

ROBERTO NATALINO RICARTE

*Este exemplar foi  
dondamente corrigido  
conforme publicação  
Piracicaba 02/08/88*

*F. Bérzin*

**ESTUDO DOS RUIDOS ARTICULARES, ATRAVÉS DA TÉCNICA ARTRO  
SONOGRÁFICA, DOS JOELHOS NORMAIS DE INDIVÍDUOS JOVENS**

ORIENTADOR: Dr. Fausto Bérzin

*Tese apresentada à Faculdade de Odon  
tologia de Piracicaba - Universidade  
Estadual de Campinas - para obtenção  
do Título de Mestre em Odontologia,  
Área de Biologia e Patologia Buco-  
Dental (Anatomia).*

PIRACICABA - SP

1987

UNICAMP  
BIBLIOTECA CENTRAL

Ao Prof. JAQUES VIELLIARD, Professor do Departamento de Zoologia da Faculdade de Biologia da UNICAMP, que auxiliou na obtenção das gravações dos artrosonogramas demonstrando paciência e boa vontade, possibilitando a execução deste trabalho.

Ao Prof. Dr. FAUSTO BÉRZIN, Professor Livre-Docente da Área de Anatomia do Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP - meus sinceros agradecimentos pela sua contribuição e orientação no desenvolvimento e execução deste trabalho.

Agradeço à

Prof. Dr. HUMBERTO SANTO NETO, Professor Assistente Doutor do Depto. de Anatomia do Instituto de Biologia da UNICAMP;

Prof. SIDNEY RAGAZZI, do Instituto de Matemática e Estatística - Ciências da Computação da UNICAMP;

Prof. JOSÉ KIZI FUGIWARA, Estatístico;

Sra. IVANY DO CARMO GUIDOLIN GEROLA, Bibliotecária-Chefe da Biblioteca da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP;

Sra. MARIA APARECIDA NALIN, Secretária do Depto. de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba - UNICAMP;

Sra. MARIA DARCI VALERIANO SMITH, Professora Universitária;

Srta. MARYMARCIA GUEDES, Mestre em Linguística;

Aos alunos dos Cursos de Fisioterapia e Farmácia (ano 83) da PUCC-Campinas, que se ofereceram como voluntários para a obtenção dos artrosonogramas;

e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

# CONTÉÚDO

I	- INTRODUÇÃO -----	1
II	- MATERIALE MÉTODOS -----	14
III	- RESULTADOS -----	20
IV	- DISCUSSÃO -----	33
V	- CONCLUSÕES -----	40
VI	- RESUMO -----	42
VII	- SUMMARY -----	44
VII	- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS -----	46

## I - INTRODUÇÃO

## I - INTRODUÇÃO

O som do ruído articular, tanto o normal quanto o patológico, conforme os estudos realizados através da artrosonografia, é pouco conhecido no meio científico. A literatura a respeito deste assunto é escassa e os trabalhos desenvolvidos até o presente são intercalados por períodos relativamente longos. A artrosonografia, técnica eletrônica do reconhecimento dos ruídos articulares através da auscultação das articulações, acelera-se com a descoberta e desenvolvimento do estetoscópio. O estudo dos ruídos articulares através do uso do estetoscópio ou mesmo do uso das técnicas eletrônicas, buscou desde o início encontrar uma aplicação prática para o reconhecimento destes ruídos, os quais poderiam ser utilizados na clínica médica, no diagnóstico das diversas doenças articulares. Entretanto, dos autores consultados, a maioria admite a viabilidade do uso destas técnicas, porém concordam em reconhecer as dificuldades de se estabelecer critérios mais rígidos, comprovados e aceitos cientificamente para que então pudessem ser utilizados efetivamente.

Sabe-se que a auscultação imediata era praticada antigamente por um pequeno número de médicos, mas raras vezes fazia parte no exame regular dos pacientes. Existem referências quanto a auscultação dos sons respiratórios datadas do ano de 1500 a.C. nos papiros de EBERS, nos Vedas Hindus no período de 1400 a 1200 a.C., e nos escritos de HIPÓCRATES. Muitos outros pesquisadores da antiguidade também fazem referências quanto ao uso da auscultação imediata como: CAELIUS AURELIANUS, no ano 500 a.C., LEONARDO DA VINCI, AM-

BROISE PARÉ, HARVEY, MORGAGNI, VAN SWIETEN, WILLIAM HUNTER e muitos outros (BISCHOP, 1980).

Na primeira fase do estudo da artrosonografia , que se inicia com HEUTER (1885) e se encerra com WALTERS (1929) esta foi realizada com a utilização do estetoscópio como único instrumento de pesquisa. Além dos autores citados temos também nesta fase, os relatos de BLODGETT (1902), LUDLOFF (1906) e BIRCHER (1913) quanto a presença dos ruídos articulares e suas características sonoras, geralmente associadas às alterações patológicas. Embora as observações relatadas por estes autores fossem baseadas apenas na percepção pessoal dos ruídos durante a auscultação da articulação naquele momento, todos eles as descrevem como sendo na forma de estalos, estalidos, ruídos rangentos e chiados de diversas intensidades sonoras. Os ruídos anotados, caracterizavam-se por serem, ora tão suaves que se tornavam quase que imperceptíveis, ora tão intensos a ponto de serem ouvidos mesmo sem o uso do estetoscópio. O estudo dos ruídos articulares normais aqui são escassos, restringindo-se praticamente aos trabalhos desenvolvidos por BLODGETT (1902) e WALTERS (1929).

Devemos a HEUTER (1885) os primeiros relatos do uso da auscultação no diagnóstico de doenças na articulação do joelho, onde o autor, através do uso de um estetoscópio modificado, o "miodermato-osteofone", buscava localizar corpos estranhos perdidos naquela articulação.

BLODGETT (1902) relatou suas experiências na auscultação da articulação do joelho para a Boston Society for Medical Improvement, utilizando um estetoscópio ajustado a um diafragma de borracha para prevenir possíveis deslizes

e ruídos causados pela fricção da pele. Nesse estudo, o autor analisou os ruídos articulares de joelhos normais e patológicos obtendo uma classificação de três tipos sonoros para joelhos normais. No primeiro tipo, o mais frequente, foi observado em quase todos os casos, estalidos e ruídos semelhantes a um chiado de pequena intensidade. No segundo tipo, menos frequente, BLODGETT observou ruídos discordantes de aspectos grosseiros e ásperos, sendo usualmente menos discretos do que o anterior. No terceiro tipo e o de menor frequência, o autor relata que os ruídos observados eram representados apenas por chiados de suave sonoridade.

Em 1906, LUDLOFF auscultando as diversas articulações do corpo humano, observou na coluna vertebral, sacro e pelve, a presença de estalos e estalidos e sugeriu que o diagnóstico da artrite espinhal era possível baseado nestes achados auscultatórios. O autor cita apenas ter auscultado a articulação do joelho, não relatando entretanto suas observações.

A primeira investigação na articulação do joelho, através dos ruídos observados, relatada para as lesões do menisco, devemos a BIRCHER (1913). O autor caracteriza os ruídos de um joelho normal como praticamente inaudíveis, notando-se apenas um ligeiro espipocar, não comentando entretanto estas anotações.

WALTERS (1929) relatou a auscultação de 1600 articulações humanas, entre elas as do pulso, cotovelo, ombro, joelho e a articulação têmporo-mandibular com o objetivo de determinar o valor da auscultação articular. O autor classificou as articulações através da intensidade dos ruídos arti

culares e das características sonoras dos mesmos. O autor obteve uma classificação de cinco tipos articulares: suave, áspero, rangente I, II e III. Esta classificação incluía indivíduos de ambos os sexos e dentro de uma faixa etária que variou de 1 à 80 anos sendo que as articulações se apresentavam em condições normais e patológicas. WALTERS observou que havia um aumento gradual na intensidade dos ruídos articulares com o passar dos anos, e sugeriu que os ruídos auscultados pudessem indicar um sinal precoce das doenças artríticas.

É mais ou menos por volta de 1929 que se encerrou o período do estudo e do desenvolvimento da artrosonografia utilizando-se somente do estetoscópio como instrumento de pesquisa. Aqui o diagnóstico centrava-se na análise e na interpretação pessoal de cada autor durante a identificação dos ruídos observados. Este período teve sua importância, pois foi o início do estudo da artrosonografia, embora, os resultados observados por cada pesquisador não pudessem ser gravados e arquivados para posteriores investigações e confrontações.

Foi com o avanço da tecnologia moderna, e momentaneamente com o desenvolvimento da eletrônica que novas perspectivas quanto ao estudo da artrosonografia como ciência puderam acontecer, iniciando-se a segunda etapa do seu desenvolvimento. Agora, os ruídos articulares passaram a ser gravados, amplificados, reproduzidos e visualizados através de equipamentos eletrônicos. Entretanto, este fato, não solucionou totalmente os problemas e as dificuldades encontradas na interpretação dos ruídos gravados, devido à sua complexidade ou a inconvenientes advindos dos próprios aparelhos utilizados. Is-

to pode ser observado através das técnicas utilizadas por ca da pesquisador na elaboração de seu estudo.

