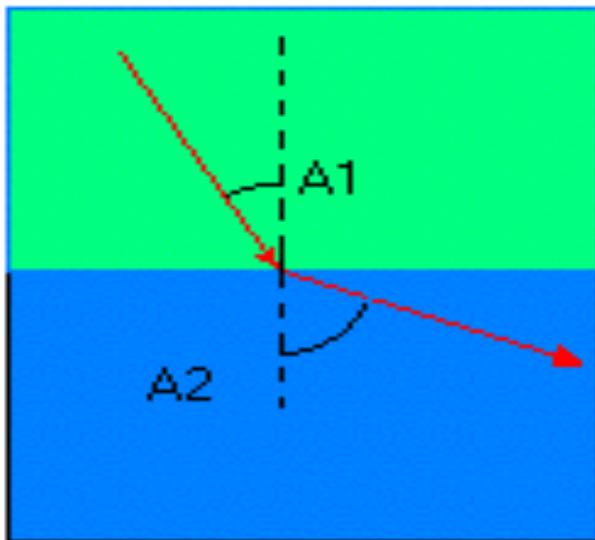


Ultra-som de baixa intensidade

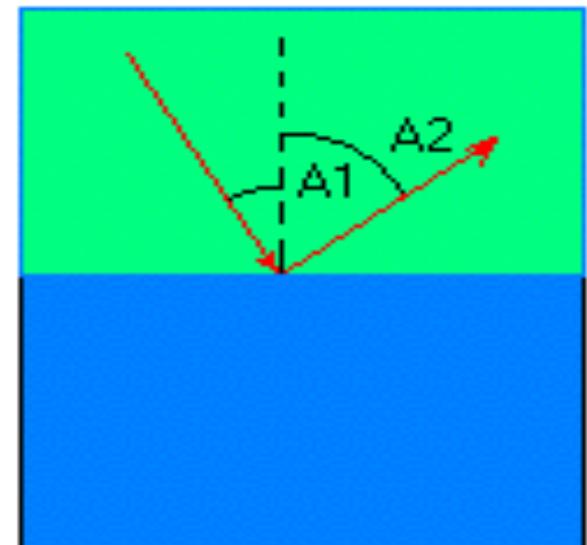
Prof. Dr. Thiago Y. Fukuda

Freqüência > 20kHz
Dependem de um meio para se propagar

O que acontece quando a onda atinge um novo material?



