

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO
(Bacharelado)

**SOFTWARE SUPERVISÓRIO PARA WATTÍMETRO DE
ULTRA-SOM**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À UNIVERSIDADE
REGIONAL DE BLUMENAU PARA A OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA
DISCIPLINA COM NOME EQUIVALENTE NO CURSO DE CIÊNCIAS DA
COMPUTAÇÃO — BACHARELADO

ELISANGELA SILVA DOS SANTOS MORASTONI

BLUMENAU, DEZEMBRO 2002.

2002/2-17

SOFTWARE SUPERVISÓRIO PARA WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM

ELISANGELA SILVA DOS SANTOS MORASTONI

ESTE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO FOI JULGADO ADEQUADO
PARA OBTENÇÃO DOS CRÉDITOS NA DISCIPLINA DE TRABALHO DE
CONCLUSÃO DE CURSO OBRIGATÓRIA PARA OBTENÇÃO DO TÍTULO DE:

BACHAREL EM CIÊNCIAS DA COMPUTAÇÃO

Prof. Lúcio Baretta Todorov- Orientador na FURB

Prof. José Roque Voltolini da Silva - Coordenador do TCC

BANCA EXAMINADORA

Prof. Lúcio Baretta todorov

Prof. Antônio Carlos Tavares

Prof. Miguel Alexandre Wisintainer

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que me deu a oportunidade de realizar este trabalho, dando-me esperança e força para seguir em frente nos momentos difíceis e também alegrias ao superar os desafios. Um agradecimento especial a aqueles que estiveram juntos comigo e me apoiaram em todos os momentos: meus pais José e Éva, meus irmãos Wanderlei e Emerson, meu marido Reginaldo, que sempre me deu força para continuar.

Agradecimentos merecidos ao meu orientador professor Lúcio Baretta, cujo conhecimento na área e atenção para comigo, foram de grande importância para o desenvolvimento desse trabalho.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE QUADROS.....	vii
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	ix
ABSTRACT.....	x
1 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO / JUSTIFICATIVA.....	1
1.2 OBJETIVOS.....	1
1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO.....	2
2 ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	3
2.1 FÍSICA DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	3
2.1.1 ONDAS.....	3
2.1.2 PRODUÇÃO DE ONDAS.....	3
2.1.3 TIPOS DE ONDAS ULTRA-SÔNICAS.....	5
2.1.4 FREQUÊNCIA.....	5
2.1.5 TIPOS DE ULTRA-SOM.....	6
2.2 CARACTERÍSTICAS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	6
2.3 EFEITOS FÍSICOS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	7
2.4 MODELOS DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	8
3 WATTÍMETRO PARA ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	9
3.1 PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO.....	10
3.2 A IMPORTÂNCIA DA CALIBRAÇÃO DO TRANSDUTOR DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	10
4 COMUNICAÇÃO DE DADOS.....	12
4.1 FORMAÇÃO DO CÓDIGO.....	12
4.2 TRANSMISSÃO DE DADOS.....	13
4.2.1 SENTIDO DA TRANSMISSÃO.....	14
4.3 INTERFACE RS-232.....	15
4.4 INTERFACE DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	16
5 DESENVOLVIMENTO DO <i>SOFTWARE</i>	19
5.1 ESPECIFICAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i>	19
5.1.1 DIAGRAMA FÍSICO DO <i>SOFTWARE</i>	19
5.1.2 FLUXOGRAMA DETALHADO DO <i>SOFTWARE</i>	20
5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i>	20
6 CONCLUSÕES.....	27
6.1 EXTENSÕES.....	27
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
ANEXO 1: DESCRIÇÕES DAS API'S DO WINDOWS UTILIZADAS.....	29
APÊNDICE 1: UNIT'S DO PROGRAMA.....	32
APÊNDICE 2: RELATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	55

