

ULTRA-SOM

UM RECURSO MUITO VALIOSO

O emprego do Ultra-Som com fins terapêuticos tomou impulso em 1955, quando teve utilização extensiva em tratamentos de disfunções osteoartríticas, bursites e tenosinovites. Mais tarde, seu emprego em aplicações como aceleração de reparação tecidual e escaras, redução de edemas e fonoforese, também foi reconhecido como de grande eficácia. Hoje em dia, a Estética utiliza amplamente o U.S. para tratamento de celulite e gordura localizada, embora as bases fisiológicas de seus efeitos sejam bastante desconhecidas por inúmeros profissionais que trabalham nessa área, sem exceção, quer sejam esteticistas, massoterapeutas, fisioterapeutas e até médicos de várias especialidades que se dedicam à Estética.

Prendemos, mostrar ao máximo as virtudes e vicissitudes desta valiosa ferramenta. Orientando desde os princípios físicos, passando pelos princípios fisiológicos, biofísicos, áreas de atuação, indicações, contra-indicações e fazendo com que este recurso fisioterápico e estético seja trazido ao seu real valor.

Vamos apresentar o U.S. como um equipamento capaz de reduzir a quantidade de gordura acumulada nos tecidos, através de uma lipólise. Este é um efeito comprovado com trabalhos científicos que iremos apresentar com detalhes.

O U.S. também promove um grande aumento de temperatura nos tecidos. – atenção: nos tecidos e não no cabeçote transdutor – O aumento de temperatura nos tecidos promove aumento da circulação periférica, aumentando o metabolismo e acelerando a remoção de resíduos, levando ainda a uma normalização do potencial hidrogênio-iônico (Ph).

Porém, existem limitações, como tempos máximos de tratamento, que não permitem sua utilização em grandes áreas, devido ao aparecimento de efeitos colaterais, tais como tonturas ou vertigens, estresses e anorexia, entre outros.

Como vemos, não existem equipamentos mágicos e sim, ferramentas que devem ser muito bem conhecidas para termos uma utilização segura.

Outro ponto importante é a frequência do equipamento. Existe vasta literatura, de excelente qualidade, apoiada nas qualidades físicas do U.S., que justificam a utilização de frequências de 1 a 3 MHz, dependendo da finalidade proposta. Por outro lado, não existe qualquer fundamento na utilização de U.S. de 5 MHz ou mais, com fins estéticos, embora sejam estas frequências largamente utilizadas em equipamentos de diagnóstico por imagens – *Ultrassonografia*

U.S. de 5 MHz possuem pelo menos 3 características que tornam sua utilização bastante limitada, ou seja:

- À medida que se aumenta a frequência, o feixe ultrassônico torna-se mais e mais convergente, formando um foco bastante estreito – por esta razão utiliza-se frequências altas para ultrassonografia, e por essa mesma razão, é inadequado ao tratamento de áreas não pontuais.
 - A penetração do U.S. diminui com o aumento da frequência, fazendo com que em U.S. de 5 MHz não consiga atuar além de 1,5 cm de gordura. Nota-se que a derme/epiderme já absorve metade da dose utilizada. Nestas condições teremos pouca eficácia em camadas de gorduras espessas – culotes e nódulos, por exemplo.
 - O calor gerado em tecidos aumenta com a frequência, sendo bastante crítico com 3 Mhz. Com 5 MHz é muito fácil de se causar queimaduras. Este assunto terá um enfoque mais amplo oportunamente porém, podemos concluir pelo exposto, que um U.S. de enorme poder calórico, feixe ultrassônico de grande concentração e muito absorvido pelas primeiras camadas de tecido não é bem o que se possa chamar de *recurso muito valioso*.
- Para lançar uma visão geral sobre o assunto, vamos organizar a matéria em várias etapas para que possamos orientar de forma adequada.

- 1 – Introdução ao U.S.
 - 1.1 – O que é
 - 1.2 – Como se comporta
 - 1.3 – Como é gerado
- 2 – Leis físicas e biofísicas
- 3 – Características físicas e biofísicas importantes
- 4 – Efeitos fisiológicos
- 5 – Utilização responsável
 - 5.1 – Quando utilizar
 - 5.2 – Como aplicar
 - 5.3 – Como escolher
- 6 – Indicações
- 7 – Dosimetria
- 8 – Contra-Indicações
- 9 – Comprovação científica de resultados
- 10 – Mitos e realidades

Lembre-se: um equipamento, por melhor que seja, não faz um bom tratamento nas mãos de um profissional que não está bem informado e que não faz cursos de aperfeiçoamento.

