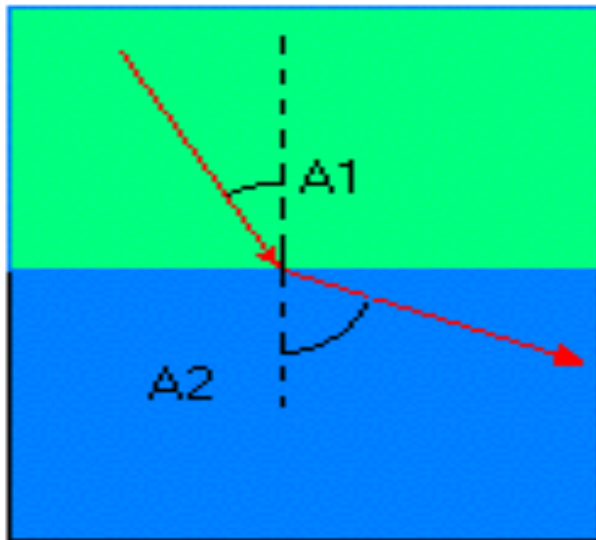


# **Ultra-som de baixa intensidade**

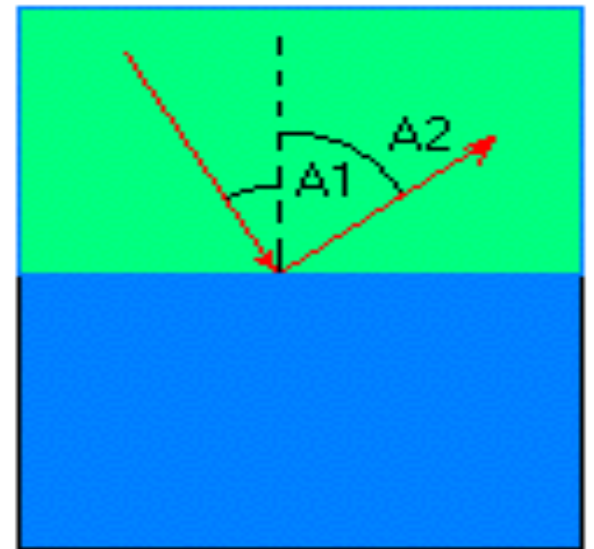
**Prof. Dr. Thiago Y. Fukuda**

Frequência  $> 20\text{kHz}$   
Dependem de um meio para se propagar

O que acontece quando a onda atinge um novo material?