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 2.1 ONDAS DE COMPRESSÃO E DESCOMPRESSÃO.....	4
FIGURA 2.2 EXEMPLO DE UM CRISTAL DE QUARTZO.....	4
FIGURA 2.3 CABEÇOTE TRANSDUTOR.....	4
FIGURA 2.4 MODELO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO CARCI – 4110.....	9
FIGURA 2.5 MODELO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO KLD – AVATAR V.....	9
FIGURA 3.1 WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM MODELO UPM-DT100N.....	10
FIGURA 3.2 MODELO EXPLICATIVO DE WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM	13
FIGURA 4.1 ELEMENTOS DA COMUNICAÇÃO.....	15
FIGURA 4.2 TRANSMISSÃO SERIAL.....	15
FIGURA 4.3 TRANSMISSÃO <i>SIMPLEX</i>	16
FIGURA 4.4 TRANSMISSÃO <i>HALF-DUPLEX</i>	16
FIGURA 4.5 TRANSMISSÃO <i>FULL-DUPLEX</i>	17
FIGURA 4.6 CONECTOR PADRÃO DB-9P.....	17
FIGURA 4.7 CONECTOR PADRÃO DB-25P.....	17
FIGURA 4.8 PORTA SERIAL DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM.....	18
FIGURA 4.9 CABO SERIAL PARA INTERFACE ENTRE O WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM E O COMPUTADOR.....	18
FIGURA 4.10 PORTA SERIAL DO COMPUTADOR.....	18
FIGURA 4.11 SINAIS DA INTERFACE DB-9P.....	19
FIGURA 4.12 SINAIS DA INTERFACE DB-9P DO WATTÍMETRO DE ULTRA- SOM.....	19
FIGURA 4.13 IMAGEM INTEGRADA DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM / COMPUTADOR / ULTRA-SOM MODELO CARCI -4110.....	20
FIGURA 4.14 IMAGEM INTEGRADA DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM / COMPUTADOR / ULTRA-SOM MODELO KLD – AVATAR V.....	
FIGURA 5.1 DIAGRAMA FÍSICO DO <i>SOFTWARE</i>	21
FIGURA 5.2 FLUXOGRAMA DETALHADO DO <i>SOFTWARE</i>	22
FIGURA 5.3 CALIBRAÇÃO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	24
FIGURA 5.4 LEITURA DE DADOS DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM PELA PORTA SERIAL.....	27
FIGURA 5.5 GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES NOMINAIS PELOS VALORES MEDIDOS EM 2D.....	30
FIGURA 5.6 GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES NOMINAIS PELOS VALORES MEDIDOS EM 3D.....	31
FIGURA 6.1 RELATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ULTRA-SOM CARCI – 4110.....	61
FIGURA 6.2 RELATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ULTRA-SOM KLD- AVATAR V.....	62

LISTA DE QUADROS

QUADRO 2.1 SISTEMA DE UNIDADE.....	5
QUADRO 4.1 FÓRMULA PARA DETERMINAR QUANTIDADE DE COMBINAÇÕES.....	13
QUADRO 5.1 LEITURAS EFETUADAS COM SUCESSO.....	25
QUADRO 6.1 ESTRUTURA DO <i>READFILE</i>	26
QUADRO 6.2 ESTRUTURA DO <i>WRITEFILE</i>	26
QUADRO 6.3 ESTRUTURA DO <i>CREATEFILE</i>	27
QUADRO 6.4 ESTRUTURA DO <i>GETCOMMSTATE</i>	28
QUADRO 6.5 ESTRUTURA DO <i>SETCOMMSTATE</i>	28
QUADRO 6.6 ESTRUTURA DO <i>CLOSEHANDLE</i>	28

LISTA DE TABELAS

TABELA 2.1	DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MODOS CONTÍNUO E PULSADO.....	6
TABELA 2.2	VALORES DE ATENUAÇÃO DOS TECIDOS.....	6
TABELA 5.1	DESCRIÇÃO DOS CAMPOS UTILIZADOS PARA O ULTRA-SOM NA TELA DE CALIBRAÇÃO DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO.....	22
TABELA 5.2	DESCRIÇÃO DOS CAMPOS UTILIZADOS PARA O WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM NA TELA DE LEITURA DE DADOS DO WATTÍMETRO PELA PORTA SERIAL.....	22