Em 1933, ERB realizou as primeiras gravações eletrônicas dos ruídos articulares, apresentando seus resultados graficamente. Para as gravações foi usado um microfone de contato, além de um amplificador acoplado a um osciloscópio. ERB relata a captação de "estranhos sons minimizados" em uma série de joelhos de pacientes portadores de doenças, como ca sos de condromalácia patelar, artrite deformante e lesões de menisco, não fazendo, entretanto, menção aos ruídos gravados de joelhos normais.

STEINDLER (1937) após ter praticado sistematicamente durante anos a auscultação das articulações com o uso do estetoscópio comum, melhorou esta técnica passando a examinar as articulações do joelho com o aparelho que chamou de "cardiofone", originado da conexão de um diafragma a um cris tal. Foram realizadas gravações das ondas sonoras provenientes da passagem dos ruídos articulares captados pelo cardiofone para um oscilógrafo. STEINDLER elaborou um estudo preliminar da aplicação dos fenômenos sonoros ao aparelho locomotor - músculos, tendões e articulações - com o propósito de diagnóstico, e optou pela articulação do joelho devido ao fã cil acesso na captação dos ruídos pelos instrumentos então u tilizados. O autor relatou 62 casos de joelhos em condições normais em indivíduos de ambos os sexos e em diferentes idades, ou seja, crianças, adultos e velhos. Nestes casos foi i dentificado uma predominância de joelhos silenciosos ou quase uniformemente silenciosos, em crianças abaixo de dez anos, adolescentes e adultos jovens. STEINDLER observou também que em adultos de meia idade ocorreram ruídos discordantes de

maior ou menor intensidade. Além disso, relatou ter encontrado dificuldades na interpretação dos fenômenos sonoros devido à quantidade de ruídos estranhos às gravações, provenientes muitas vezes do meio ambiente. O autor comentou que estes ruídos precisavam ser diferenciados dos ruídos da própria articulação o que o levou a conclusão de que não estava em condições de fazer distinções seguras entre os elementos responsáveis pela origem da fonte sonora. Entretanto, ele acreditava que a auscultação articular proporcionava uma ajuda definitiva no diagnóstico das doenças do joelho, particularmente nos casos de meniscopatias.

PEYLAN (1953) aproveitou a idéia de examinar as articulações por meio da auscultação, baseado no fato de que no curso de certos exames clínicos de muitos de seus pacientes, notava que cada articulação produzia uma onda sonora distinta proveniente da articulação em movimento. O autor achava também sugestivo que os exames clínicos de pacientes portadores de doenças artríticas, pudessem ser suplementados pela auscultação direta das articulações, com a ajuda do estetoscópio. Para isto, ele desenvolveu um estetoscópio eletrônico acoplado a um amplificador. O autor pensava serem os ruídos articulares sugestivos para que cada alteração na articulação produzisse um som particular. PEYLAN analisou mais de 1.500 indivíduos, e dentre estes, 465 como normais, o que ele identifica como sendo indivíduos saudáveis, os quais nunca haviam tido nenhum sintoma clínico reumático. Foi relatado um total de 321 casos patológicos, sendo que destes, em 166 casos, o fenômeno acústico auscultado correspondia ao diagnóstico e aos resultados clínicos confirmados por outros métodos. Infelizmente, o autor em sua pesquisa, não comenta,

descreve ou caracteriza os relatos quanto aos ruídos articulares normais.

FISCHER e JOHNSON (1960) estudaram os ruídos das articulações de joelhos normais e patológicos em 76 indivíduos de ambos os sexos. A idade média dos indivíduos do grupo normal foi de 35 anos. Estes autores utilizaram-se de um microfone de contato, um "tape" magnético, um amplificador e um osciloscópio. Os resultados mais comuns que caracterizam os ruídos articulares de joelhos normais foram a regularidade da intensidade e da frequência sonora e a uniformidade da onda padrão. Além disso, observaram também um pequeno aumento na frequência dos ruídos para os grupos de pessoas de maior idade. As ondas sonoras gravadas dos joelhos normais foram comparadas com as dos joelhos patológicos e diferenças marcantes foram notadas.

Para OEHL e col. (1974) a ajuda que a artrosonografia fornece no diagnóstico das doenças articulares é incontestável. Os autores utilizaram um microfone de cristal, pela sua capacidade de produzir uma alta ressonância e frequência, além de um amplificador acoplado ao microfone, um medidor de flexão para ordenar os ruídos articulares e um registrador magnético onde foram arquivadas as ondas sonoras gravadas. O procedimento das gravações foi feito em diversas articulações do corpo humano, como o joelho, quadril, ombro e inclusive sobre os tendões, o que denominaram de tendosonografia. Os autores realizaram seus estudos preocupados principalmente com a confirmação da viabilidade da aplicação desta técnica, não nos fornecendo entretanto, dados referentes aos ruídos articulares propriamente ditos, nem de articulações normais nem de articulações patológicas. OEHL e col.

concluem que na articulação do joelho em movimento, as gravações não produziram um bom som, ou seja, um som entendível, alegando que este fato se deve às diferenças nas camadas do tecido celular subcutâneo, do líquido sinovial e dos tendões, pois estas estruturas são péssimas transmissoras dos sons. Entretanto, constataam que a artrosonografia é uma técnica de boa aplicação, pois ela dá uma "olhadela" na função articular auxiliando no diagnóstico e controle das doenças articulares.

Com o objetivo de estudar os ruídos articulares, e mais especificamente os ruídos da articulação do joelho, CHU e col. (1976a, 1976b, 1978a, 1978b) apresentaram uma sequência de trabalhos utilizando-se das técnicas artrosonográficas. Os autores desenvolveram suas pesquisas utilizando-se de um microfone de precisão condensado com baixa frequência de resposta, alimentado por um amplificador diferencial acoplado a um analisador de frequência cujo sinal amplificado dos ruídos articulares foram arquivados para futuros estudos. Utilizaram-se também de um osciloscópio e introduziram o uso do computador para a análise dos dados obtidos. O propósito da pesquisa foi o de reconhecer a possibilidade do uso de técnicas eletro-acústicas na detecção dos ruídos articulares de joelhos em condições normais e patológicas, uma vez que observaram o seu uso em outros ramos da ciência, como a geologia, engenharia e a própria medicina para resolverem muitos de seus problemas. Os autores concluíram que estas técnicas também poderiam ser aplicadas no desenvolvimento de um método prático de avaliação nas enfermidades articulares. Os resultados da pesquisa foram analisados através das técnicas de frequência de espectro, função de auto-correlação e forma

de onda polaróide. Estes resultados sugeriam que a artrosonografia tornava-se um instrumento promissor no diagnóstico não agressivo para a detecção prematura de alterações na superfície da cartilagem articular do joelho. Contudo, CHU e col. observaram a necessidade destas técnicas serem avaliadas em uma larga escala clínica, embora não tivessem dúvidas de que os diferentes tipos de ruídos articulares possuíssem suas próprias características sonoras e visuais, o que poderia ser traduzida na condição normal ou patológica da articulação. Para eles os ruídos articulares emitidos durante o movimento produziam uma "assinatura acústica", ou seja, um sinal acústico único e específico que tinha uma correlação direta entre o conteúdo energético do sinal, nos casos patológicos, com a severidade do dano cartilágneo, ou a identificação da condição normal da articulação. Para os autores portanto, ficou evidente que o desenvolvimento da sonoartrografia obtido através das técnicas eletro-acústicas, a utilização do conteúdo energético proveniente da articulação em movimento, e a recente introdução da ajuda de computadores nos processamentos dos dados obtidos, tornaram-se instrumentos promissores, não invasivos no estudo dos ruídos articulares com possibilidades de serem utilizados na clínica médica.

MANG e col. (1980) analisaram articulações de joelhos normais e patológicos usando a técnica artrosonográfica. Os ruídos articulares gravados foram filtrados e arquivados em um transformador digital para posteriormente serem analisados por um processador. Com relação à análise dos ruídos articulares normais e dos resultados encontrados desta análise, os autores não fazem comentários e nem tão pouco nos fornecem informações objetivas a este respeito. Os autores

justificam esta conduta alegando o fato de que os ruídos captados eram poucos para se permitir uma análise mais detalhada, isso devido aos componentes articulares e aos tecidos moles circundantes da articulação não serem bons transmissores de som. Com relação aos ruídos dos joelhos patológicos, os autores comentam em seus resultados que estes são específicos para cada tipo de doença articular, havendo uma correlação entre o ruído observado e uma determinada doença. MANG e col. estão convencidos das possibilidades de análise dos ruídos articulares através da técnica artrosonográfica. Os autores constataram pelo uso desta técnica a presença de corpos estranhos no interior da articulação, além do reconhecimento de doenças reumáticas, lesões de menisco, da cápsula articular e dos ligamentos articulares. Além destas observações, colocam a técnica artrosonográfica como sendo objetiva e promissora aos anatomistas e patologistas em novas pesquisas na descoberta e no diagnóstico das doenças articulares.