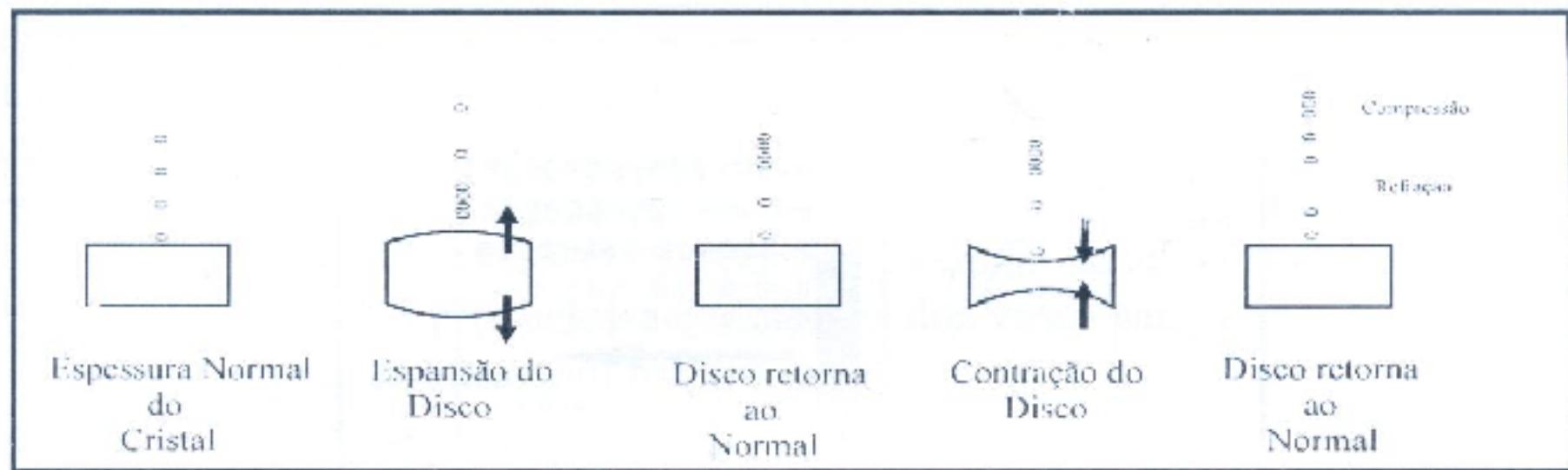
Absorção



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, ATC¹

J. Chris Castel²

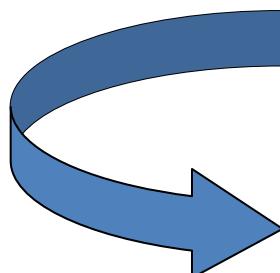
Dawn Castel, BS, PT³

Volume 22 • Number 4 • October 1995 • JOSPT

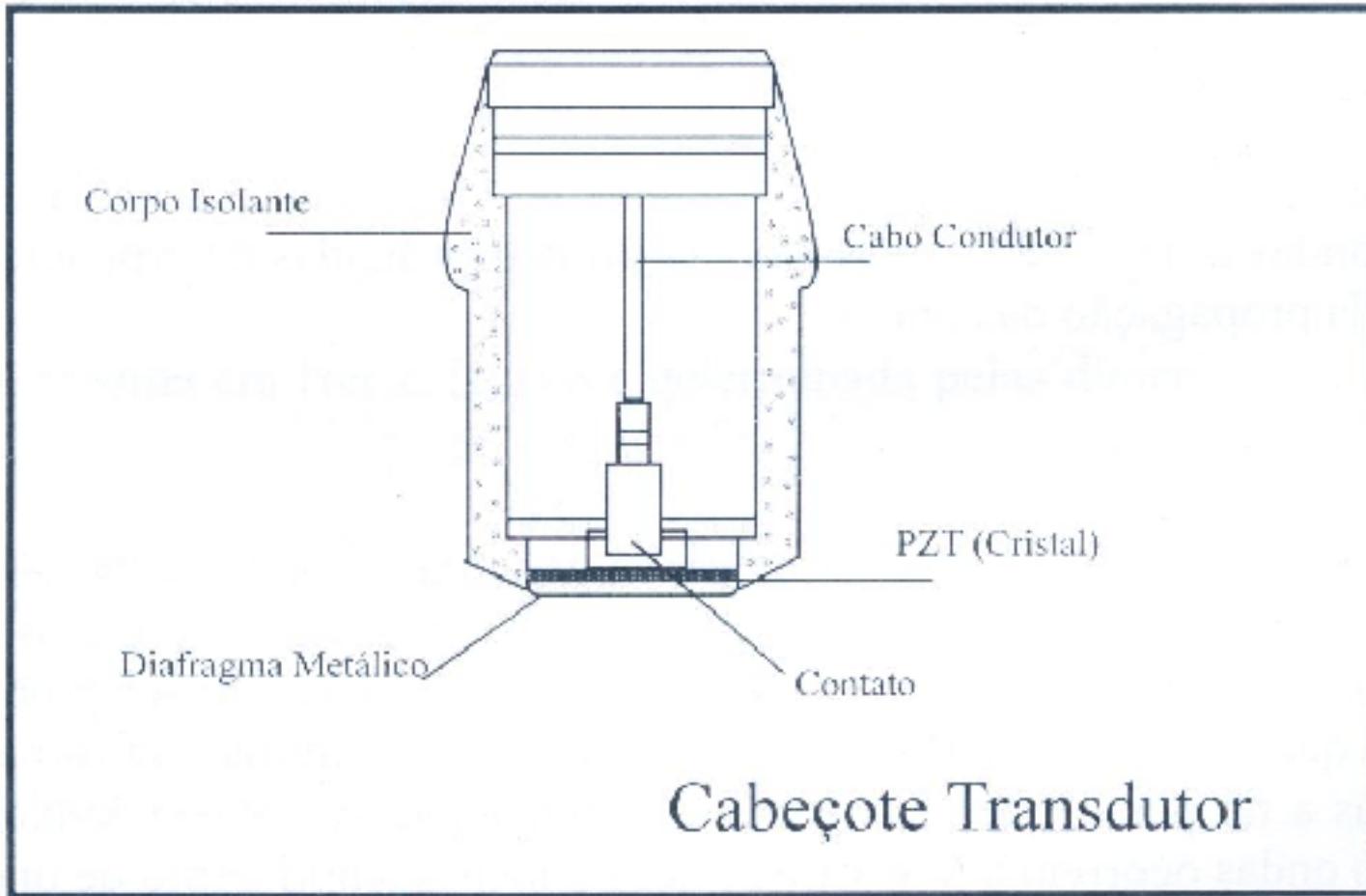
AQUECIMENTO A 3 MHZ É MAIOR QUE A 1 MHZ

1 MHZ (2,5 A 5 CM PROFUNDIDADE)

3 MHZ (< 2,5 CM PROFUNDIDADE)



PERIOSTITE



ERA (área efetiva de radiação): 1 a 5 cm²



Absorção do US

Quanto mais proteína, mais absorve

Quanto mais água, menos absorve

Quanto mais gordura, menos absorve

APLICAÇÃO SUBAQUÁTICA

Porcentagem da Carga Incidente Refletida pelas Várias Interfaces (incidência normal)