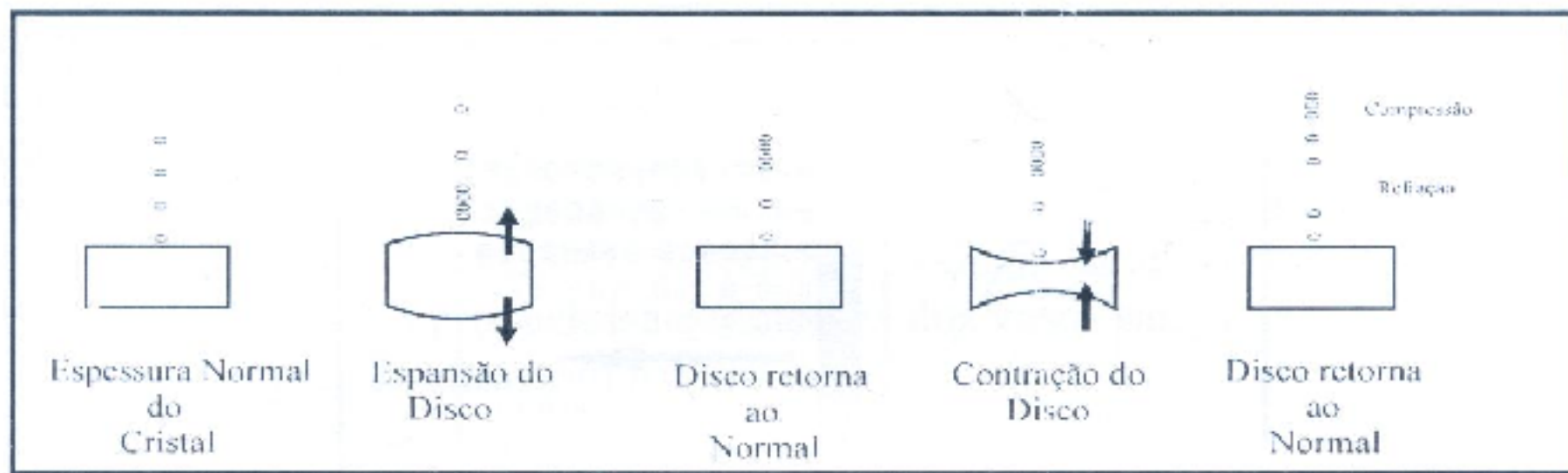
Absorção



## Propriedade piezoeletrica

Causada pela compressão e dilatação do cristal (efeito vibratório)

Material com características de gerar tensão elétrica quando submetidas a stress mecânico (deformação) - PZT (titanato de zirconato)



# ULTRA-SOM

## Física

As ondas do US são produzidas por energia mecânica

Frequência de 0,7 a 3 MHz são usadas em Fisioterapia

### Variáveis que dependem da frequência (f)

Aumenta f



Diminui comprimento de onda

Diminui colimação do feixe (paralelismo)

Diminui profundidade de penetração

US (1MHz)



A taxa de absorção da gordura é muito baixa

US (3MHz)