Para MOLLAN e col. (1982) a tentativa de se usar da emissão sonora como uma técnica de diagnóstico foi o motivo para desenvolverem um estudo nesta linha de pesquisa. Os autores comentam que embora muitas anotações tivessem sido feitas para se desenvolver a técnica artrosonográfica com objetivos de parâmetros nas medidas destes ruídos, nenhuma delas foi ainda suficientemente sensível para o uso na clínica médica; isso devido às dificuldades ainda existentes em se excluir das gravações os ruídos produzidos pela fricção da pele, pelo contato do microfone com os pelos, além daqueles advindos do meio ambiente ou dos próprios aparelhos utilizados. Os autores desenvolveram sua pesquisa analisando os ruídos articulares de joelhos normais e patológicos e os seus

resultados foram obtidos através de um analisador de frequências. MOLLAN e col. se preocuparam em conhecer dentre os ruídos gravados o nível de energia para os estalos do joelho, ruídos ambientais da sala de gravações, ruídos da fricção da pele e concluíram que os ruídos articulares estavam bem próximos aos limites inferiores do espectro de frequência. Outra de suas observações foi que os níveis sonoros das articulações patológicas, aumentavam significativamente com relação aos níveis das articulações normais. Para os autores, muitas das respostas encontradas até então pelos pesquisadores da técnica artrosonográfica são válidas, alegando haver uma insuficiência na apreciação das informações obtidas pelos meios eletrônicos, devido às limitações de detecção impostas pelos próprios aparelhos. Uma das observações dos autores ligada diretamente à estas limitações, é que em suas pesquisas, eles notaram que as frequências detectadas pelo sistema eletrônico usado eram inexatas, indicando que as emissões sonoras articulares estavam em uma área de espectro de vibração onde o uso do microfone era inadequado.

KOTANI e SUZUKI (1983) procederam a análise acústica dos ruídos articulares de diversas articulações do corpo humano através de movimentos passivos, entre elas articulações normais e patológicas do joelho. Os autores utilizaram um microfone especial para as gravações e os ruídos coletados foram observados através de um analisador de espectro de frequência e por um computador. Nos casos normais a análise da frequência mostrou que os ruídos articulares descreviam curvas baixas no espectro e nos casos patológicos, nos quais haviam mudanças ósseas e cartilagíneas devido à artrite reumatóide, osteoartrite degenerativa, fraturas, e outros,

as análises das frequências mostraram curvas elevadas.

O estudo dos ruídos articulares do joelho humano, normal e assintomático através da técnica artrosonográfica é o objetivo preliminar de nossa pesquisa. Observando a literatura sobre o assunto, verificamos que poucas são as informações referentes aos padrões dos ruídos articulares normais. Propomo-nos analisar os ruídos de joelhos normais de indivíduos jovens de ambos os sexos, e ainda, pretendemos também determinar uma padronização para os ruídos observados, procurando caracterizá-los tanto através do som, quanto através da sua imagem visual, o que com certeza nos dará subsídios para desenvolvermos posteriormente um estudo relacionado aos ruídos articulares de joelhos patológicos. Este parece ser o caminho adequado para iniciarmos o estudo da artrosonografia, com vista à futuras pesquisas nesta área.

## II - MATERIAL E MÉTODOS

## II - MATERIAL E MÉTODOS

Foram analisados através da técnica artrosonográfica, os joelhos esquerdos de 43 voluntários, adultos jovens, normais e assintomáticos, entre a faixa etária de 17 a 26 anos, sendo 20 indivíduos do sexo masculino e 23 do sexo feminino.

Todos os voluntários eram alunos universitários que cursavam as Faculdades de Fisioterapia e Farmácia da Pontifícia Universidade Católica de Campinas, não sendo registrado em nenhum dos voluntários, história com antecedentes traumáticos ou qualquer tipo de patologia da articulação do joelho analisado.

Os registros sonoartrográficos foram obtidos utilizando-se um microfone de condensador ultradirecional, marca Sennheiser, modelo MKH 816T, com uma resposta de frequência de 50-20.000 Kz e um alcance dinâmico de mais ou menos 2 dB.

A produção sonora foi registrada em um gravador Nagra "E", marca Kudelshi S.A., a uma velocidade da fita eletromagnética de 19 cm/seg., aproximadamente 0,1%, em fita Scotch 212.

Posteriormente, as gravações foram filtradas em um equalizador MZ-1 (Micrologic One Third Octave), sendo selecionado um trecho de cada gravação para a devida interpretação e análise dos ruídos gravados.

A análise da fita com os trechos selecionados e filtrados, foi feita utilizando-se de um gravador de rolo marca Sony, modelo ER 404, acoplado a um eletromiógrafo marca

TECA\*, modelo TE-4, de duplo canal, equipado com alto falante e painel de leitura direta, ambos com ação sincrônica e pertencentes ao Departamento de Morfologia da Faculdade de Odontologia de Piracicaba, da Universidade Estadual de Campinas. O "play-back" do gravador foi regulado em sua posição máxima e o osciloscópio do eletromiógrafo estava calibrado para uma velocidade de varredura dos feixes de 360 milissegundos por divisão.

Através destes procedimentos, os ruídos articulares puderam ser monitorizados e controlados, tanto pelas impressões auditivas colhidas do alto falante do eletromiógrafo quanto pelas impressões visuais das ondas dos potenciais elétricos visualizados na tela do osciloscópio.

As gravações dos artrosonogramas foram executadas em sala acústica do Departamento de Zoologia do Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas, com o propósito de evitar e reduzir, o quanto possível, os ruídos externos, extrínsecos ao som das articulações em estudo.

Os voluntários foram examinados na posição ortostática, descalços e vestidos com roupa restrita ao terço superior da coxa, deixando dessa forma a articulação do joelho exposta. Este procedimento teve como objetivo evitar outros ruídos que pudessem interferir nas gravações.

Antes do início de cada gravação, procedeu-se um ensaio da conduta dos movimentos a serem executados. A cada voluntário foi solicitado que realizassem uma série de movimentos ativos de flexão e extensão completas da articula-

---

\*Equipamento doado ao Departamento de Morfologia da F.O.P.-UNICAMP, pela FAPESP (Proc.Méd. 70/511) e CNPq (Proc. 3838/70).

ção do joelho, os quais deveriam ser cíclicos e executados a uma velocidade constante para um número mínimo de 10 repetições, o que correspondeu aproximadamente uns 20 segundos, tempo este necessário para se obter a gravação desejada. Após este ensaio inicial, procedeu-se as gravações.

Para a execução das gravações, o operador do aparelho, segurou manualmente o microfone, acomodando-o com firmeza sobre a pele do côndilo lateral do fêmur esquerdo. Esta região era previamente preparada, procedendo-se uma tricotomia quando necessária, com a finalidade de se evitar a captação de ruídos produzidos pelo contato do microfone com a pele e com os pelos daquela região.

Os voluntários foram identificados no que se refere à idade, peso, altura e sexo (vide quadro I, pág. 18).

Foi elaborado também, um esquema geral do experimento, onde podemos observar a seqüência de eventos envolvidos na obtenção dos artrosonogramas, demonstrado na Fig.1, à página 19.

QUADRO I - RESULTADO GERAL DA CLASSIFICAÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE INDIVÍDUOS DE AMBOS OS SEXOS SEGUNDO O TIPO SONORO ARTICULAR OBSERVADO.

