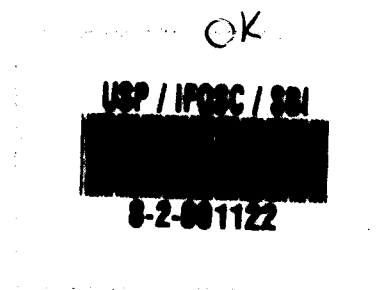


CARACTERIZAÇÃO DE TECIDO ÓSSEO POR ULTRA-SOM PARA O DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSE

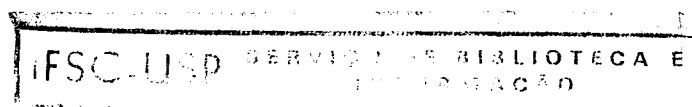
José Marcos Alves



Tese apresentada ao *Instituto de Física de São Carlos*, da *Universidade de São Paulo*, para a obtenção do título de doutor em Ciências (Área de Física Aplicada)

Orientador: Prof. Dr. José Carlos Pereira

São Carlos - SP
1996



A474c Alves, José Marcos
Caracterização de tecido ósseo por ultra-som
para o diagnóstico de osteoporose / José Marcos
Alves. -- São Carlos, 1996.

117 p.

Tese (Doutorado). -- Instituto de Física de São
Carlos-Universidade de São Paulo, 1996.
Orientador: Prof. Dr. José Carlos Pereira.

1. Osteoporose. 2. Ultra-som. 3. Densitometria
óssea. I. Título



**IFSC UNIVERSIDADE
DE SÃO PAULO**


Instituto de Física de São Carlos

Av. Dr. Carlos Botelho, 1465
CEP 13560-250 - São Carlos - SP
Brasil

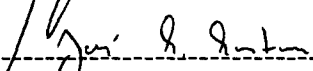
Fone (016) 272-6222
Fax (016) 272-2218

MEMBROS DA COMISSÃO JULGADORA DA TESE DE DOUTORADO DE **JOSÉ
MARCOS ALVES** APRESENTADA AO INSTITUTO DE FÍSICA DE SÃO CARLOS,
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, EM 02/08/1996.

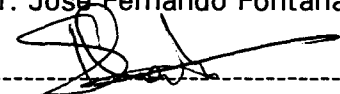
COMISSÃO JULGADORA:



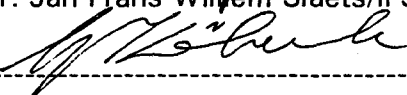
Prof. Dr. José Carlos Pereira/EESC-USP



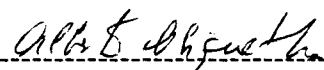
Prof. Dr. José Fernando Fontanari/IFSC-USP



Prof. Dr. Jan Frans Willem Slaets/IFSC-USP



Prof. Dr. Gottfried Koberle/UNICAMP



Prof. Dr. Alberto Cliquet Júnior/UNICAMP

À *Priscila*, minha esposa, e à
Mayna e Alessa, nossas filhas
(Finally now we can play more).

Aos meus pais, *Deolinda e José*,
pelo investimento na minha
educação.

Agradecimentos

À minha esposa, *Priscila*, e às nossas filhas, *Mayna e Alessa*, pelo estímulo durante a realização deste trabalho.

Ao *Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*, Brasília, Brasil, pelo financiamento da minha bolsa (Programa de Doutorado Sanduíche) para realização do trabalho experimental desta tese na empresa *OrthoLogic Corp*, Phoenix, AZ, EUA, e no *Department of Orthopaedics, The Mount Sinai Medical Center*, New York, NY.

Ao *Prof. Dr. José Carlos Pereira* do Departamento de Engenharia Elétrica da EESC-USP pela amizade, apoio na realização do trabalho e orientação sobre processamento de sinais.