RESUMO

O objetivo deste Trabalho de Conclusão de Curso é desenvolver um *software* que irá fazer a leitura de dados de um wattímetro de ultra-som e os colocar em formulários específicos para cada modelo de aparelho de ultra-som terapêutico. O wattímetro de ultra-som é um equipamento utilizado para medir a potência ultra-sônica emitida pelo aparelho de ultra-som terapêutico. Antes da realização deste trabalho os dados coletados pelo operador eram transferidos manualmente para formulários específicos de cada modelo de aparelho de ultra-som terapêutico. O processo de leitura dos dados deste wattímetro de ultra-som, consistia na visualização da potência apresentada no mostrador digital. Em função disto foi desenvolvido um *software* para automatizar este processo.

ABSTRACT

The objective of this Work of Conclusion of Course is to develop a software that will make the reading of data of an ultrasound wattmeter and putting in specific forms for each model of apparel of therapeutic ultrasound. The ultrasound wattmeter is an equipment used to measure the ultrasonic potency emitted by the apparel of therapeutic ultrasound. Before the accomplishment of this work the data collected by the operator were transferred manually for specific forms of each model of apparel of therapeutic ultrasound. The process of reading of the data of this ultrasound wattmeter, consisted of the visualization of the potency presented in the digital display case. In function of this a software was developed to automate this process.

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo será visto a contextualização, justificativa, os objetivos e a organização do Trabalho de Conclusão de Curso proposto.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO / JUSTIFICATIVA

A terapia ultra-sônica é uma ferramenta que é utilizada como parte integrante de um programa de reabilitação ortopédica. Por exemplo, aplica-se ultra-som terapêutico antes de exercícios ou estiramentos musculares, pois seus efeitos terapêuticos permitem que o tecido a ser estirado responda mais favoravelmente as técnicas de mecanoterapia (Fuirini Junior, 1996).

A potência ultra-sônica emitida pelo ultra-som terapêutico é medida por um equipamento próprio para esta finalidade definido como wattímetro, os dados coletados pelo operador são transferidos manualmente para formulários específicos de cada modelo de ultra-som terapêutico. O processo de leitura dos dados deste wattímetro de ultra-som, atualmente consiste na visualização da potência apresentada no mostrador digital.

Tendo em vista este problema, considera-se que a automatização deste processo, garantiria uma maior segurança dos dados obtidos. É a informatização deste processo que este Trabalho de Conclusão de Curso visa alcançar.

1.2 OBJETIVOS

Esta proposta de trabalho de conclusão de curso tem como objetivo implementar um *software* para aquisição de dados de um wattímetro de ultra-som.

O objetivo específico do trabalho é desenvolver um sistema que irá fazer a leitura dos dados contidos no wattímetro de ultra-som e colocá-los em um formulário, específico para cada modelo de ultra-som terapêutico.

1.3 ORGANIZAÇÃO DO TRABALHO

O trabalho está organizado conforme descrito abaixo.

No capítulo um é apresentada uma introdução do trabalho desenvolvido, os objetivos e a organização do mesmo.

No capítulo dois, são apresentados fundamentos sobre ultra-som terapêutico.

No capítulo três, são apresentados fundamentos sobre wattímetro de ultra-som.

No capítulo quatro, são apresentados fundamentos sobre comunicação de dados assim como alguns métodos para a comunicação usando uma porta RS-232.

No capítulo cinco, são descritos o desenvolvimento, a especificação e a implementação do *software*.

O capítulo seis relata as conclusões, assim como a sugestão de continuidade do trabalho.

No capítulo sete, são apresentadas as referências bibliográficas citadas no trabalho.

