981a), a porção média do músculo trapézio só é ativa na adução do membro superior em decorrência do movimento de abdução, sendo que esta atividade diminui gradualmente. Desta forma, nossos resultados diferem com o destes autores, tendo em vista que obtivemos potenciais de ação crescentes para esta porção do músculo trapézio na circundução realizada no sentido anti-horário.

Acreditamos que possivelmente a presença de potenciais de ação de maior amplitude, no final da circundução na

fase de abaixamento do braço, na porção média do músculo trapézio, esteja relacionada com a posição do membro superior na roda de ombro, pois mesmo no final desta fase julgamos estar presente um certo grau de abdução do braço, causando, com isto, uma interferência na atividade elétrica desta porção do músculo trapézio.

Os resultados registrados neste estudo, referentes à porção inferior do músculo trapézio, concordam com os dados obtidos por FISK & COLWELL (1954) e THOM (1965), pois também obtivemos atividade elétrica nesta porção do músculo trapézio, embora com intensidade predominantemente fraca.

Com relação à extensão do braço, BÜLL (1982/86) refere que a porção superior do músculo trapézio apresenta atividade decrescente do início para o final deste movimento. Concordamos com este autor, uma vez que obtivemos para esta porção do músculo trapézio atividade decrescente durante a realização do movimento.

THOM (1965), FREITAS (1979) e FREITAS & VITTI (1981a) registraram atividade moderada na porção média do músculo trapézio no movimento de extensão do braço. Esses resultados são compatíveis com aqueles obtidos por nós, uma vez que obtivemos atividade moderada desta porção do músculo trapézio, na maioria dos setores dos movimentos realizados no sentido horário e anti-horário na fase de abaixamento do braço.

Na literatura por nós consultada, não encontramos referência da participação do músculo trapézio (porção inferior) na extensão do braço.

Após essa comparação dos resultados, lembramos

mais uma vez, que os autores mencionados neste estudo, realizaram os movimentos isolados e livremente, ao passo que os nossos movimentos foram realizados de forma associada. Portanto, essa diferença metodológica nos impossibilita uma melhor conclusão sobre o movimento de circundução na roda de ombro.

Poucos dados científicos existem sobre o uso de aparelhos empregados na Fisioterapia. Isto confere a este trabalho um pioneirismo, que de um lado se reveste de uma importância fundamental para a verificação da validade do emprego da roda de ombro no tratamento fisioterápico da articulação do ombro e, por outro lado, abre caminho para que novos trabalhos neste sentido sejam realizados.

Como pudemos observar em nosso trabalho, as três porções do músculo trapézio participam ativamente no movimento de circundução do braço girando a roda de ombro. Em decorrência disto, concluímos que a roda de ombro constitui-se num recurso terapêutico relevante no tratamento fisioterápico de pacientes portadores de afecções do músculo trapézio.

V - CONCLUSÕES

Baseando-se nos resultados obtidos no presente estudo eletromiográfico para verificar a atuação das porções superior, média e inferior do músculo trapézio no movimento de circundução do braço girando a roda de ombro, conclui-se que:

1. A porção superior do músculo trapézio atua, ativamente, na fase de elevação do braço na circundução realizada no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2) e horário (MHRT e MHR/2);

2. Na fase de abaixamento do braço, as fibras superiores do músculo trapézio são mais ativas na circundução realizada no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2);

3. A porção média do músculo trapézio é fortemente ativa na fase de elevação do braço durante a circundução realizada no sentido horário (MHRT e MHR/2);

4. O músculo trapézio (porção média) é ativo na fase de abaixamento do braço, com atividade elétrica crescente na circundução executada no sentido anti-horário (MAHRT e

MAHR/2) e decrescente na circundução realizada no sentido horário (MHRT e MHR/2);

5. As fibras inferiores do músculo trapézio são mais ativas na fase de elevação do braço, durante a circundução realizada no sentido horário (MHRT e MHR/2);

6. Na fase de abaixamento do braço, a porção inferior do músculo trapézio é mais ativa na circundução realizada no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2);

7. Somente a porção inferior do músculo trapézio apresentou alguns setores onde se registrou inatividade elétrica na circundução do braço girando a roda de ombro;

8. Para se obter participação efetiva das fibras inferiores do músculo trapézio, o movimento de circundução na roda de ombro deverá ser realizado no sentido horário;

9. Para o tratamento fisioterápico, a variação do raio da roda não influencia de forma significativa a atividade muscular das porções superior, média e inferior do músculo trapézio;

10. A roda de ombro é um aparelho mecânico eficaz no tratamento fisioterápico das diferentes afecções do músculo trapézio, uma vez que as suas três porções apresentam atividade elétrica durante a circundução do braço quando se utiliza este aparelho.