Estruturas mais superficiais

Penetra menos, pois absorve mais

Melhores efeitos terapêuticos que 1 MHz



# Rate of Temperature Increase in Human Muscle During 1 MHz and 3 MHz Continuous Ultrasound

David O. Draper, EdD, ATC<sup>1</sup>

J. Chris Castel<sup>2</sup>

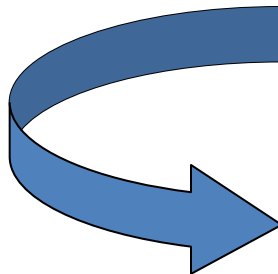
Dawn Castel, BS, PT<sup>3</sup>

Volume 22 • Number 4 • October 1995 • JOSPT

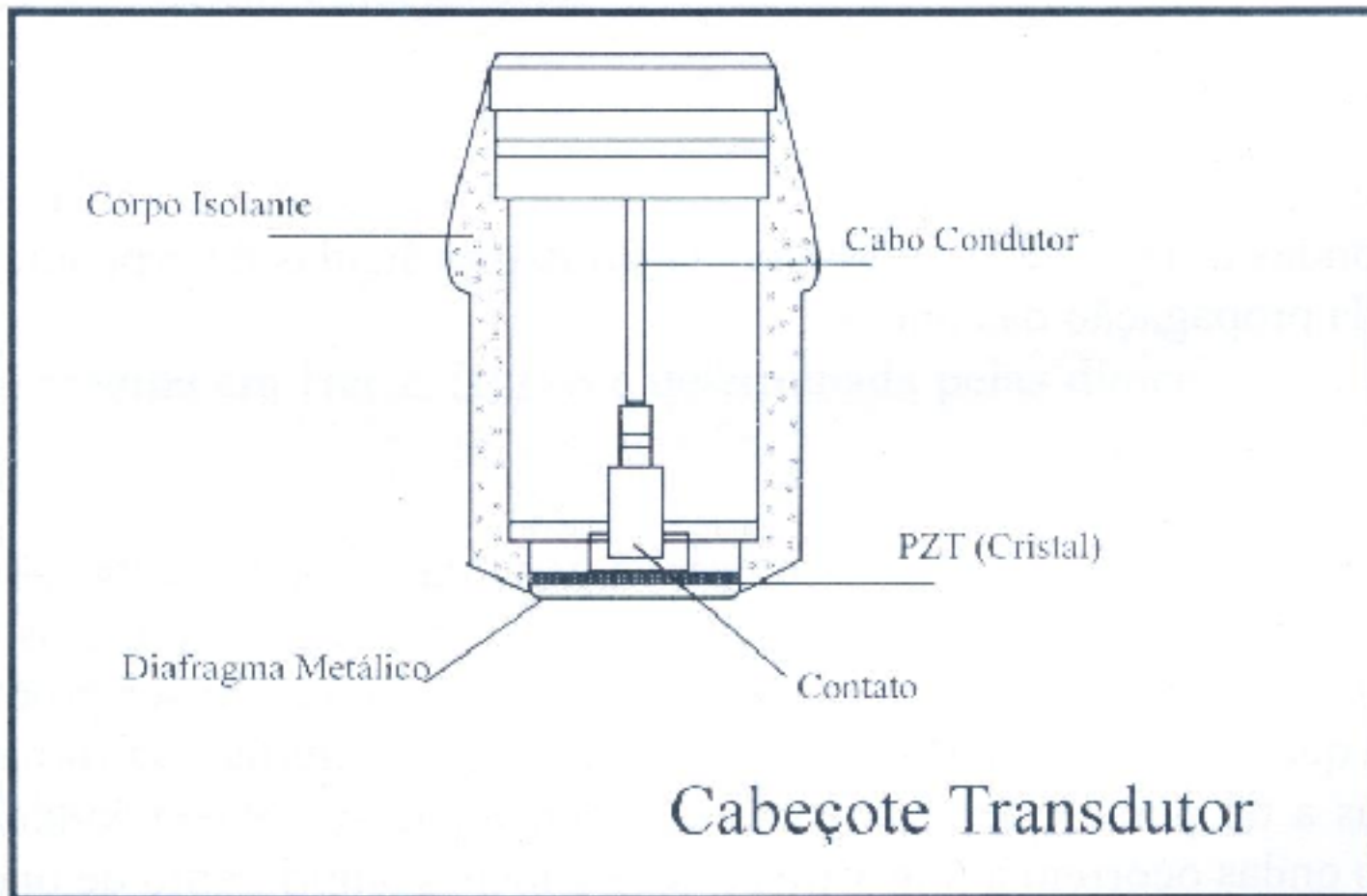
**AQUECIMENTO A 3 MHZ É MAIOR QUE A 1 MHZ**

**1 MHZ (2,5 A 5 CM PROFUNDIDADE)**

**3 MHZ (< 2,5 CM PROFUNDIDADE)**



**PERIOSTITE**



ERA (área efetiva de radiação): 1 a 5 cm<sup>2</sup>



# Absorção do US



Quanto mais proteína, mais absorve

Quanto mais água, menos absorve

Quanto mais gordura, menos absorve

**APLICAÇÃO SUBAQUÁTICA**

Porcentagem da Energia Incidente Refletida pelas Várias Interfaces (incidência normal)	
Interfaces	% de Reflexão
Água/Tecido Mole *	0,2
Água/Poliuretano	0,65
Tecido Mole/Gordura	1
Tecido Mole/Osso	15-40
Tecido Mole/Pulmão	53
Água/Vidro	63,2
Água/Aço Inoxidável	87,7
Tecido Mole/Air	99,9
PZT/Air	99,99
* Os valores disponíveis de impedância acústica para tecidos moles, por exemplo sangue, rins, fígado e músculo são tão similares que a reflexão é desprezível.	

# TIPOS DE US

## Contínuo

- Emite ondas sônicas contínuas
- sem modulação
- efeitos térmicos
- micro-massagem