2 ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Segundo Fuirini Junior (1996), ultra-som é uma forma de energia mecânica que consiste de vibrações de alta frequência. O termo "ultra-sônico" refere-se a ondas ou vibrações sonoras que possuem uma frequência além da capacidade auditiva do ouvido humano. O limite superior de audição de um indivíduo jovem é de cerca de 20.000 ciclos por segundo, qualquer frequência superior a 20.000 ciclos por segundo é considerada ultra-sônica. Para Shestack (1987) a velocidade depende da elasticidade e da densidade do meio através do qual as ondas se propagem. Não podem ser transmitidas através do ar.

Segundo Fuirini Junior (1996) o equipamento utilizado para a aplicação terapêutica da energia ultra-sônica consiste em um gerador de corrente de alta frequência e de um aplicador, algumas vezes conhecido como cabeçote de ultra-som. O gerador produz oscilações elétricas com a frequência desejada, ocasionando vibração e produção de ondas sonoras pelo transdutor localizado no aplicador. Esta energia sônica é transmitida aos tecidos humanos pela superfície do aplicador.

Segundo Kitchen (1989) o transdutor é um dispositivo que transforma uma forma de energia em outra. O transdutor mais comumente utilizado no ultra-som transforma energia elétrica em energia mecânica, utilizando o efeito piezoelétrico. Um cristal piezoelétrico tem a propriedade de que, se uma voltagem for aplicada através de sua substância, ele mudará de espessura, por outro lado, se a espessura do cristal for mudada, então cria-se uma voltagem através do cristal (este é o efeito piezoelétrico inverso). Assim, se uma voltagem oscilatória for aplicada através de um cristal, este irá alternativamente ficar mais espesso e mais delgado em comparação com sua espessura em repouso, acompanhando a polaridade da voltagem. À medida que a face frontal do transdutor se desloca para trás e para frente, regiões de compressão e rarefação se afastam desta parte, formando uma onda ultra-sônica.

2.1 FÍSICA DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Dentro deste sub-tópico da física do ultra-som terapêutico, serão apresentadas informações sobre as ondas, sua produção, os tipos de ondas ultra-sônicas, a frequência destas e os tipos de ultra-som.

2.1.1 ONDAS

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 = 1.000 Hz. 1MHz = 1.000.000) as quais são mais altas que a faixa de audição humana. A frequência médica para diagnóstico de imagem varia de 5 a 20 MHz e para terapia de 0.7 a 3 MHz (Fuirini Junior, 1996).

Segundo Kitchen (1989) a energia numa onda de ultra-som caracteriza-se pela intensidade. Intensidade é a energia que cruza uma unidade de área perpendicular à onda, na unidade de tempo. A unidade tempo utilizada é watts / m². Contudo, para as aplicações clínicas, o metro quadrado é uma área demasiadamente grande em termos das regiões do corpo humano que serão tratadas, e assim, a unidade utilizada no ultra-som clínico é watts / cm².

2.1.2 PRODUÇÃO DE ONDAS

Segundo Fuirini Junior (1996), o 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, como ilustra a fig. 2.1.

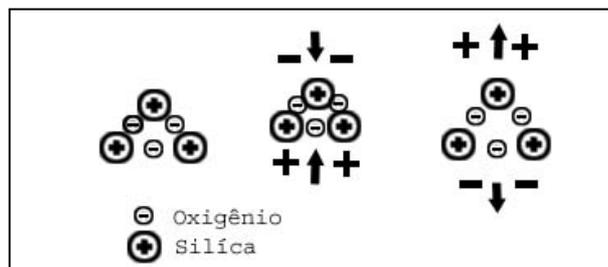
FIGURA 2.1 – ONDAS DE COMPRESSÃO E DESCOMPRESSÃO



FONTE: FUIRINI JUNIOR (1996).

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, como ilustra a fig. 2.2.