RESUMO

Foram analisadas eletromiograficamente as porções superior, média e inferior do músculo trapézio, em vinte voluntários jovens e saudáveis, na faixa etária de 18 a 25 anos, através da utilização de eletrodos de agulha coaxiais simples, acoplados a um eletromiógrafo marca TECA, TE 4 de duplo canal, com o objetivo de verificar a participação das três porções do músculo trapézio no movimento de circundução do braço girando a roda de ombro. Os registros mostraram que as três porções do músculo trapézio participam no movimento de circundução do braço girando a roda de ombro, sendo que a fase de elevação do braço mostrou-se mais ativa nos movimentos realizados no sentido horário (MHRT e MHR/2) e, a fase de abaixamento foi mais ativa nos movimentos realizados no sentido anti-horário (MAHRT e MAHR/2). Não foram encontradas diferenças significativas nos potenciais de ação para nenhuma das porções do músculo trapézio, quando se procedeu a variação do raio da roda de ombro.

SUMMARY

The participation of the upper, middle and lower portions of the trapezius muscle during the circumduction movement of the arm rotating the shoulder wheel, was analyzed electromyographically. Simple coaxial needle electrodes were used coupled to a two channel TECA TE4 electromyograph. Twenty young (18-25 aged) and healthy volunteers were employed. The records pointed out that all three portions of the trapezius participate in this movement. The arm elevation phase being more intense in the clockwise movement (MHRT and MHR/2) and the arm lowering phase in the anti-clockwise movement (MAHRT and MAHR/2). After varying the radius of shoulder wheel, no significant differences in action potentials were found for any of the three portions of the trapezius muscle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASMAJIAN, J.V. The upper limb. In: ————. *Muscles alive; their functions revealed by electromyography*. 4.ed. Baltimore, Williams and Wilkins, 1978. cap. 10, p. 189-212.

———. Electromyography; dynamic gross anatomy; a review. *Am. J. Anat.*, 159: 245-60, 1980.

BEEVOR, C.E. Croonian lectures on muscular movements and their representation in the central nervous system. *Lancet*, 1(6): 1715-24, 1903.

BÜLL, M.L. Estudo eletromiográfico dos músculos trapézio (porção superior) e elevador da escápula em movimentos do ombro, braço e cabeça e em testes com carga estática. Piracicaba, 1982. 110p. (Tese-Mestrado-Faculdade de Odontologia-Universidade Estadual de Campinas).

———. Análise eletromiográfica dos músculos trapézio (porção superior) e serrátil anterior (porção inferior) em movimentos livres do ombro e braço. Botucatu, 1986. 77p. (Tese-Doutoramento-Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola-Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho").

BÜLL, M.L.; FREITAS, V.; VITTI, M. Electromyographic study of the trapezius (pars superior) and levator scapulae muscles in circumduction and pendular oscillation of the arm. *Electromyogr. clin. Neurophysiol.*, 24: 511-9, 1984.

- BÜLL, M.L.; VITTI, M.; FREITAS, V. Electromyographic study of the trapezius (upper portion) and levator scapulae muscles in some movements of the shoulders. *Anat. Anz.*, 159: 21-7, 1985.
- DUCHENNE, G.B. Individual action and use of muscles which move the shoulder on the trunk. In: ————. *Physiology of motion*. Philadelphia, J.B. Lippincott, 1949. p.3-23.
- FISK, G.H. & COLWELL, G. Shoulder movements in health and disease. *Archs. phys. Med. Rehabil.*, 35: 149-55, 1954.
- FREITAS, V. *Análise eletromiográfica das ações conjugadas dos músculos trapézio e rombóide maior*. Botucatu, 1979. 103p. (Tese-Livre Docência-Instituto Básico de Biologia Médica e Agrícola-Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho").
- FREITAS, V. & VITTI, M. Electromyographic study of the trapezius (pars media) and rhomboideus major muscles in movements of the arm (part 1). *Electromyogr. clin. Neurophysiol.*, 21: 469-78, 1981a.
- . Electromyographic study of the trapezius (pars media) and rhomboideus major muscles in movements of the arm (part 2). *Electromyogr. clin. Neurophysiol.*, 21: 479-85, 1981b.
- . Electromyographic study of the trapezius (middle portion) and rhomboideus major muscles in free circumduction and pendular movements of the arm. *Anat. Anz.*, 149: 265-9, 1981c.