| Interfaces | % de Reflexão |
|---------------------|---------------|
| Água/Tecido Mole * | 0,2 |
| Água/Polietileno | 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/Ar | 99,9 |
| PZT/Ar | 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

w/cm²

Continuo

2 ms

w/cm²

8 ms

10 ms

20 % Pulsado

EFEITOS FÍSICOS

Agitação acústica

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

16 HZ ou múltiplos (regeneração tecidual acelerada) abre canais 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 |

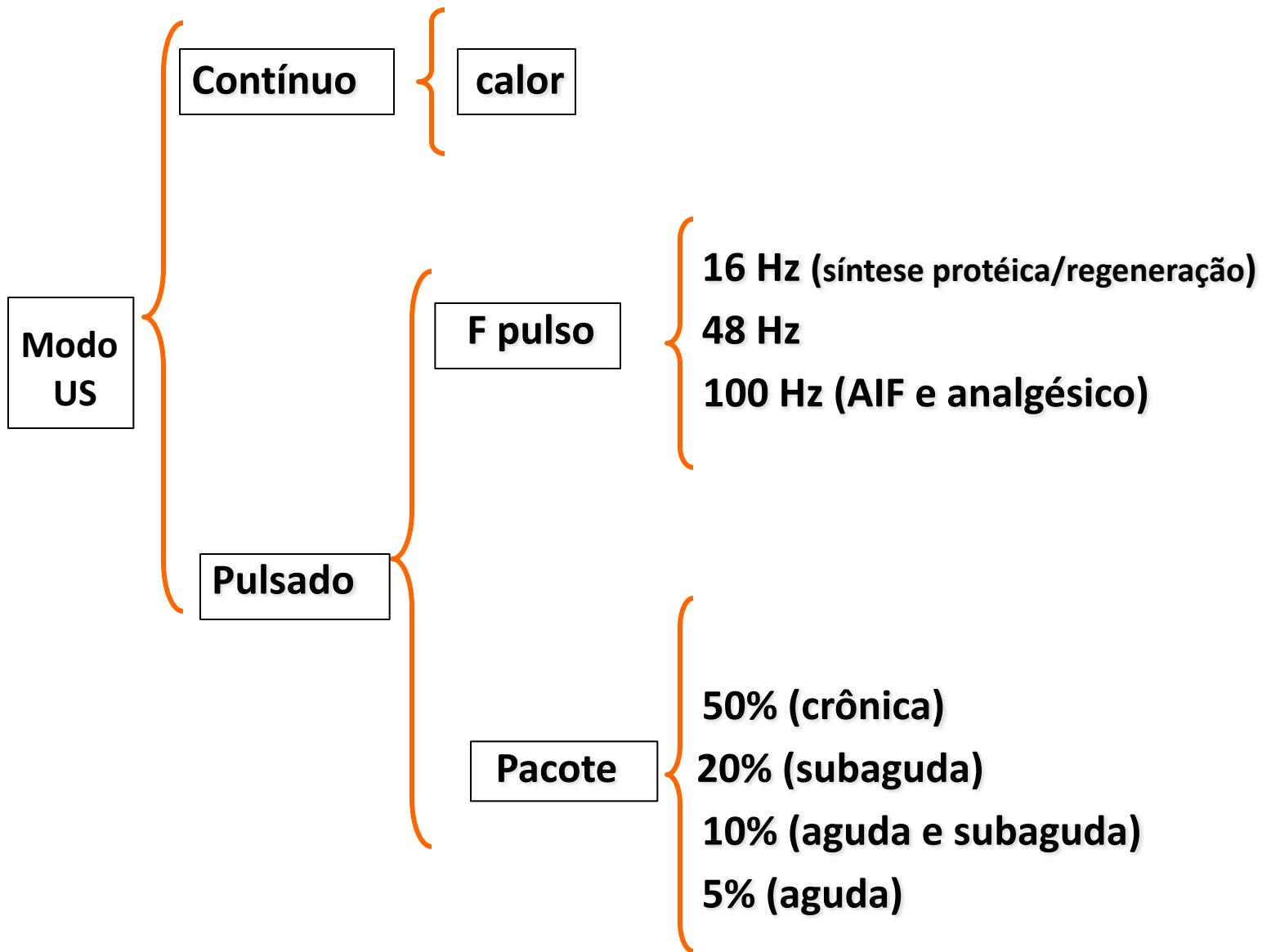
1Hz = 1 ciclo por segundo

1s = 1000ms

$F = 100 \text{ Hz}$ abaixo 10% não gera calor, acima 20% começa com pouco calor

$F = 16 \text{ Hz}$ 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 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
- Tromboflebites 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)