Nº	IDADE	PESO (Kg.)	ALTURA (m.)	SEXO		TIPO SONORO ARTICULAR		
				MASC.	FEM.	SUAVE	MODERADO	INTENSO
01	26	58	1.72	0			XX	
02	24	72	1.78	0			XX	
03	18	55	1.68		0		XX	
04	17	56	1.66		0		XX	
05	18	51	1.55		0	X		
06	22	59	1.67	0		X		
07	20	67	1.75	0		X		
08	18	66	1.75	0			XX	
09	19	49	1.67	0			XX	
10	19	59	1.70	0		X		
11	18	51	1.66		0	X		
12	20	51	1.58		0	X		
13	20	73	1.68	0			XX	
14	18	59	1.63		0		XX	
15	20	66	1.70	0			XX	
16	21	56	1.63		0	X		
17	19	63	1.73	0			XX	
18	19	58	1.66		0	X		
19	20	49	1.64		0	X		
20	20	43	1.61		0		XX	
21	21	60	1.69	0				XXX
22	20	73	1.78	0		X		
23	20	80	1.79	0			XX	
24	18	50	1.58		0		XX	
25	17	51	1.59		0	X		
26	19	46	1.59		0		XX	
27	18	63	1.61		0		XX	
28	18	63	1.73	0		X		
29	19	51	1.56		0		XX	
30	18	49	1.56		0		XX	
31	19	65	1.70	0			XX	
32	19	61	1.72	0				XXX
33	19	68	1.80	0				XXX
34	18	59	1.67		0		XX	
35	18	54	1.67		0		XX	
36	19	51	1.66		0	X		
37	19	75	1.76	0			X	
38	21	67	1.75	0				XXX
39	20	68	1.69		0	X		
40	20	59	1.62		0	X		
41	18	54	1.58		0		XX	
42	18	55	1.63		0	X		
43	19	61	1.75	0			XX	
SOMA				20	23	16	23	04

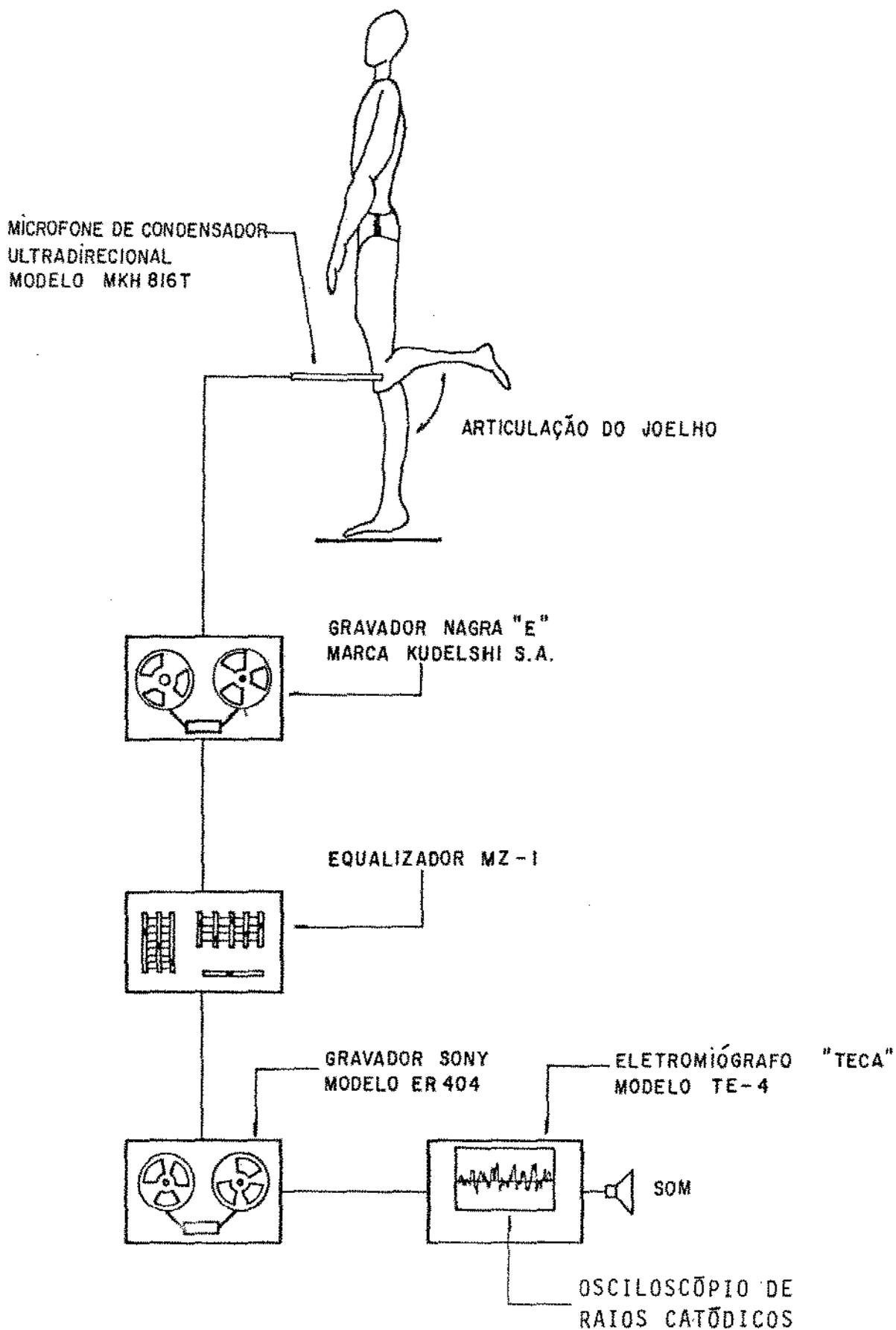


FIGURA 1 - ESQUEMA DA SEQÜÊNCIA DOS APARELHOS UTILIZADOS NA OBTENÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS.

### III - RESULTADOS

### III - RESULTADOS

Do estudo dos registros artrosonográficos, sonoros e visuais, obtidos da audição das gravações dos artrosonogramas e das fotografias das ondas reproduzidas na tela do osciloscópio, no período de análise e do reconhecimento dos ruídos articulares do joelho e de suas características, 3 tipos sonoros foram identificados. São eles:

- 1) Joelhos com ruídos de fraca intensidade = Tipo Suave;
- 2) Joelhos com ruídos de média intensidade = Tipo Moderado;
- 3) Joelhos com ruídos de forte intensidade = Tipo Intenso.

Nossas observações mostraram que do total de 43 indivíduos de ambos os sexos, o tipo sonoro suave ocorreu em 16 voluntários, sendo que destes, 5 casos ocorreram no sexo masculino e 11 no feminino.

O tipo sonoro moderado foi observado em 23 voluntários, sendo que destes, 11 casos ocorreram no sexo masculino e 12 no feminino.

Finalmente, o tipo sonoro intenso ocorreu somente em 4 voluntários, sendo que todos eram do sexo masculino.

A tabela 1, à página 23, nos fornece a distribuição do número total de casos (%), conforme os diferentes tipos sonoros articulares apresentados para os indivíduos de ambos os sexos, e o gráfico correspondente refere-se ao resultado geral das respostas sonoras articulares.

A tabela 2, à página 24, nos fornece a distribuição do número de casos (%), conforme os diferentes tipos sonoros articulares apresentados para os indivíduos do sexo masculino, e o gráfico correspondente refere-se ao resultado parcial das respostas sonoras articulares.

A tabela 3, à página 25, nos fornece a distribuição do número de casos (%), conforme os diferentes tipos sonoros articulares apresentados para os indivíduos do sexo feminino, e o gráfico correspondente refere-se ao resultado parcial das respostas sonoras articulares.

TABELA I - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CASOS (%), CONFORME OS DIFERENTES TIPOS SONOROS ARTICULARES, DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DE AMBOS OS SEXOS.

TIPO SONORO SEXO	SUAVE	MODERADO	INTENSO	TOTAL
MASC./ FEM.	16 = (37, 21%)	23 = (53, 49 %)	04 = ( 9,30%)	43 = (100,00%)

GRÁFICO RELATIVO AO RESULTADO GERAL DAS RESPOSTAS SONORAS ARTICULARES DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DE AMBOS OS SEXOS.

