

**Painel Setorial de Equipamentos de Fisioterapia
por Ultra-som**



Efeitos Biológicos do Ultra-som Terapêutico

Prof. Dr. Rinaldo R J Guirro
Programa de Pós-graduação em Fisioterapia
Universidade Metodista de Piracicaba

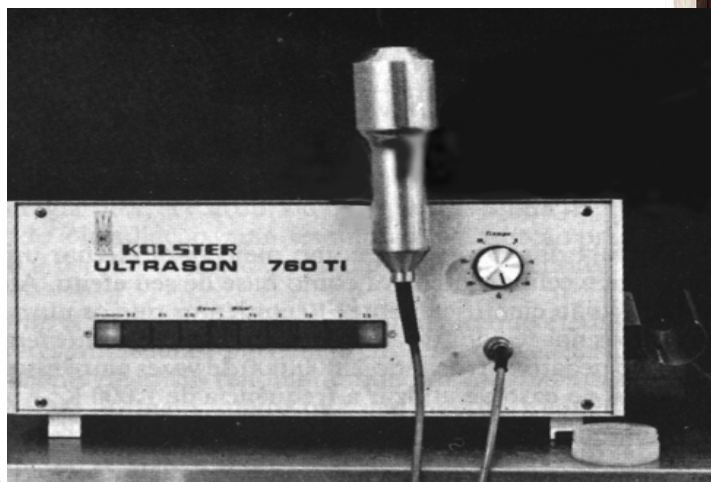
Aplicação Clínica



Recursos Eletro-Foto-Térmicos

- **Ultra-som**
- **Estimulação elétrica**
- **Laser**
- **Ultra-violeta**
- **Ondas Curtas**
- **Micro-ondas**

Efeito Biológico X Tecnologia



Publicações

- **Equipamentos Usados Nacionais**

GUIRRO, R.; SERRÃO, F.; ELIAS, D. BUCALON, A.J. Calibration of Therapeutic Ultrasound Equipment. **Physiotherapy**, 83 (8), 419-422, 1997.

- **Equipamentos Nacionais Novos**

GUIRRO, R; SANTOS, S.C.B. Evaluation of the acoustic intensity of the new equipment of therapeutic ultrasound . **Ultrasonics**, (39) 553-557, 2002.

Efeito Biológico X Parâmetros

- **Absorção da energia**
- **Frequência da terapia**
- **Intensidade do ultra-som**
- **Tempo de aplicação**

Energia Aplicada

$$E = P \times t$$

Onde:

- E – Joule
- P – Watts
- T - Segundos

Teste da Cavitação



Seleção da Intensidade

- **Ação terapêutica**
- **Área a ser irradiada**
- **Profundidade do tecido**
- **Tempo de aplicação**
- **Frequência do ultra-som**
- **Regime do pulso**

Relação Intensidade X Potência

Intensidade (Wcm ⁻²)	Potência (W) (ERA de 4.0 cm ²)			
	Contínuo	P 1/1	P 1/4	P 1/9
0.05	0.2	0.1	0.04	0.02
0.1	0.4	0.2	0.08	0.04
0.2	0.8	0.4	0.16	0.08
0.4	1.6	0.8	0.32	0.16
0.8	3.2	1.6	0.64	0.32
1.0	4.0	2.0	0.8	0.4
1.5	6.0	3.0	1.2	0.6
2.0	8.0	4.0	1.6	0.8

Formação e Capacitação

- **O profissional deve ter boa formação acadêmica**
- **A responsabilidade do profissional na aquisição e manutenção dos equipamentos**

US - Mecanismos de Interação

- **Efeito Térmico**
- **Efeitos Mecânicos**

Cavitação Estável

Força de Radiação

Acústico

Microfluxo

Literatura

- **Dyson et al. (1968) - tecido de reparação**
- **Drastichová (1973) - resistência da pele**
- **Pospisilová (1976) - tecido conjuntivo**
- **Harvey et al. (1978) - síntese de fibroblastos**
- **Dyson & Suckling (1978) - cicatrização úlceras**
- **Hogan et al. (1982) - fluxo sanguíneo em tecidos cronicamente isquêmicos**
- **Alves (1988) - queimados**
- **Fyfe & Chall (1982) - liberação dos grânulos mastócitos**