Aspectos Gerais

A Terapia Ultra-sônica é uma ferramenta que deverá ser utilizada como parte integrante de um programa de reabilitação. Por exemplo, aplica-se ultra-som antes de exercícios ou estiramentos musculares pois seus efeitos terapêuticos permitem que o tecido a ser estirado responda mais favoravelmente.

FÍSICA DO ULTRA-SOM

Ondas

Ultra-som é uma forma de energia mecânica que consiste de vibrações de alta frequência. As ondas ultra-sônicas são ondas longitudinais e provocam oscilações nas partículas do meio onde se propagam. As frequências das ondas ultra-sônicas variam de 20.000 a 20.000.000 de ciclos/s (1 ciclo/s = 1 Hertz (Hz)). 1 KHz = 1000 Hz. 1MHz = 1.000.000) as quais são mais altas que a faixa da audição humana, que varia de 20 a 20.000 ciclos por segundo. A frequência médica para diagnóstico de imagem varia de 5 a 20 MHz e para terapia de 0,7 a 3 MHz.

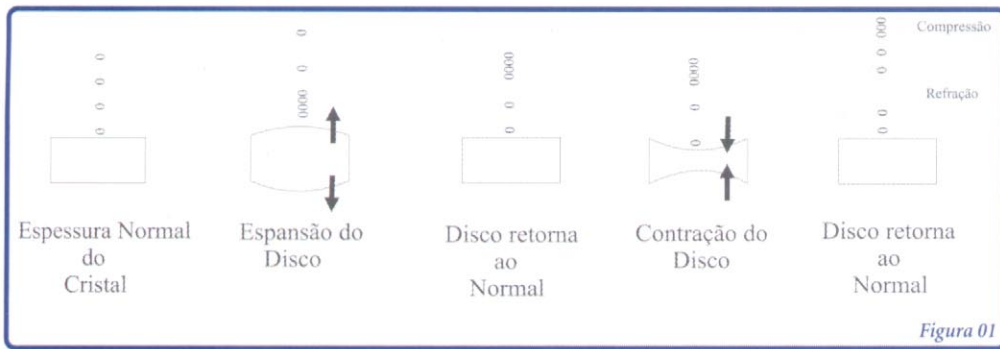


Figura 01

Produção de Ondas

Ultra-som foi originalmente produzido através de um cristal de quartzo vibrante quando submetido a uma corrente de alta frequência (descoberto por Langevin em 1917). Hoje são utilizados cristais cerâmicos sintéticos. A liga entre chumbo, zircônio e titânio é um excelente sintético pela sua durabilidade e eficiência em converter corrente elétrica em vibrações mecânicas. A vibração aciona as partículas do meio, produzindo ondas por compressão e descompressão (Fig. 01).

O cristal contrai sobre a influência de uma corrente elétrica em uma determinada direção e expande-se quando a corrente elétrica for revertida. Quando a corrente for desligada, o cristal retorna a sua forma original (Fig. 2 - Exemplo de um cristal de quartzo).

O transdutor ultra-sônico produz uma vibração mecânica de alta frequência (0.75 MHz a 3 MHz). À frente do cristal localiza-se um diafragma de metal que é feito para vibrar conforme a oscilação do cristal. (Fig. 3).

Na propagação longitudinal da onda, as partículas do meio oscilam para frente e para trás na mesma direção em que a onda estiver trafegando (Fig. 4)

TIPOS DE ONDAS ULTRA-SÔNICAS

Longitudinais

A onda mais comum é a longitudinal ou compressional, na qual a velocidade e aceleração estão na direção da propagação da onda. Ondas longitudinais são transportadas em meios líquidos não viscosos.

Transversais

Ondas Transversais são formas comuns de propagação de ondas em sólidos.

Em ondas transversais, a movimentação das partículas é perpendicular a direção da propagação das ondas.

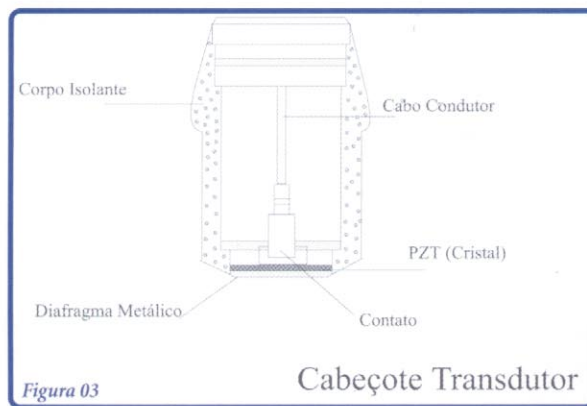


Figura 03

Cabeçote Transdutor

Estacionárias

Ondas estacionárias poderão ocorrer se parte das ondas de ultra-som viajando através do tecido, forem refletidas por uma interface entre meios com impedâncias acústicas diferentes. Ondas estacionárias poderão ser produzidas se a onda que incide na interface e a onda refletida da interface se tornarem superpostas a tal ponto que seus picos de intensidade se somem (ondas em fase). Estas ondas ocorrem a intervalos fixos de meio comprimento de onda.