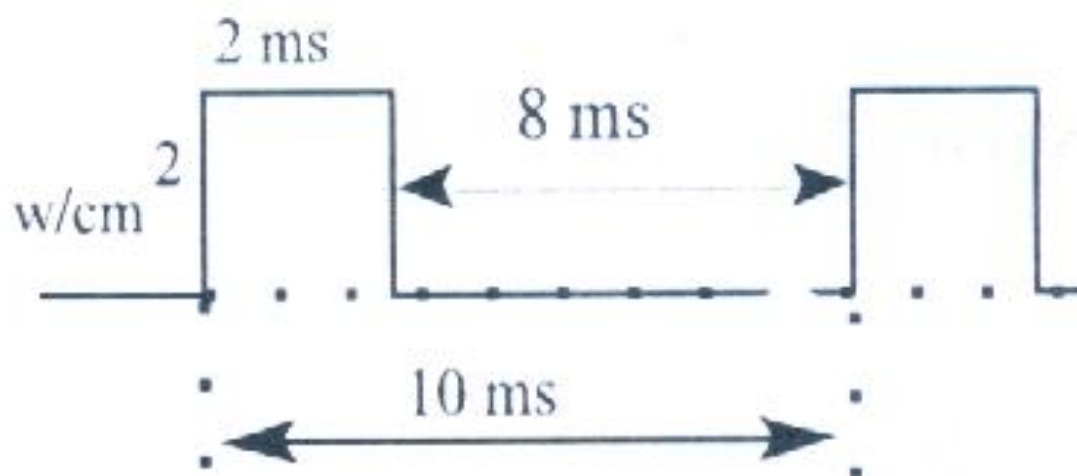
## Pulsado

- Emite ondas sônicas pulsadas
- modulação em amplitude ( $F = 16$  a  $100$  Hz)
- efeitos térmicos minimizados
- efeitos atérmicos





Contínuo



20 % Pulsado

# EFEITOS FÍSICOS

## Agitação acústica

- Oscilação dos tecidos e movimento dos fluidos
- Aumento da permeabilidade das membranas
- Aumento transporte  $\text{Ca}^{++}$  p/ interior das células (síntese protéica)

*16 HZ ou múltiplos (regeneração tecidual acelerada) abre canais  $\text{Ca}^{++}$*

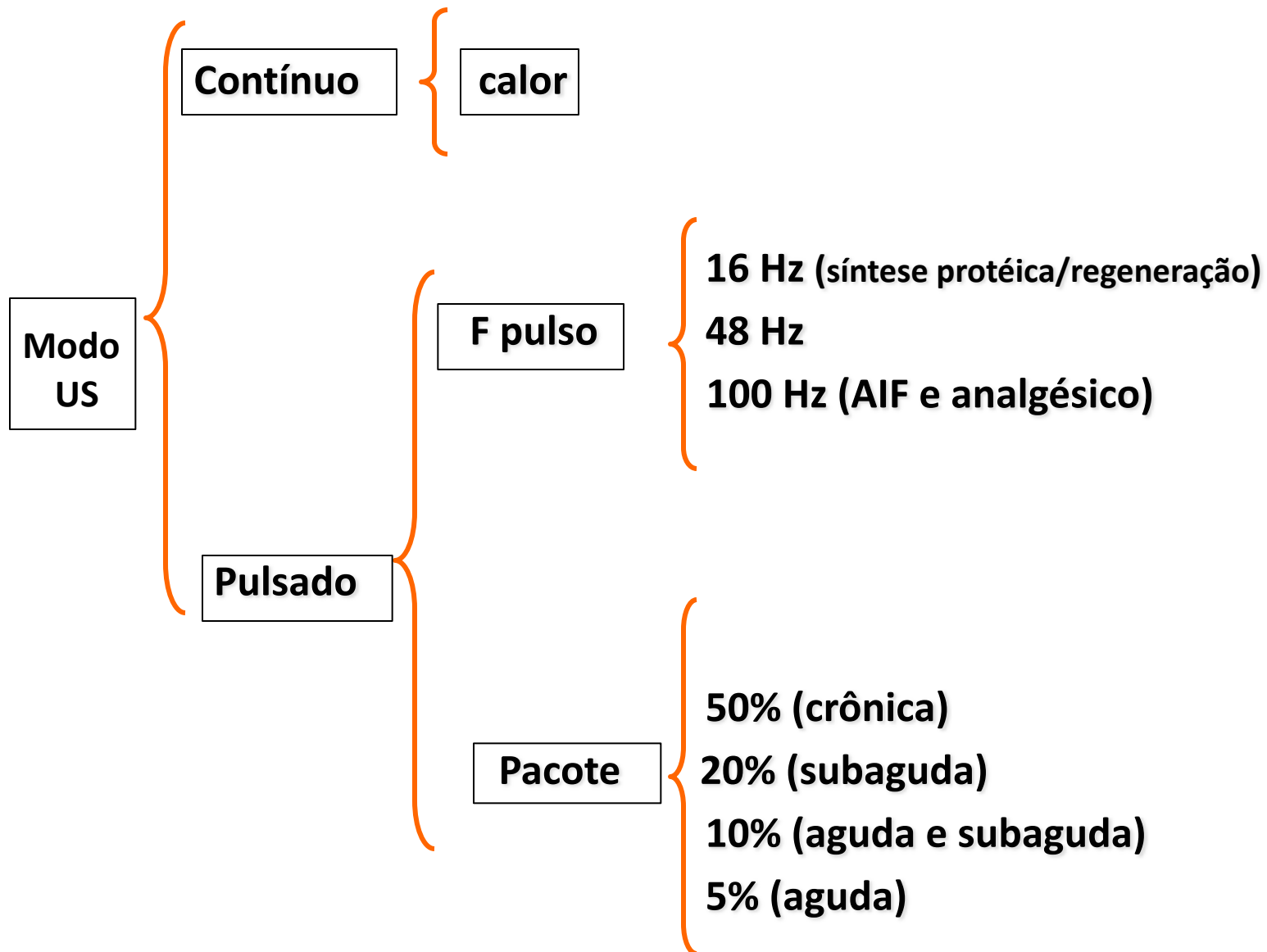
- Liberação de histamina (agentes para cicatrização)