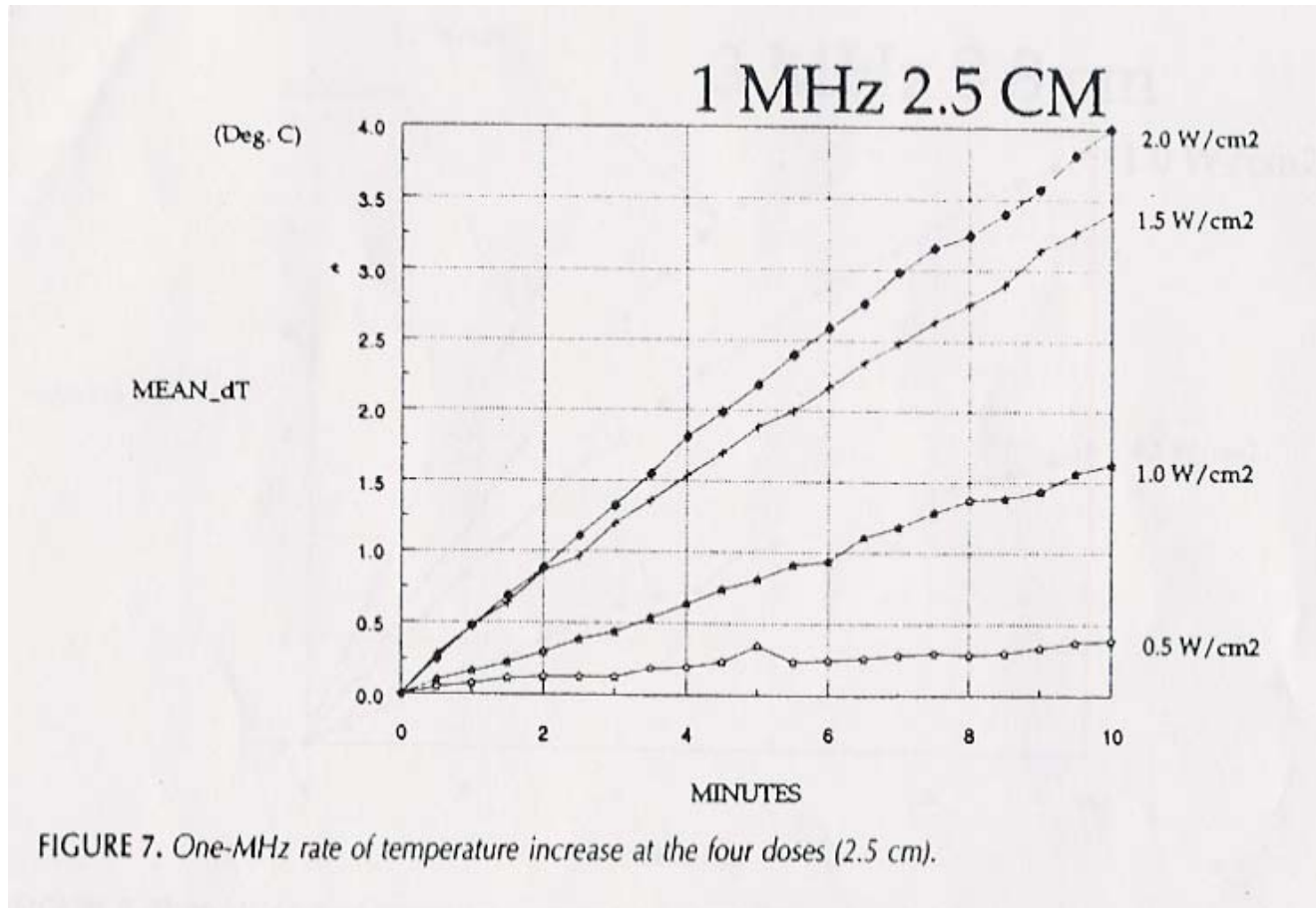
Literatura

- **Hilário (1993) - cicatrização de úlceras**
- **Guirro et al. (1994) - resistência tênsil muscular**
- **Guirro et al. (1998) - osteogênese**
- **Guirro et al. (1999) - inibição bacteriana**
- **Ronano (2001) - Cicatrização tendão**
- **Crisci (2001) - Regeneração nervosa**
- **Robertrson e Backer (2001) – Revisão da eficiência do US**
- **Amâncio (2003) - Melhora do enxerto cutâneo**

Bioefeitos do ultra-som

- Condução nervosa
 - Moore et al. (2000)
 - US contínuo (C) e pulsado (P 50%) e placebo
 - 1 e 3 MHz, 1W/cm², 8 minutos
 - Alteração da latência sensitiva e motora do nervo mediano relacionada aos efeitos térmicos.

US - Efeito Térmico



Draper et al. (1995)