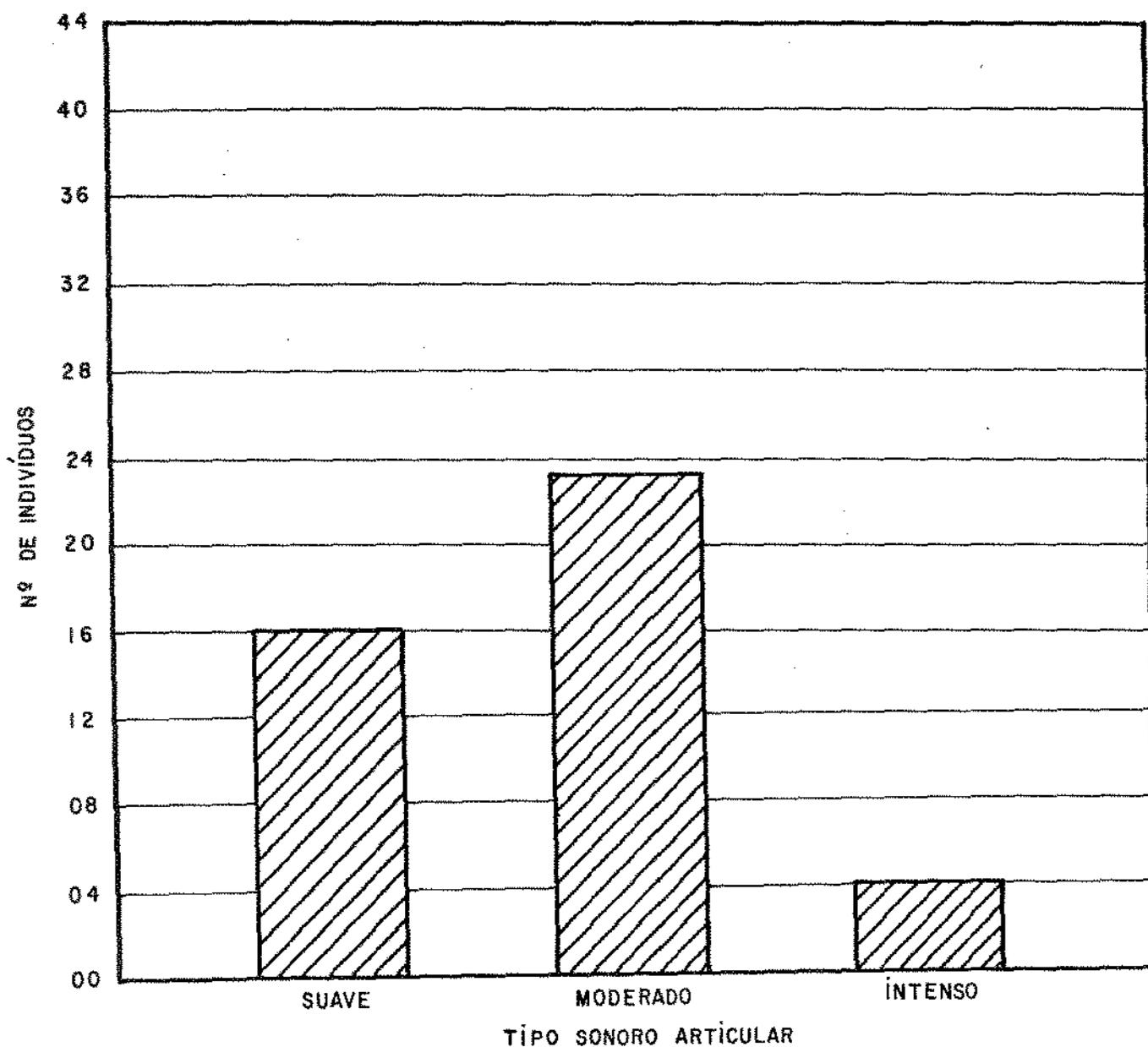


TABELA 2 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CASOS (%), CONFORME OS DIFERENTES TIPOS SONOROS ARTICULARES, DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DO SEXO MASCULINO.

TIPO SONORO ARTIC. / SEXO	SUAVE	MODERADO	INTENSO	TOTAL
MASCULINO	05 = (25,00%)	11 = (55,00%)	04 = (20,00%)	20 = (100,00%)

GRÁFICO RELATIVO AO RESULTADO GERAL DAS RESPOSTAS SONORAS ARTICULARES DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DO SEXO MASCULINO.

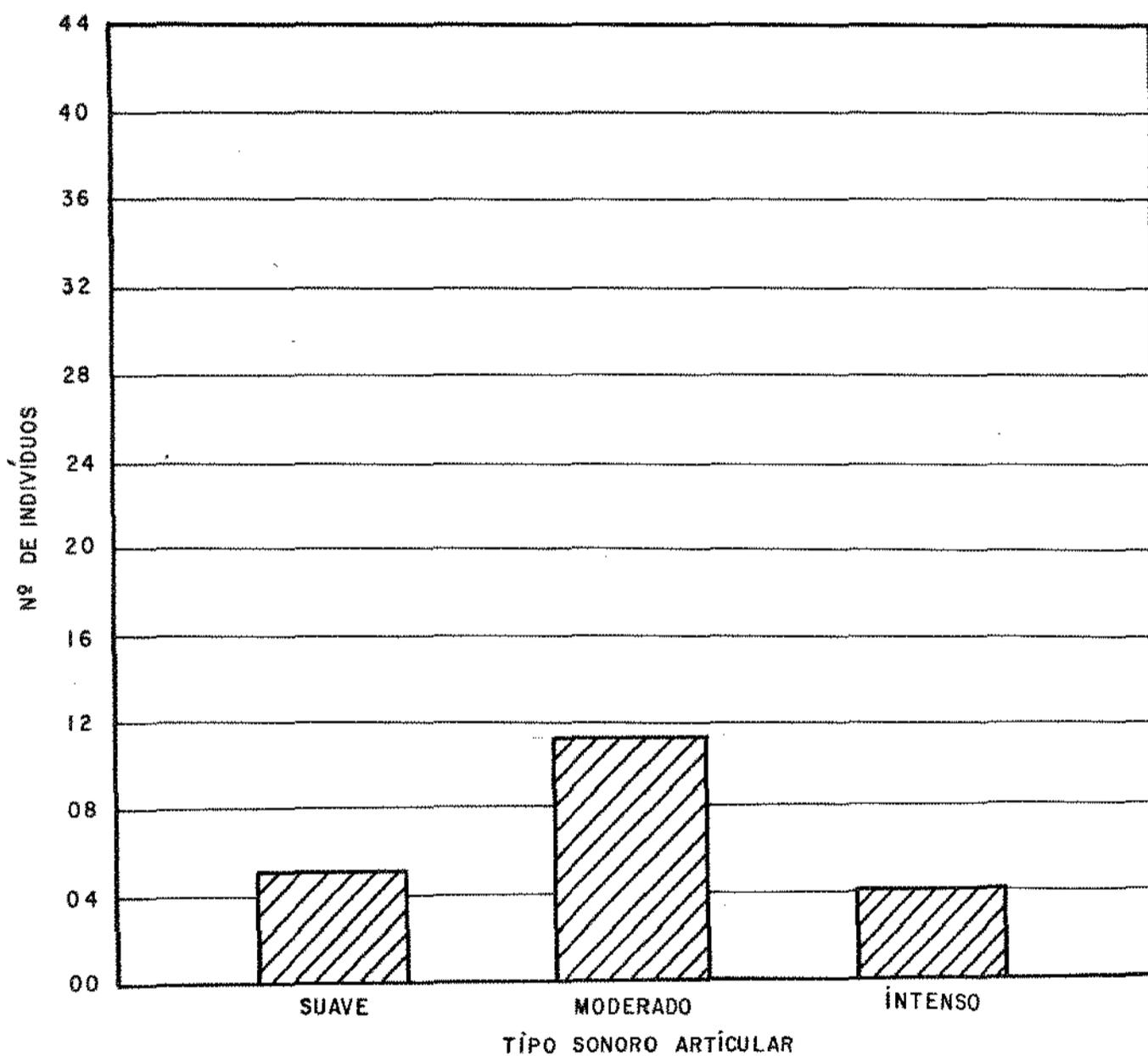
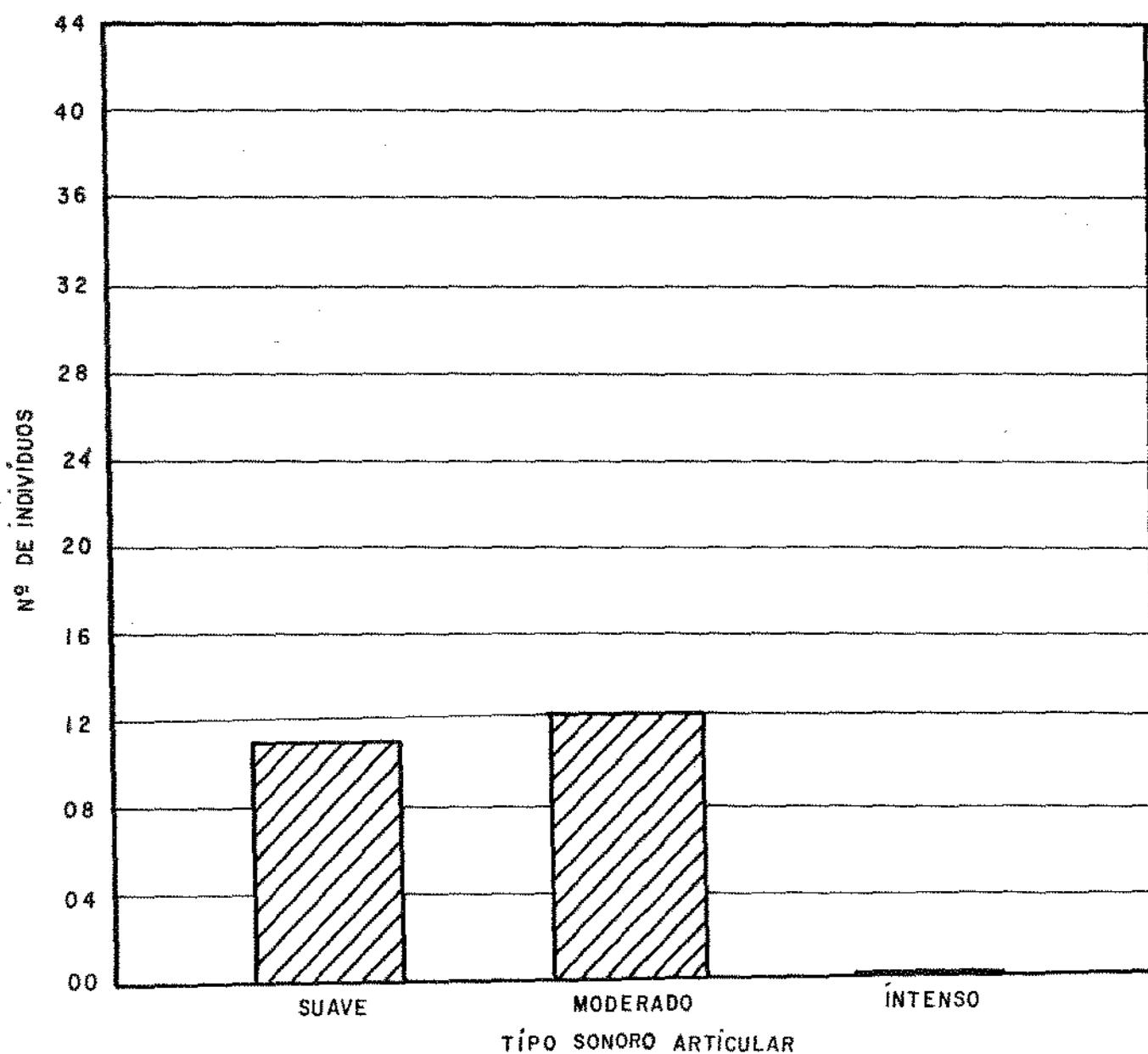