Frequência

A frequência é medida em Hertz. (Hz) e é determinada pelas dimensões físicas do cristal.

Sistema de unidade:

1 Hz = 1 ciclo/s

1 KHz = 1.000 ciclos/s

1 MHz = 1.000.000 ciclos/s

Variáveis dependentes da Frequência

↑ (*) a frequência, ↓ (*) o comprimento da onda.

↑ a frequência, ↑ colimação*** do feixe

↑ a frequência, ↓ profundidade de penetração**

↑ frequência, ↑ temperatura tissular

↑ frequência, ↑ taxa de absorção de ultra-som (tabela 1).

- * ↑ = Aumenta ↓ = diminui
- ** Atenuação de 50% para 1 MHz = 5 cm (para tecido adiposo)
- Atenuação de 50% para 3 MHz = 1,5 cm
- *** Paralelismo do feixe de ultra-som (ver campo próximo / campo distante)

Tipos de Ultra-som

O Ultra-som pode ser Contínuo ou Pulsado

Características:

- Modo Contínuo*
- ondas sônicas contínuas
 - sem modulação
 - efeitos térmicos
 - alteração da pressão
 - micro-massagem (diatermia)

Modo Pulsado

- ondas sônicas pulsadas
- modulação em amplitude com frequências de 16 Hz a 100 Hz
- efeitos térmicos minimizados
- alteração da pressão
- efeitos não-térmicos.

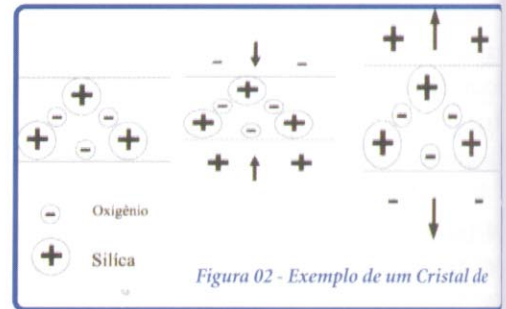


Figura 02 - Exemplo de um Cristal de

Tabela 1

Comportamento da Absorção com a Frequência

Frequência MHz	Coeficiente de Absorção (Db/cm)		
	Músculo	Gordura	Sangue
1	0,12	0,04	0,18
3	0,36	0,16	0,58

Adaptado de Wodsworth e Chamugan

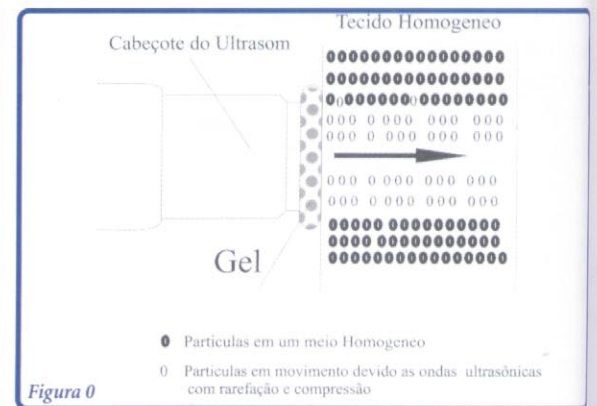


Figura 0

Atenuação para 1MHz

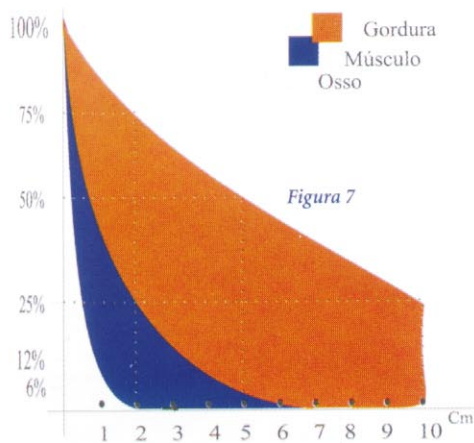


Figura 7

Atenuação para 3 MHz

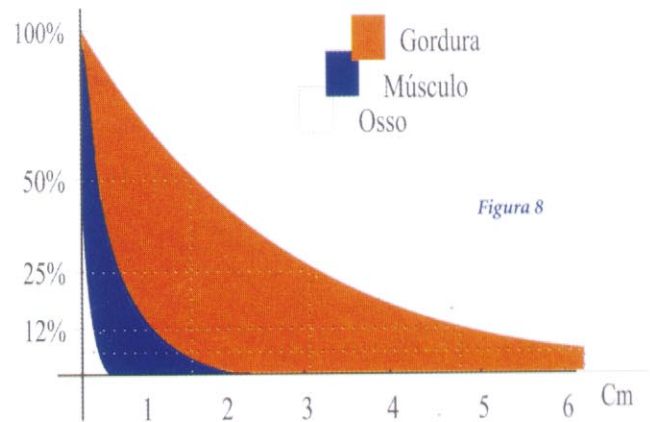


Figura 8

CARACTERÍSTICAS DO ULTRA-SOM

Comportamento do Ultra-som a medida que se propaga através dos tecidos:

- Atenuação.
- Absorção.
- Reflexão.
- Refração.
- Transmissão.

Atenuação

A amplitude e intensidade diminuem a medida que as ondas de ultra-som sob sua forma de feixe passam através de qualquer meio. Esta diminuição de intensidade é causada pela difusão do som em um meio heterogêneo, pela reflexão e refração nas interfaces e pela absorção do meio. O feixe tem sua intensidade original reduzida pela metade a determinada distância, a qual é chamada de "Half-Value-Distance" (D/2). O D/2 depende da natureza do meio e da frequência das ondas. Ondas de frequências altas são absorvidas mais rapidamente e possuem menor D/2 do que frequências baixas. Quanto mais alta for a frequência, menor será o comprimento da onda e maior será sua absorção. Cada tecido possui valores diferentes de atenuação (tabelas 1 e 2)

Absorção

A absorção do ultra-som ocorre à nível molecular. Esta absorção de ultra-som dentro do meio ocorre quando a energia vibracional é transformada em energia molecular ou em

movimentos moleculares aleatórios. Proteínas são as que mais absorvem (devido a presença de tecidos macromoleculares).

Ultra-som é bem absorvido por:

- proteína em tecido nervoso.
- ligamentos.
- capsulas intra-articulares.
- tendões com alta concentração de colágeno (tabela 2).
- proteína no músculo (tabela 2).
- hemoglobina.

Exemplo:

- a 1 MHz sua intensidade diminui de 50% ao atravessar 0,9 cm de músculo.*
- a 3 MHz sua intensidade diminui de 50% ao atravessar 0,3 cm de músculo.**

Ultra-som não é bem absorvido pela:

- pele
- gordura

Exemplo: a uma frequência de 1 MHz a sua intensidade diminui em 50% ao atravessar 5 cm de gordura subcutânea.*

- a uma frequência de 3 MHz a sua intensidade diminui em 50% ao atravessar 1,6 cm de gordura subcutânea.**

* ver figura 07 ** - ver figura 08

Absorção resulta em aquecimento do tecido e então, tecido com alto conteúdo protéico se aquece muito mais que tecidos adiposos ou epiteliais.

☞ Princípios: (Ver box ao lado-acima)

A Absorção do ultra-som depende de:

- impedância acústica do tecido
- densidade do tecido e suas interfaces
- frequência do ultra-som
- quantidade de proteína do tecido
- quantidade de água e gordura
- ângulo de incidência
- descasamento da impedância
- viscosidade do fluido
- reflexão
- refração
- ondas transversais

☞ Box sobre princípios

temperatura = absorção

frequência = absorção

quanto maior a frequência, menor o comprimento da onda, maior será a absorção superficial (grande redução do D/2)

frequência = efeito térmico é ainda maior (superficialmente)

frequência = coeficiente de atenuação

Nos casos de lesões profundas, não é aconselhável o prévio aquecimento superficial da região, pois com a elevação da temperatura dos tecidos superficiais ocorre maior absorção de ultra-som diminuindo portanto a efetividade em tecidos profundos.

Quando se deseja tratar com eficiência as lesões profundas é aconselhável o resfriamento da área (gelo).

≠ temperatura superficial do tecido = absorção do ultra-som na superfície da pele = 0 penetração em tecidos profundos portanto: gelo para estruturas profundas aquecimento para estruturas superficiais.

*Este artigo continuará no próximo número

Tabela 2 Profundidade Média (D1/2) em diversos meios

	1 MHz	3 MHz	Obs.
Tecido Ósseo	2,1mm	—	
Pele	11,1mm	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	8mm	Feixe Paralelo ao Tecido
Tecido Adiposo	50 mm	16,5 mm	
Água	11500 mm	3833,3 mm	



Eng. Glauco José Longo
São Paulo

Graduado pela Faculdade de Engenharia Industrial da FEI, Pós-Graduado em Microeletrônica pela Escola Politécnica da USP, Diretor Técnico da KLD Biosistemas, Curso no VI Congresso Mundial de Laser na Espanha