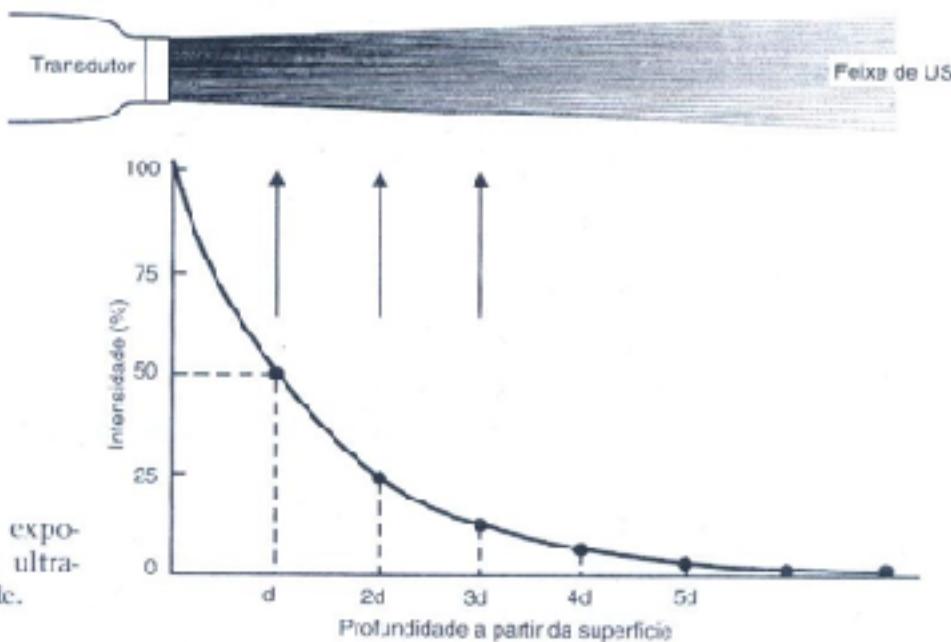
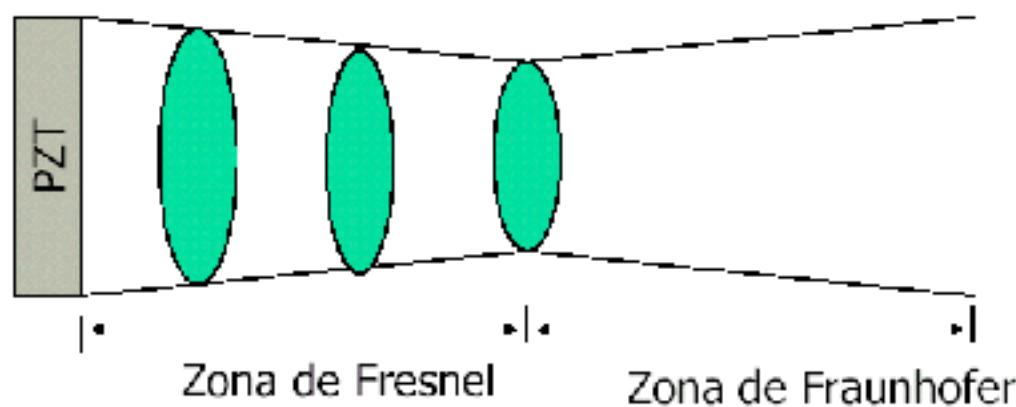


Fig. 6.5 Diminuição exponencial na energia do ultrassom com a profundidade.



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

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, $D/2 = 9$ mm (músculo)

Para 3 MHz, $D/2 = 3$ mm

Tecido adiposo

Para 1 MHz, $D/2 = 50$ mm

Para 3 MHz, $D/2 = 16,5$ mm

D/2 é 50% de atenuação

(Wadsworth e Chanmugan, 1980)

PROFOUNDIDADE 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 | |

DEMONSTRAÇÃO DO CÁLCULO DA DOSE DO US

PRÁTICA