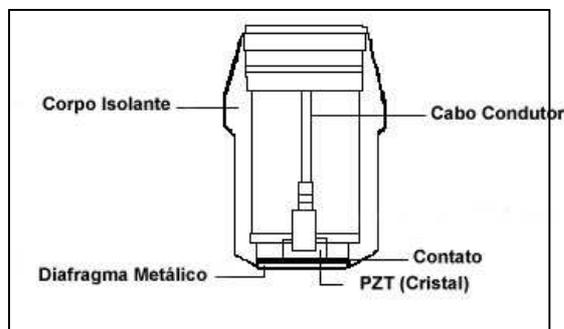
FIGURA 2.2 – EXEMPLO DE UM CRISTAL DE QUARTZO



FONTE: FUIRINI JUNIOR (1996).

O transdutor ultra-sônico produz uma vibração mecânica de alta frequência (0.75 MHz a 3 MHz). A frente do cristal localiza-se um diafragma de metal que é feito para vibrar conforme a oscilação do cristal ilustrado na fig. 2.3.

FIGURA 2.3 – CABEÇOTE TRANSDUTOR



FONTE: FUIRINI JUNIOR (1996).

2.1.3 TIPOS DE ONDAS ULTRA-SÔNICAS

Segundo Fuirini Junior (1996), existem três tipos de ondas ultra-sônicas. As ondas ultra-sônicas longitudinais, que é o tipo de onda mais comum, na qual a velocidade e aceleração estão na direção da propagação da onda. Estas ondas são transportadas em meios líquidos não viscosos.

Existem as ondas transversais, estas ondas são formas comuns de propagação de ondas em sólidos. Nelas, a movimentação das partículas é perpendicular a direção da propagação das ondas.

E para finalizar, existem as ondas estacionárias, estas ondas poderão ocorrer se partes das ondas de ultra-som viajando através do tecido, forem refletidas por uma interface entre meios com impedâncias acústicas diferentes. Estas ondas 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.

2.1.4 FREQUÊNCIA

A frequência é medida em hertz. (Hz) e é determinada pelas dimensões físicas do cristal. O sistema de unidade é ilustrada no quadro 2.1.

QUADRO 2.1 – SISTEMA DE UNIDADE

1 Hz = 1 ciclo/s

1 kHz = 1.000 ciclos/s

1 MHz = 1.000.000 ciclos/s

FONTE: FUIRINI JUNIOR (1996).

2.1.5 TIPOS DE ULTRA-SOM

Segundo Kitchen (1989) o ultra-som terapêutico pode ser contínuo ou pulsado. A voltagem através do transdutor do ultra-som pode ser aplicada continuamente, durante todo

o período de tratamento (modo contínuo), ou pode ser aplicada em rajadas, uma aplicação durante certo tempo, pausa, outra aplicação. Este processo é conhecido como modo pulsado.

Suas características são mostradas na tab. 2.1.

TABELA 2-1 – DESCRIÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS DOS MODOS CONTÍNUO E PULSADO

MODO CONTÍNUO	MODO PULSADO
Ondas sônicas contínuas	Ondas sônicas pulsadas
Sem modulação	Modulação em amplitude com frequências de 16 Hz a 100 Hz
Efeitos térmicos	Efeitos térmicos minimizados
Alteração da pressão	Alteração da pressão
Micro-massagem (diatermia)	Efeitos não térmicos

2.2 CARACTERÍSTICAS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

O comportamento do ultra-som terapêutico à medida que se propaga através dos tecidos é representado através da atenuação, absorção, reflexão, refração e transmissão (Fuirini Junior, 1996).

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. Quanto maior for a frequência, menor será o comprimento da onda e maior será sua absorção.

Cada tecido possui valores diferentes de atenuação, como ilustrado na tab. 2.2.

**TABELA 2.2 – VALORES DE ATENUAÇÃO DOS TECIDOS
PROFUNDIDADE MÉDIA (D1/2) EM DIVERSOS MEIOS**

	1 MHz	3 MHz	Observação
Tecido ósseo	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	

FONTE: FUJIRINI JUNIOR (1996).

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).