- FREITAS, V. & VITTI, M. Estudio electromiográfico de los músculos trapezius (porção media) y rhomboideus major en movimientos de los hombros. *Ciênc. Cult.*, S.Paulo, 33: 105-10, 1981d.
- INMAN, V.T.; SAUNDERS, J.B.C.M.; ABBOTT, L.C. Observations on the function of the shoulder joint. *J. Bone Jt. Surg.*, 26: 1-30, 1944.
- LIANZA, S. *Medicina de Reabilitação*. 1.ed. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan, 1985. p.90.
- ROUD, A. *Mécanisme des articulations et des muscles de l'homme*. Paris, J.B. Baillière and Fils, 1913. p.164-185.
- SOUSA, O.M. Aspectos da arquitetura e da ação dos músculos es triados, baseada na eletromiografia. *Folia clin. biol.*, 28: 12-42, 1958-9.
- THOM, H. Elektromyographische Untersuchungen zur Funktion des M. Trapezius. *Elektro-Med.*, 10: 65-72, 1965.
- TUCKER, R. Myosistem trioglanulare trunci and its biomechanical characteristics related to the technique of locomotion. *Acta anat.*, 25: 192-203, 1955.
- WIEDENBAUER, M.M. & MORTENSEN, O.A. An electromyographic study of the trapezius muscle. *Amer. J. phys. Med.*, 31: 363 - 71, 1952.

YAMSHON, L.J. & BIERMAN, W. Kinesilogic electromyography II.

The trapezius. *Archs. phys. Med.*, 29: 647-51, 1948.