TABELA 3 - DISTRIBUIÇÃO DO NÚMERO DE CASOS (%), CONFORME OS DIFERENTES TIPOS SONOROS ARTICULARES, DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DO SEXO FEMININO.

TIPO SONORO ARTC. SEXO	SUAVE	MODERADO	ÍTENSO	TOTAL
FEMININO	11 = (47,83%)	12 = (52,17%)	00 = (0,00%)	23 = (100,00%)

GRÁFICO RELATIVO AO RESULTADO GERAL DAS RESPOSTAS SONORAS ARTICULARES DOS JOELHOS ESQUERDOS NORMAIS DE ARTROSONOGRAMAS DE INDIVÍDUOS DO SEXO FEMININO.



A - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO SUA  
VE DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS SONORAS:

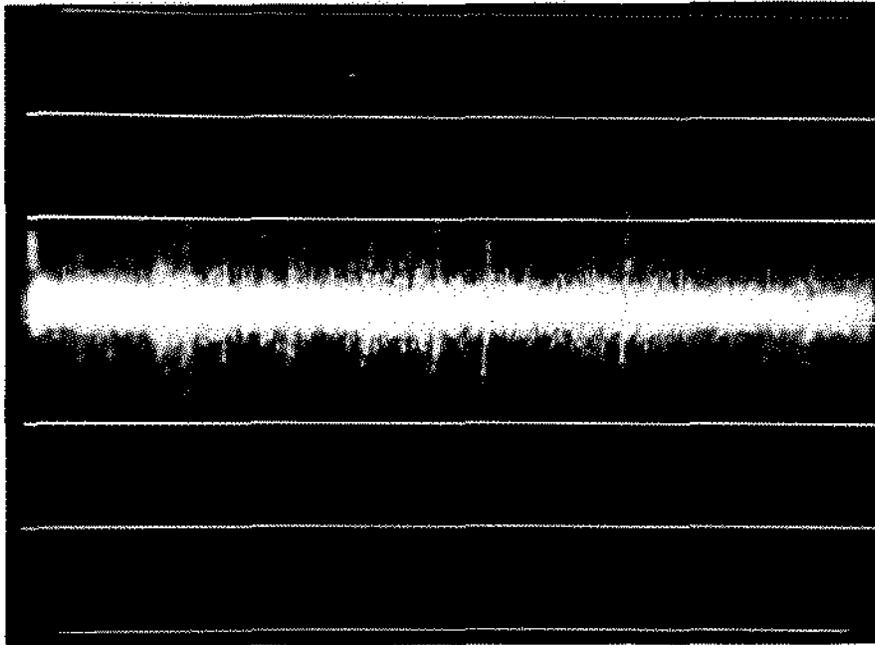
- 1 - Nestes casos as articulações em movimento fizeram-se de uma forma "silenciosa", pouco audível.
- 2 - Os ruídos foram de fraca intensidade, na forma de um chiado tênue e de uma creptação sutil, suave e contínua.
- 3 - Notou-se estouros agudos, estalidos descontínuos e ao acaso.

B - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO SUA  
VE DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS VISUAIS:

FOTO 1

- 1 - Nota-se na tela do osciloscópio uma faixa densa e contínua, de largura aproximada a uma divisão do ecran.
- 2 - Observa-se picos de ondas de baixa amplitude, adjacentes e presentes em toda extensão da faixa. Estes projetam-se até a metade de uma divisão do ecran aproximadamente.
- 3 - Ocorrem a presença de picos de ondas isoladas e descontínuos, que ocupam até três divisões do ecran aproximadamente.

FOTO I



ARTROSONOGRAMA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO NORMAL, EM MOVIMENTO ATIVO DE FLEXÃO E EXTENSÃO DA PERNA, DE UM INDIVÍDUO JOVEM, CARACTERIZANDO O TIPO SONORO SUAVE.

C - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO MODERADO DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS SONORAS:

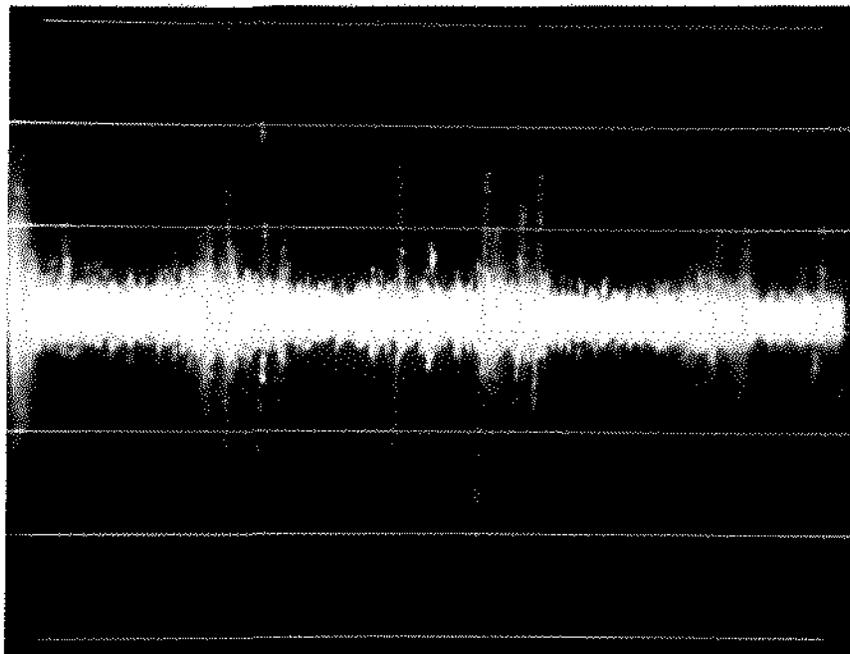
- 1 - Nestes casos as articulações em movimento fizeram-se ruidosas, perfeitamente audíveis.
- 2 - Os ruídos foram de média intensidade, que se apresentaram na forma de uma creptação áspera e irritante, contínuos e acentuados próximo às posições finais da flexão e da extensão.
- 3 - Notou-se ruídos semelhantes a estouros agudos (estallidos), e estalos constantes, descontínuos e ao acaso.

D - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO MODERADO DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS VISUAIS:

FOTO 2

- 1 - Nota-se na tela do osciloscópio uma faixa densa e contínua, de largura aproximada à uma divisão do ecran.
- 2 - Observa-se picos de ondas de baixa amplitude, adjacentes e presentes em toda extensão da faixa. Estes projetam-se até a metade de uma divisão do ecran aproximadamente.
- 3 - Ocorrem a presença de picos de ondas que ocupam até três divisões do ecran, condensados em feixes concentrados a espaços regulares.
- 4 - Nota-se a presença de picos de ondas isolados e descontínuos, que ocupam até cinco divisões do ecran aproximadamente.

FOTO 2



ARTROSONOGRAMA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO NORMAL, EM MOVIMENTO ATIVO DE FLEXÃO E EXTENSÃO DA PERNA, DE UM INDIVÍDUO JOVEM, CARACTERIZANDO O TIPO SONORO MODERADO.

E - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO INTENSO, DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS SONORAS:

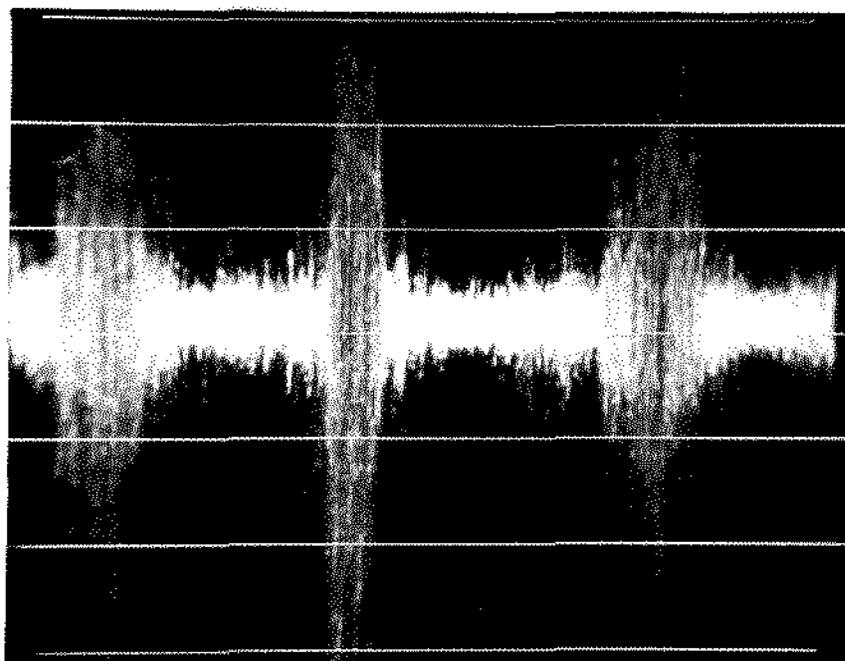
- 1 - Nestes casos as articulações em movimento fizeram-se muito ruidosas.
- 2 - Os ruídos mostraram-se acentuados e de forte intensidade, e se apresentaram na forma de uma creptação mui áspera e rangente.
- 3 - Os ruídos foram contínuos e mais intensos próximo as posições finais da flexão e da extensão.
- 4 - Notou-se ruídos semelhantes a estouros agudos (estallidos), e estalos constantes, descontínuos e ao acaso.

F - DESCRIÇÃO DOS ARTROSONOGRAMAS PARA OS JOELHOS DO TIPO INTENSO, DE ACORDO COM SUAS CARACTERÍSTICAS VISUAIS:

FOTO 3

- 1 - Nota-se na tela do osciloscópio uma faixa densa e contínua de largura aproximada à uma divisão do ecran.
- 2 - Observa-se picos de ondas de baixa amplitude, adjacentes e presentes em toda extensão da faixa. Estes projetam-se até uma divisão do ecran aproximadamente.
- 3 - Ocorrem a presença de picos de ondas que ocupam até seis divisões do ecran, condensados em feixes concentrados a espaços regulares.
- 4 - Nota-se a presença de picos de ondas isoladas e descontínuos, que ocupam até cinco divisões do ecran aproximadamente.

FOTO 3



ARTROSONOGRAMA DA ARTICULAÇÃO DO JOELHO ESQUERDO NORMAL, EM MOVIMENTO ATIVO DE FLEXÃO E EXTENSÃO DA PERNA, DE UM INDIVÍDUO JOVEM, CARACTERIZANDO O TIPO SONORO INTENSO.

Conforme expresso no quadro I, pág. 18, registrou-se para cada indivíduo, além do tipo sonoro articular classificado, sua idade, peso, altura e sexo.

Com o objetivo de correlacionar estes dados ao tipo de ruído articular apresentado, procedeu-se a um tratamento estatístico representado pelo Teste Qui-quadrado em tabela cruzada.

Este teste mostrou que houve correlação apenas quando se comparou o tipo sonoro articular em relação à idade. Dessa forma, pode-se observar que o aumento da intensidade dos ruídos era diretamente proporcional ao aumento da idade.

A aplicação deste teste estatístico, mostrou também que não houve correlação entre o tipo sonoro articular com o peso, a altura e o sexo nos indivíduos examinados.

#### IV - DISCUSSÃO

#### IV - DISCUSSÃO

Observando nossos resultados, notamos a ocorrência do maior número de casos para joelhos do tipo moderado num total de 23 indivíduos, ou seja, 53,49% da amostra, sendo 11 casos para o sexo masculino e 12 casos para o sexo feminino. O segundo maior número de casos ocorreu para os joelhos do tipo suave, somando 16 indivíduos o que correspondeu a 37,21% da amostra, sendo 5 casos para o sexo masculino e 11 casos para o sexo feminino. Finalmente, o menor número de casos ocorreu nos joelhos do tipo intenso, correspondendo apenas a 4 indivíduos do sexo masculino, ou seja, 9,30% da amostra.

Analisando o número de casos que ocorreram em cada tipo classificado, fica evidente o predomínio de joelhos do tipo moderado que somou mais da metade do total da amostra. Observamos também um número relativo de joelhos do tipo suave que somados aos joelhos do tipo moderado correspondem à quase totalidade da amostra, 39 casos, ou 90,70%. Os joelhos do tipo intenso, os menos comuns, como visto, ficaram restritos aos indivíduos do sexo masculino. Este fato que a princípio nos chamou a atenção tornou-se menos significativo após a execução do estudo estatístico que elaboramos, onde ficou entendido não ser o sexo um fator determinante para a caracterização do tipo articular mas sim a idade.

Desenvolvendo este trabalho, vimo-nos impossibilitados de fazermos as devidas comparações de nossos resultados com os trabalhos apresentados por: HEUTER (1885), BLODGETT (1902), LUDLOFF (1906), BIRCHER (1913) e WALTERS (1929)

que pertencem aos investigadores da primeira etapa no estudo dos ruídos articulares. Isto se deve ao fato de não termos procedido em nosso estudo da auscultação das articulações do joelho, a observação dos ruídos articulares utilizando do estetoscópio como instrumento de análise, técnica por eles utilizada.

A comparação de nossos resultados com os de ERB (1933), PEYLAN (1953), FISCHER e JOHNSON (1960), OEHL e col. (1974), CHU e col. (1976a, 1976b, 1978a, 1978b), MANG e col. (1980), MOLLAN e col. (1982) e KOTANI e SUZUKI (1983) pertencentes ao segundo grupo de pesquisadores dos ruídos articulares que utilizaram equipamentos eletrônicos para o desenvolvimento de suas pesquisas e obtiveram seus resultados principalmente através da análise da frequência dos ruídos gravados, tornou-se também impossível de ser feita, porque exceção feita a STEINDLER (1937), obtivemos os nossos resultados usando a intensidade sonora como parâmetro de medida.

Embora ERB (1933), tenha analisado os ruídos articulares de joelhos normais utilizando-se de um microfone de contato e de um amplificador acoplado a um osciloscópio, a confrontação de nossos resultados não foi possível pois o autor não os relata, restringindo sua análise aos ruídos articulares patológicos, através da frequência sonora.

Por outro lado, nossos resultados concordam em parte com os apresentados por STEINDLER (1937) que auscultou eletronicamente, usando da intensidade sonora como parâmetro de medida, 62 casos de joelhos normais em indivíduos de ambos os sexos e de diferentes idades como: crianças, adultos e velhos. O autor identificou uma predominância de joelhos silenciosos, ou quase sempre uniformemente silenciosos em

crianças abaixo de dez anos, adolescentes e adultos jovens, quadro este que se assemelha de certa forma com os nossos resultados onde observamos que quase a metade da nossa amostra, 37,12% dos joelhos classificados são do tipo suave, embora sendo em indivíduos adultos jovens. STEINDLER observou em adultos de meia idade portadores de joelhos normais, a presença de ruídos discordantes de maior ou menor intensidade. Aqui, estes casos se assemelham pela descrição do autor aos joelhos do tipo moderado ou também ao tipo intenso de nossa classificação, não concordando portanto os nossos achados uma vez que a idade máxima dos indivíduos de nossa amostra foi de 26 anos.

Com relação a PEYLAN (1953), verificamos que ele analisou exclusivamente os ruídos articulares patológicos, utilizando-se de um estetoscópio eletrônico acoplado a um amplificador. O autor comenta ter auscultado articulações normais, porém não nos fornece os resultados observados.

FISCHER e JOHNSON (1960), apresentaram em suas pesquisas sobre os ruídos articulares, os resultados artrosonográficos de 76 articulações de joelhos normais e patológicos em indivíduos de ambos os sexos com a idade média para o grupo normal de 35 anos. A aparelhagem utilizada na pesquisa se identifica com a utilizada por nós, ou seja, um microfone de contato, um "tape" magnético, um amplificador e um osciloscópio. Porém, a análise dos ruídos foi feita através do espectro de frequência. Os autores comentaram em seus resultados que as características mais comuns dos ruídos observados pelos joelhos normais, foram a regularidade da intensidade sonora e da sua frequência, além da uniformidade da onda padrão. Aqui, com relação à regularidade da intensidade sonora

apresentada pelos ruídos e quanto à uniformidade da onda padrão observada na tela do osciloscópio, vimos alguma possibilidade de confrontação dos nossos resultados. Assim sendo, com relação à intensidade sonora, diferimos dos autores quanto a sua regularidade, uma vez que em nossos resultados, obtivemos três intensidades sonoras distintas, o que nos levou a classificar os ruídos em: suave, moderado e intenso. Com relação à uniformidade da onda padrão, também discordamos dos autores pois para cada tipo sonoro classificado em nossa pesquisa resultou uma onda padrão característica.