Ao *Dr. Jonathan J. Kaufman*, *assistant professor* do *Department of Orthopaedics, The Mount Sinai Medical Center*, New York, NY, e presidente da *CyberLogic Inc*, New York, NY, cuja patente inspirou o tema desta tese, pela amizade, orientação científica e imenso aprendizado.

Ao *Dr. James T. Ryaby*, diretor científico da *OrthoLogic Corp*, pela amizade e por toda a infraestrutura para a realização do trabalho. A sua dedicação ao trabalho científico será sempre uma fonte de inspiração.

Aos *docentes do Departamento de Engenharia de Materias da EESC-USP* por apoiarem o meu estágio no exterior para a realização do trabalho experimental desta tese. Agradeço especialmente aos *Prof. Dr. Luiz Carlos Casteletti* e ao *Prof. Dr. Luiz Romariz Duarte*, por se responsabilizarem pelas minhas disciplinas de graduação durante a minha permanência no exterior, e ao *Prof. Dr. Waldek Wladimir Bose Filho* que facilitou a redação desta tese ao colaborar na minha disciplina de graduação no 1º semestre de 1996.

Ao presidente da *OrthoLogic Corp*, *Dr. Allen Weinstein*, e ao vice-presidente, *Dr. Frank Magee*, e a todos os colegas funcionários desta empresa, pela infraestrutura na realização do meu trabalho, pela amizade e atenção, e pelo imenso aprendizado em ambiente altamente profissional nesta promissora empresa de desenvolvimento de alta tecnologia dedicada à ortopedia.

À *família Ryaby* (Jim, Debbie, John Peter e Eloise) e à *família Kaufman* (Jonathan, Mrs. Flora, Eddy, ...) pelo carinho e atenção à família Alves.

À *Tom Murray* e a *Ron Yapp*, sócios fundadores da *Bioquest Inc*, Phoenix, AZ, pela amizade e confecção dos dispositivos de medidas ultra-sônicas.

Ao *Dr. Vicent Pizzacconi*, da *Arizona State University*, por permitir o uso da biblioteca daquela conceituada Universidade.

Ao **Prof. Dr. Woodrow Lopes Romas**, chefe do Departamento de Hidráulica e Saneamento da EESC-USP, por autorizar o uso da infraestrutura computacional daquele Departamento para o processamento de dados desta tese.

À todos os *colegas do “Programa Interunidades de Pós-Graduação em Bioengenharia (EESC/FMRP/IQSC/ICMSC-USP)”* pelo incentivo na realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Pág.
Lista de Figuras	iv
Lista de Tabelas	viii
Resumo	x
Abstract	xi
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 O Tecido Ósseo	1
1.2 Relevância do Diagnóstico da Osteoporose	3
1.3 A Densidade Mineral Óssea e a Ocorrência de Fraturas	4
1.4 A Correlação entre Densidade Mineral Óssea e outros Parâmetros Clínicos	7
1.5 A Indicação Clínica da Medida da Densidade Mineral Óssea	7
1.6 Seleção do Sítio do Esqueleto para Previsão do Risco de Fratura Através da Medida da BMD	8
2. CONCEITOS BÁSICOS	10
2.1 Densitometria Óssea	10
2.1.1 Densitometria de Um Fóton	11
2.1.2 Densitometria de Dois Fótons	15
2.2 Redes Neurais	19
2.2.1 Introdução	19
2.2.2 Como uma Rede Neural Maximiza o seu Desempenho	24
2.2.3 Algoritmo de Widrow-Hoff	26
2.2.4 Algoritmo de Backpropagation	27
2.3 Caracterização de Tecido Ósseo por Ultra-Som	30
2.3.1 Introdução	30
2.3.2 Medida da Atenuação em Tecido Ósseo no Domínio da Frequência (Modo de Transmissão)	32
2.3.3 Medida da Velocidade em Tecido Ósseo no Domínio do Tempo (Modo de Transmissão)	34
2.3.4 Frequência Instantânea de um Sinal	37
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA: CARACTERIZAÇÃO DE TECIDO ÓSSEO POR ULTRA-SOM PARA O DIAGNÓSTICO DE OSTEOPOROSE	39