Frequência de Pulso - Modulação						
Pacote	100 Hz		16 Hz		48 Hz	
50%	5	5	31,25	31,25	10	10
20%	2	8	12,5	50	4	16
10%	1	9	6,25	56,25	2	18
5%	0,5	9,5	3,125	59,38	1	19
1Hz = 1 ciclo por segundo						
1s = 1000ms						

F = 100 Hz      abaixo 10% não gera calor, acima 20% começa com pouco calor

F = 16 Hz      nem com 10% se pode usar em fase aguda pq causa calor em todas os pacotes

Para contrabalancear usa-se 48 Hz que é múltiplo de 16 Hz e não causa calor com 10%



## Efeitos terapêuticos

Regeneração tissular  
Estimulação do calo ósseo (?)  
Aumento circulação  
Diminuição de espasmos



## Efeitos biológicos

Aumento permeabilidade das membranas  
Aumento transporte de íons  $\text{Ca}^{++}$   
Liberação histaminas  
Diminui atividade elétrica dos tecidos  
Aumenta atividade enzimática nas células  
Aumenta síntese de colágeno e proteínas

## Indicações

Traumatismo tecido ósseo e muscular

Tendinites e bursites

OA e artrite

Transtornos circulatórios (Raynaud, Sudeck, edema)

## Contra-indicações

Útero gravídico, testículos

Placas epifisárias

Prótese / material osteossíntese

Tumores

Tromboflebitis e varizes

Inflamação séptica

**BOM SENSO.....**

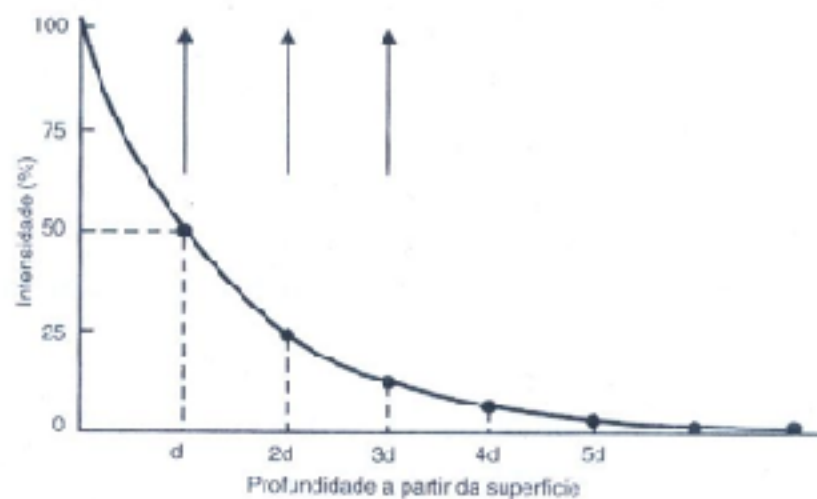
## CAVITAÇÃO

É a formação de pequenas bolhas gasosas nos tecidos como resultado da vibração do US.