No trabalho desenvolvido por OEHL e col. (1974), notamos que os autores não se preocuparam propriamente com o reconhecimento, descrição ou a elaboração de uma classificação dos ruídos articulares, mas sim, como objetivo, teve a pesquisa a constatação da possível aplicabilidade da técnica artrosonográfica.

Portanto, aqui também ficamos impossibilitados de compararmos os nossos resultados devido ao fato de haverem divergências quanto aos objetivos propostos em nossas pesquisas.

CHU e col. (1976a, 1976b, 1978a, 1978b), além da análise dos resultados através da frequência dos ruídos gravados, usaram as técnicas de função de auto-correlação e formas de ondas Polaróide. Com relação à esta última, vimos possibilidades de confrontarmos nossos resultados uma vez que esta técnica refere-se a obtenção de fotos das imagens dos ruídos articulares da tela do osciloscópio, durante o movimento da articulação utilizando-se de uma câmara Polaróide. De acordo com a descrição dos autores, a foto que representa o ruído de um joelho normal é constituída por uma faixa den-

sa com traços de amplitudes constantes; mas nos nossos resultados obtivemos três tipos articulares diferentes, de acordo com a intensidade sonora observada traduzidas em três imagens visuais distintas. Comparando a foto obtida pelos autores com a foto que caracteriza o tipo suave de nossa classificação, notamos grande semelhança entre elas, ou seja, uma faixa densa e contínua com inúmeros picos de ondas de baixa amplitude adjacentes à ela em toda extensão da faixa.

MANG e col. (1980), analisaram através da técnica artrosonográfica os ruídos articulares de joelhos normais e patológicos, além de pesquisarem o valor desta técnica em aplicações práticas no diagnóstico das doenças articulares. Os autores embora façam alusão aos ruídos articulares de joelhos normais por eles observados, não nos fornecem informações quanto aos resultados obtidos, justificando para esta conduta que, devido aos componentes articulares e aos tecidos circundantes da articulação, os ruídos captados são poucos para se objetivar. Discordamos em parte destes autores, uma vez que constatamos em todas as nossas gravações a presença dos ruídos articulares, nos parecendo que a justificativa relatada não é totalmente justificável.

MOLLAN e col. (1982), analisaram através da frequência sonora os ruídos articulares de joelhos normais e patológicos descrevendo um aumento significativo dos níveis sonoros entre estas duas condições do joelho. Como já visto, este não foi o objetivo de nossa pesquisa tornando-se difícil compararmos os nossos resultados, além do que os autores também procuraram reconhecer dentre os ruídos gravados, o nível de energia para os estalos do joelho, os ruídos ambientais da sala de gravação e os ruídos da fricção do microfone em

contato com a pele durante a gravação.

KOTANI e SUZUKI (1983), observaram os ruídos articulares de joelhos normais e patológicos utilizando-se da técnica da frequência sonora, além do uso de um computador no processamento dos dados obtidos. Também aqui tornou-se impróprio fazermos nossas comparações devido às diferenças nos objetivos traçados e às técnicas para análise dos ruídos gravados serem diferentes.

## V - CONCLUSÕES

## V. - CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente estudo artrosonográfico da articulação do joelho normal, observou-se que:

1) Os joelhos estudados pela técnica artrosonográfica apresentaram ruídos possíveis de serem gravados;

2) Os ruídos articulares ocorreram na forma de chiados, rangidos, creptações, estalos e estalidos, ora mais ora menos intensos;

3) Através da intensidade dos ruídos articulares gravados, os joelhos foram identificados como:

- a) Joelhos do Tipo Suave
- b) Joelhos do Tipo Moderado
- c) Joelhos do Tipo Intenso;

4) O joelho do tipo moderado predominou na amostra observada, somando um total de 23 casos (53,49%), sendo 11 casos do sexo masculino e 12 do feminino;

5) Do estudo estatístico concluiu-se que com o aumento da idade havia um aumento na intensidade dos ruídos articulares.

VI - RESUMO

## VI - RESUMO

Os ruídos articulares do joelho esquerdo normal de 43 indivíduos jovens de ambos os sexos, sendo 20 do sexo masculino e 23 do sexo feminino, foram analisados através da técnica artrosonográfica. As gravações destes ruídos foram obtidas em uma sala acústica, onde buscamos diminuir e evitar os possíveis ruídos extrínsecos às gravações. Estes ruídos foram transportados posteriormente para um gravador de rolo acoplado a um eletromiógrafo, de onde obtivemos a análise dos ruídos articulares, tanto as suas características sonoras quanto as suas características visuais, observadas na tela do eletromiógrafo. O parâmetro de medida utilizado na classificação dos ruídos articulares foi a intensidade sonora que reproduziu-se na tela do eletromiógrafo de três maneiras distintas: 1) curvas de fraca intensidade para os joelhos do tipo suave; 2) curvas de média intensidade para os joelhos do tipo moderado e 3) curvas de forte intensidade para os joelhos do tipo intenso. Os ruídos articulares comuns aos três tipos articulares classificados, caracterizaram-se na forma de chiados, rangidos, creptações, estalos e estalidos.

**VII - SUMMARY**

## VII - SUMMARY

The joint sounds of normal left knee of 43 young persons of both sex being 20 male and 23 female were analyzed through the arthrophonographic technique. The recording of these sounds were taken in a acoustic room where we tried to decrease and avoid any outside noises. These sounds, later were transfered to a tape record attached to a electromyograph from were we took the analysis of the joint sounds as in theirs characteristic sounds as in their visual characteristics observed from the screen of the electromyograph. The parameter of measure used to classify the joint sounds was the sonorous intensity that reproduced in the screen of the electromyograph in three distinct ways: 1) waves of weak intensity for knees type smooth; 2) waves of medium intensity for knees type moderate and 3) waves of strong intensity for knees type intense. The common joint sounds to the three type classified are presented in the form of creaking, grinding, grating, crackling and claping.

## VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BIRCHER, E. Zur diagnose der menisculuxationen und des meniscusabrusses. Zentbl. Chir., 40: 1852, 1913.

BISHOP, P.J. Evolution of the stethoscope. Journal of the Royal Society of Medicine., 73: 448-56, 1980.

BLODGETT, W.E. Auscultation of the knee joint. Boston med. surg. J., 146: 63, 1902.

CHU, M.L.; GRADISAR, I.A.; ZAVODNEY, L.D. Possible clinical application of a non-invasive monitoring technique of cartilage damage in pathological knee joints. J. clin.Engng., 3(1): 19, 1978a.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; MOSTARDI, R. A noninvasive electroacoustical evaluation technique of cartilage damage in pathological knee joints. Med. & biol. Engng. Comput., 16: 437, 1978b.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; RAILEY, M.R.; BOWLING, G.F. An electroacoustical technique for the detection of knee joint noise. Med. Res. Eng., 12: 18, 1976a.

\_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_ ; \_\_\_\_\_. Detection of knee joint diseases using acoustical pattern recognition technique. J. Biomechan., 9: 111, 1976b.

- ERB, K.H. Uber die moglichkeit der registrierung von gelenkgerauschen. Dt. Z. Chir., 241: 237, 1933.
- FISCHER, H. & JOHNSON, E.W. Analysis of sounds from normal and pathological knee joints. In: CONGRESS PHYSICAL MEDICINE, 3. Washington, 1960. p.50.
- HEUTER, G. Grundriss der chirurgie. Leipzig, Vogel, 1885.
- KOTANI, K. & SUZUKI, K. Acoustical analysis of joint-sound through passive motion. J. Jap. orthop. Ass., 3: 49, 1983.
- LUDLOFF. Die auskultation der wirbelsaule, des kreuzbeins und des beckens. Nunchener Med. Wehnsehr., L.III, 1968, 1906.
- MANG, W.; BIRK, M.; BLUMEL, G. Praktische anwendbarkeit der phonoarthrographie in der kniegelenksdiagnostik. Z.Orthop., 118: 85, 1980.
- MOLLAN, R.A.B.; MC CULLAGH, G.C.; WILSON, R.I. A critical appraisal of auscultation of human joints. Clin. Orthop. Related Res., 170: 231, 1982.
- OEHL, R.; BOHNENBERG, J.; HEINKELMANN, W.; PETROWICZ, O. Zur technik der phonoarthrographie. Medsche Welt., 25: 1984-9, 1974.
- PEYLAN, A. Direct auscultation of joints. Rheumatism, 9: 77, 1953.
- STEINDLER, A. Auscultation of joints. J. Bone Jt. Surg., 19B:

121, 1937.

WALTERS, C.F. The value of joint auscultation. Lancet, 1:  
920, 1929.