US - Efeito Térmico

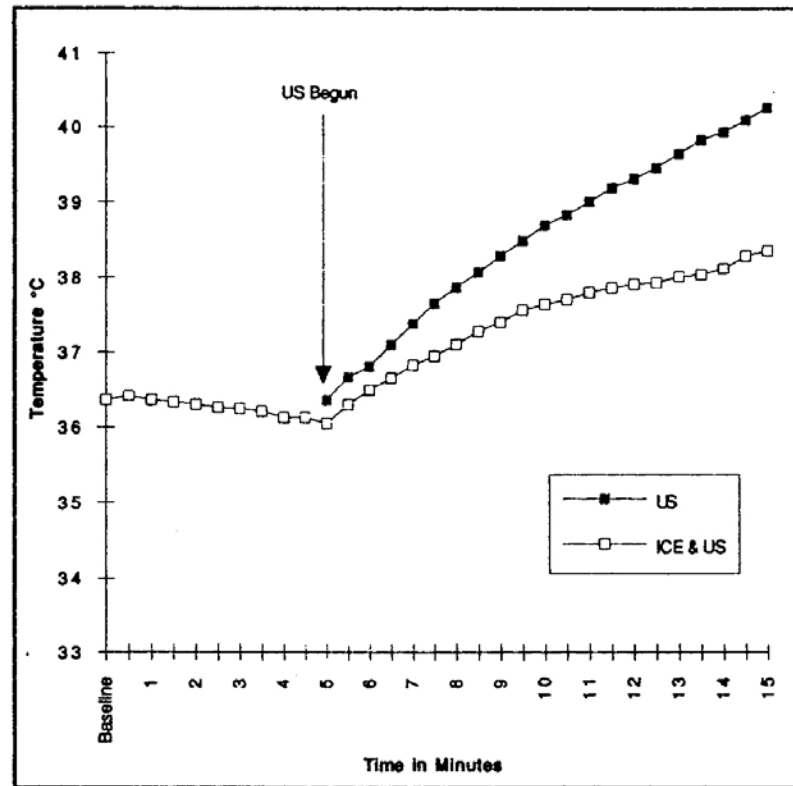


FIGURE 3. The rise in muscle temperature was greater and faster during the ultrasound (US) treatment than during the ice/ultrasound treatment.

Draper et al. (1997)

Bioefeitos do ultra-som

- Temperatura
 - Holcomb e Joyce (2003)
 - diferentes equipamentos - temperatura intramusculares diferentes.
 - Merrick et al. (2003)
 - 6 voluntários saudáveis
 - 24 e 48 hs - 3 equipamentos diferentes (aplicação aleatória) - parâmetros iguais (3 MHz, 1,5 W/cm², 10 min, área).
 - diferentes alterações de temperatura em diferentes modelos de equipamentos.

Bioefeitos do ultra-som

- Temperatura

- Gallo et al. (2004)

- músculo gastrocnêmio (US Contínuo e Pulsado)
- delineamento (*crossover*)
- parâmetros
 - P (3 MHz, 1,0 W/cm², 50% duty cycle, 10 min)
 - C (3 MHz, 0,5 W/cm², 10 min)
- não há diferença da temperatura entre Contínuo e Pulsado



Bioefeitos do ultra-som

- Temperatura
 - Draper, Castel e Castel (1995)
 - Relação direta entre a intensidade e aumento da temperatura tecidual
 - Cameron (1999)
 - Hayes et al. (2004)
 - 3 MHz aquece mais que 1MHz

Bioefeitos do ultra-som

- Tecido Conjuntivo
 - Draper et al. (1998)
 - Sujeitos (n=40)
 - US (3 MHz, 1,5 W/cm², 7 min; tríceps sural)
 - Periodicidade de 2 x dia (5 dias)
 - incremento da maleabilidade articular

US - Efeitos Terapêuticos

- **Dependem da fase de reparação**

- inflamação aguda
- Inflamação subaguda (proliferação celular)
- inflamação crônica (remodelamento)

Dyson (1988)

US - Fase Inflamatória Aguda

- **Acelera a resposta inflamatória**
- **Aumenta a permeabilidade das membranas**
- **Aumento do influxo de cálcio nos mastócitos**
- **Estimula a liberação de grânulos dos mastócitos**
- **Liberação de histamina e heparina**
- **Liberação de serotonina e fatores de lesão**
- **Aumento do tecido de granulação**

US - Fase Subaguda – Proliferativa

- Proliferação de fibroblastos e cels. endoteliais
- Abreviação do processo inflamatório

polimorfonucleares → mononucleares

- Neoformação de vasos
- Aumento da síntese de colágeno

US - Fase Crônica - Remodelamento

- **Melhora nas propriedades mecânicas do tecido**
 - aumento da resistência à tração
- **Melhora da elasticidade**
 - aumento da extensibilidade do tecido colágeno
 - produz uma reação inflamatória suave

US - Efeitos Biológicos

- **Aumento na circulação sanguínea**
- **Relaxamento muscular**
- **Aumento na permeabilidade da membrana**
- **Aumento da regeneração ou reparação**
- **Aumento da resistência do tecido conjuntivo**
- **Redução da dor**
- **Aumento do metabolismo celular**
- **Efeito esclerolítico**
- **Aumento da temperatura**

Efeitos Biológicos

O que é necessário para atingir os **Efeitos Biológicos** na prática clínica?

- Boa formação dos profissionais;
- Ações de Educação e Fiscalização pelas Entidades de Classe;
- Certificação dos Equipamentos / Empresas;
- Atualização dos equipamentos disponíveis nas clínicas / consultórios;
- Remuneração compatível com o serviço prestado.

A photograph of a university campus. In the foreground, three flagpoles stand on a green lawn. From left to right, they hold the flag of the University of Mar del Plata (a dark flag with a white emblem), the flag of Brazil (green, yellow, and blue), and the flag of the United States of America (stars and stripes). In the background, there are several large, modern brick buildings with many windows, under a blue sky with scattered white clouds.

www.unimep.br
rjguirro@unimep.br

OBRIGADO