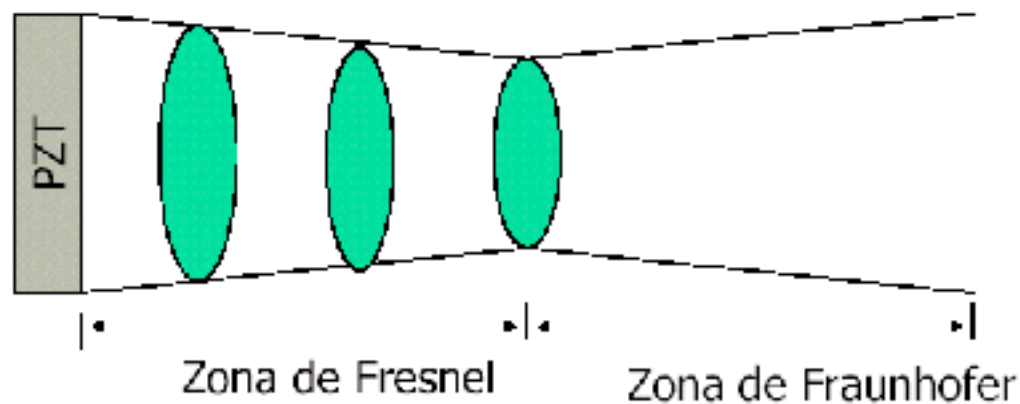
Quando as bolhas implodem (US estacionário), causam aumento da pressão e mudanças de temperatura, resultando em danos aos tecidos

## TEMPO DE APLICAÇÃO

## TÉCNICA APLICAÇÃO (Gel, pomadas, água)



**Fig. 6.5** Diminuição exponencial na energia do ultrassom com a profundidade.



US Pulsado	
Nervo	1,0 a 1,2 w/cm <sup>2</sup>
Músculo	0,8 a 1,2 w/cm <sup>2</sup>
Cápsula	0,6 a 0,8 w/cm <sup>2</sup>
Tendão	0,5 a 0,7 w/cm <sup>2</sup>
Ligamento	0,4 a 0,6 w/cm <sup>2</sup>
Bursa	0,3 a 0,5 w/cm <sup>2</sup>

## Half-Value Distance (D/2)

*Como não há uma profundidade na qual toda energia tenha sido absorvida, é usual especificar uma profundidade da metade do valor, ou seja, a profundidade ou distância na qual metade da energia inicial tenha sido absorvida.*

Depende da natureza do meio e da frequência das ondas.

Ex. Músculo

Para 1 MHz,  $D/2 = 9 \text{ mm}$  (músculo)

Para 3 MHz,  $D/2 = 3 \text{ mm}$

Tecido adiposo

Para 1 MHz,  $D/2 = 50 \text{ mm}$

Para 3 MHz,  $D/2 = 16,5 \text{ mm}$

**D/2 é 50% de atenuação**

(Wadsworth e Chanmugan, 1980)

PROFUNDIDADE MÉDIA (D1/2) EM DIVERSOS MEIOS			
	1 MHz	3 MHz	Obs.
Tecido osseo	2,1 mm	— —	
Pele	11,1 mm	4 mm	
Cartilagem	6 mm	2 mm	
Ar	2,5 mm	0,8 mm	
Tecido Tendinoso	6,2 mm	2 mm	
Tecido Muscular	9 mm	3 mm	Feixe Perpendicular ao Tecido
	24,6 mm	8 mm	Feixe Paralelo ao Tecido
Tecido Adiposo	50 mm	16,5 mm	
Água	11500 mm	3833,3 mm	

*Frizzel & Dunn, 1982. Biophysics of US. In: Therapeutic heat and cold*

# **DEMONSTRAÇÃO DO CÁLCULO DA DOSE DO US**

**PRÁTICA**