A reflexão da onda de som pode ocorrer quando o ultra-som trafega de um meio (tecido) para outro. A reflexão em uma superfície ocorre quando a impedância acústica dos meios são diferentes. Se dois meios possuírem a mesma impedância acústica isto não ocorrerá. A quantidade de energia refletida depende da diferença de impedância acústica dos meios.

Segundo Kitchen (1989) Os tecidos oferecem uma resistência à passagem do ultra-som. Esta resistência é denominada impedância acústica.

A refração é um desvio da onda de som nas várias interfaces dos tecidos. A onda de som penetra no tecido ou interface a um ângulo (chamado de ângulo de incidência) e sai destes tecidos ou interface a um ângulo diferente (ângulo de refração).

Na transmissão, as ondas de ultra-som propagam-se mais facilmente em determinados tecidos do que em outros. Isto é determinado pela impedância acústica característica de cada tecido. Quando uma onda de som encontra um meio diferente do qual estava trafegando esta pode ser refletida, refratada ou absorvida. Quando os valores das

impedâncias características (é o valor atribuído ao meio em que se propaga o ultra-som e define a velocidade de propagação) forem muito diferentes a reflexão será predominante.

2.3 EFEITOS FÍSICOS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Existem dois tipos de efeitos físicos do ultra-som terapêutico. Os efeitos não térmicos e os efeitos térmicos (Fuirini Junior, 1996).

Os efeitos não térmicos são representados através da agitação acústica, que é um movimento unidirecional do fluído em um campo de pressão ultra-sônica (agitação hidrodinâmica). A agitação acústica pequena é sempre referida como uma micro agitação. Quando o tecido está sendo “ultrasonado”, a vibração do cabeçote transdutor gera um campo ultra-sônico no qual um movimento unidirecional é superimposto aos movimentos oscilatórios cíclicos dos tecidos e seus componentes. A agitação acústica permite um movimento permanente do fluído, causado pelas forças de radiação. A micro agitação permite movimento das partículas de um lado da membrana da célula para outro, provocando aumento da permeabilidade celular. A mudança da permeabilidade celular aos íons de sódio explica a atividade elétrica alterada no nervo e músculo após o tratamento, podendo diminuir a dor e o espasmo muscular. O ultra-som terapêutico pode causar mudanças na atividade elétrica do tecido. Estes efeitos podem variar de um potencial de ação alterado até um bloqueio de condução do nervo.

Segundo Fuirini Junior (1996) o efeito térmico do ultra-som terapêutico é considerado de grande importância. O som atenua-se a medida que atravessa um meio ou diminui sua intensidade durante este trajeto. Parte desta atenuação é causada pela conversão da energia em calor por absorção e o restante, pela reflexão e refração do feixe.

2.4 VANTAGENS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Abaixo são relacionadas algumas vantagens do uso do ultra-som terapêutico (Hayes, 2002).

- a) O ultra-som é capaz de produzir mudanças de temperaturas significativas profundas dentro do tecido.
- b) É um tratamento muito localizado com poucas respostas generalizadas;
- c) Os tempos de aplicação são geralmente curtos.

2.5 DESVANTAGENS DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Abaixo são mostradas algumas desvantagens do uso do ultra-som terapêutico (HAYES, 2002).

- a) Muita pouca sensibilidade está associada ao tratamento, tornando difícil monitorar a dosagem;
- b) É exercida pressão sobre a parte a ser tratada, agravando qualquer sensibilidade;
- c) Como as ondas de ultra-som são altamente focalizadas ao deixar o transdutor, apenas áreas pequenas podem ser tratadas de cada vez. O ultra-som não é apropriado para superfícies corporais grandes.

2.6 INDICAÇÕES PARA O USO DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Abaixo são mostradas algumas indicações para o uso do ultra-som terapêutico (HAYES, 2002).

- a) Encurtamento do tecido mole (contraturas articulares, cicatrização);
- b) Inflamação subaguda e crônica;
- c) Condições dolorosas, tais como espasmo muscular, neuroma ou áreas de gatilho;

- d) Verrugas;
- e) Cicatrização de feridas.