	Pág.
4. RESULTADOS EXPERIMENTAIS	47
4.1 Estudo In-Vitro I com Osso Bovino e Humano	47
4.1.1 Preparo das amostras ósseas	47
4.1.2 Densitometria Óssea	48
4.1.3 Medidas Ultra-Sônicas	48
4.1.4 Análise de Correlação e Estatística	54
4.1.5 Resultados	54
4.2 Estudo In-Vitro II com Osso Bovino	61
4.2.1 Preparo das amostras ósseas	61
4.2.2 Densitometria Óssea	61
4.2.3 Medidas Ultra-Sônicas	62
4.2.4 Análise de Correlação e Estatística	62
4.2.5 Resultados	62
4.3 Estudo In-Vitro III com Osso Humano	68
4.3.1 Preparo das amostras ósseas	68
4.3.2 Densitometria Óssea	69
4.3.3 Medidas Ultra-Sônicas	69
4.3.4 Análise de Correlação e Estatística	70
4.3.5 Processamento por Redes Neurais	70
4.3.6 Resultados	74
4.4 Estudo In-Vitro IV com Osso Humano	77
4.4.1 Metodologia	77
4.4.2 Resultados	77
4.5 Estudo Clínico	79
4.5.1 Escolha dos Pacientes	79
4.5.2 Densitometria Óssea	79
4.5.3 Medidas Ultra-Sônicas	79
4.5.4 Análise de Correlação e Estatística	80
4.5.5 Processamento por Redes Neurais	80
4.5.6 Resultados	83
5. DISCUSSÃO	85
6. CONCLUSÃO	90
7. ANEXO	
Tabela 4.1 - Densidade das amostras humanas (vértebra lombar)	92
Tabela 4.3 - Densidade das amostras ósseas bovinas (côndilo femural)	92
Tabela 4.9 - Medidas ultra-sônicas e densitométricas em amostras ósseas de calcâneo	93
Exemplo de Medidas Densitométrica por DEXA em pacientes	96
Tabela 4.15 - Medidas ultra-sônicas e densitométricas no calcânhar	102

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	107
9. APÊNDICE	

Lista de Figuras

	Pág.
Fig. 1.1 - A composição do tecido ósseo	1
Fig.1.2 - Estrutura do osso trabecular	2
Fig. 1.3 - Estrutura do Osso Cortical	3
Fig. 1.4 - BMD em vértebras lombares em função da idade em 105 mulheres normais	5
Fig. 1.5 - Relação entre BMD medida no rádio e risco de fratura	6
Fig. 1.6 - Porcentagem de osso trabecular em alguns sítios anatômicos	8
Fig. 2.1 - Componentes de um sistema de densitometria por SPA/SXA	12
Fig. 2.2 - Densitometro SPA	12
Fig. 2.3 - Princípio de operação da densitometria SPA/SXA	13
Fig. 2.4 - Região volumétrica de tecido ósseo sob densitometria	15
Fig. 2.5 - Densitômetro DEXA	16
Fig. 2.6 - Princípio de operação da densitometria DPA/DEXA	17
Fig. 2.7 - Rede com um neurônio e uma variável de entrada (com e sem polarização)	20
Fig. 2.8 - Funções de transferência e seus símbolos	22
Fig. 2.9 - Rede com um neurônio e múltiplas variáveis de entrada	23
Fig. 2.10 - Rede neural com uma camada e múltiplas variáveis de entrada	24
Fig. 2.11 - Rede neural com múltiplas camadas e múltiplas variáveis de entrada	25
Fig. 2.12 - Rede neural com R variáveis de entrada e Q vetores de entrada (batching)	26

Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