ANEXOS

ANEXO 1

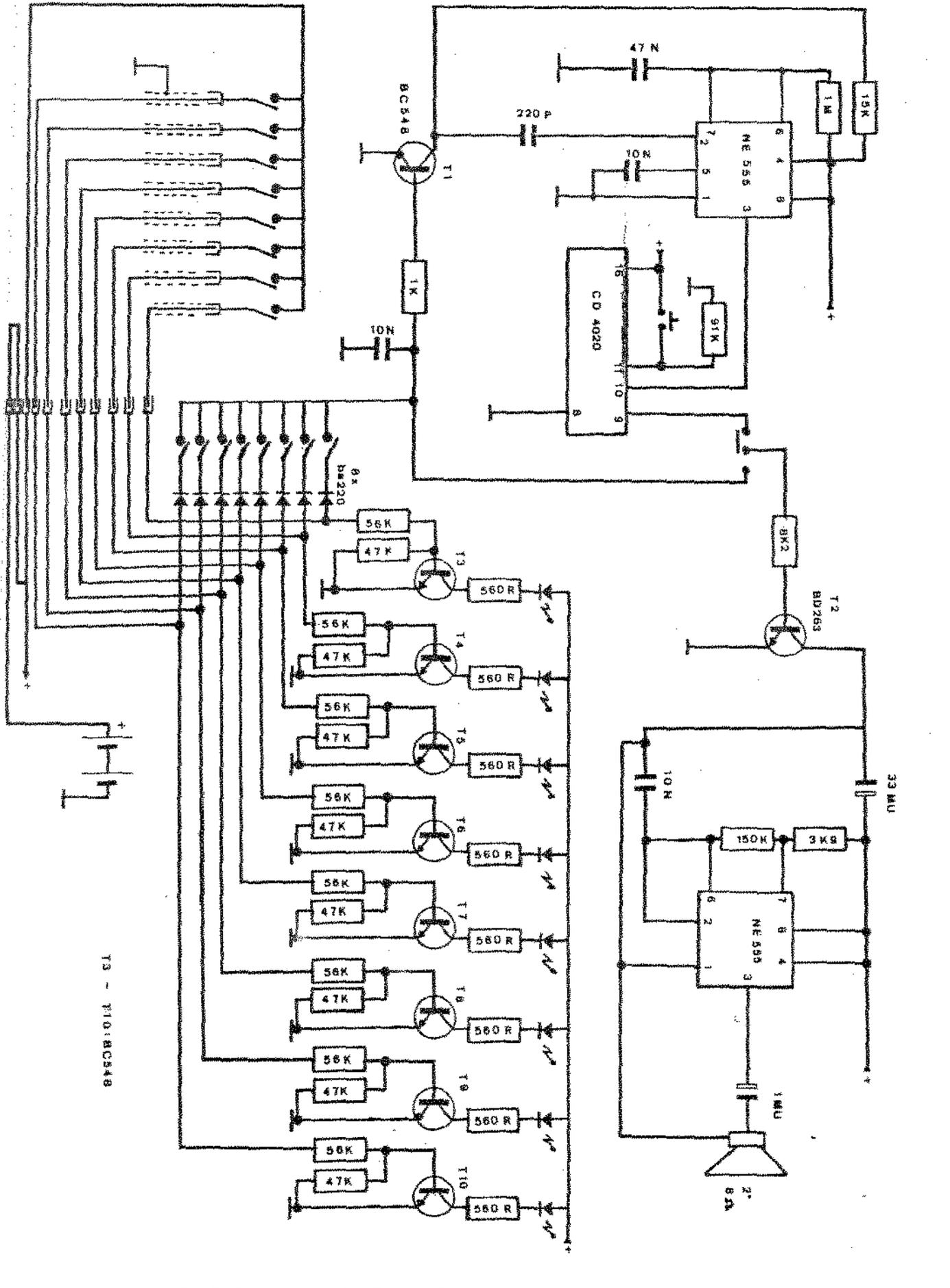


Diagrama do circuito elétrico da unidade sinalizadora.

ANEXO 2

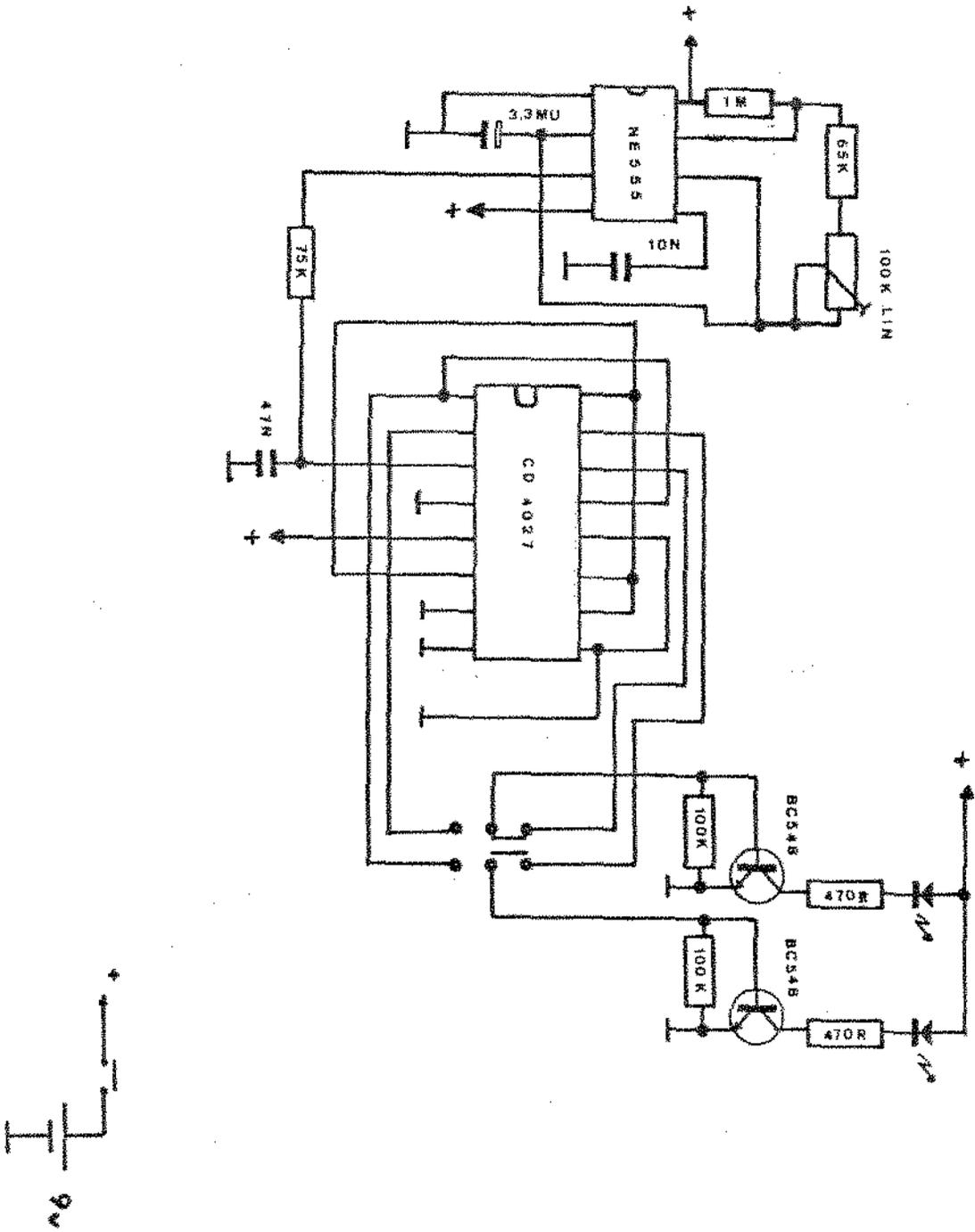


Diagrama do circuito elétrico do metrônomo.