2.7 CONTRA-INDICAÇÕES PARA O USO DO ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Abaixo são mostradas algumas indicações para o uso do ultra-som terapêutico (HAYES, 2002).

- a) A circulação arterial deve ser suficiente para satisfazer a demanda metabólica aumentada;
- b) O fluxo sanguíneo aumentado pode acentuar qualquer sangramento já presente;
- c) O ultra-som sobre os olhos pode causar cavitação nos compartimentos de fluído.
- d) A aplicação de ultra-som sobre um útero grávido pode causar cavitação líquido amniótico e dano potencial para o feto
- e) Os processos infecciosos podem ser acelerados pelo calor;
- f) O câncer pode desenvolver metástases devido ao fluxo sanguíneo aumentado.

2.8 MODELOS DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Existem vários modelos de ultra-som terapêutico, foram utilizados dois modelos de ultra-som terapêutico neste Trabalho de Conclusão de Curso para fazer os testes do *software*. Foram utilizados o modelo de ultra-som terapêutico CARCI – 4110, demonstrado na fig. 2.4 e o modelo de ultra-som terapêutico KLD – AVATAR V, demonstrado na fig. 2.5.

FIGURA 2.4 – MODELO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO CARCI – 4110



FIGURA 2.5 – MODELO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO AVATAR V



3 WATTÍMETRO PARA ULTRA-SOM

O wattímetro de ultra-som modelo UPM-DT100N, foi desenvolvido para testar transdutores terapêuticos de acordo com FDA (*Food & Drug Administration*), e diretrizes de NIST (*National Institute of Standards & Technology*). Os wattímetros de ultra-som da OHMIC, são usados mundialmente desde 1977, e é o padrão mais aceito para documentar a medição de transdutores médicos.

O desempenho das séries de UPM-DT foi testado e verificado para estar dentro dos limites de tolerância, estabelecidas por FDA e NIST. O modelo UPM-DT100N é compacto e leve, satisfaz todas as exigências de um instrumento de teste, é portátil e provado o desempenho das séries do modelo UPM-DT.

Na figura abaixo, fig. 3.1, é demonstrado o wattímetro de ultra-som, modelo UPM-DT100N.

FIGURA 3.1 – WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM MODELO UPM-DT100N



FONTE: OHMIC INSTRUMENTS CO (1999).

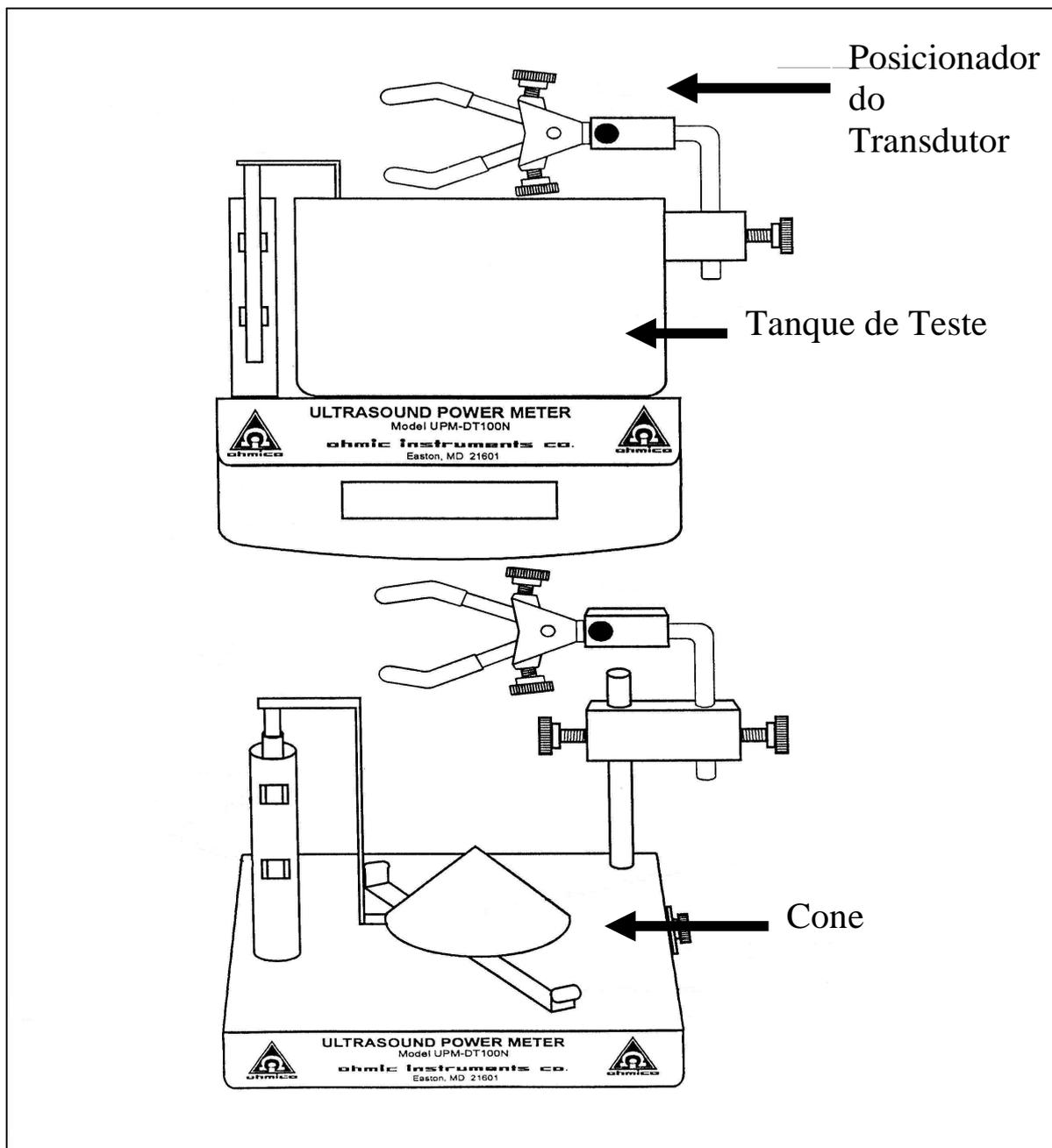
3.1 PRINCÍPIO DE OPERAÇÃO DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM

O meio mais seguro de medir a potência de ultra-som terapêutico é pelo método de força de radiação. O transdutor para ser testado é centrado a aproximadamente 45° apoiado em um cone submerso em água. A junção é feita para uma balança precisa, capaz de apresentar resolução de ± 0.2 watts. Quando é aplicada energia acústica ao cone, a força resultante é diretamente proporcional a potência total de radiação (OHMIC INSTRUMENTS CO, 2001).

O tanque de teste é forrado com borracha absorvente sônica para prevenir reflexão acústica. A balança é programada para converter magnitude miligrama de forças direto para uma leitura em watts com resolução para o mais próximo de 0.1 watt. Precisão de medida de potência pode ser verificado colocando o calibrador, um peso no braço de apoio do cone (O suprimento de 1 grama, peso de calibração, é igual a 14.7 watts).

A fig. 3.2 demonstra detalhadamente o wattímetro de ultra-som.

FIGURA 3.2 – MODELO EXPLICATIVO DO WATTÍMETRO DE
ULTRA-SOM



FONTE: OHMIC INSTRUMENTS CO (1999).

O modelo UPM-DT100N pesa só onze libras e é simples de montar. Sobre a operação de bateria, a unidade pode ser usada *in loco* durante aproximadamente 50 horas. Além disso, o modelo UPM-DT100N pode ser convertido para um carregamento de uma balança com capacidade de 410-gramas e ± 0.01 grama de resolução.

3.2 A IMPORTÂNCIA DA CALIBRAÇÃO DO TRANSDUTOR DE ULTRA-SOM

Para assegurar efetividade de tratamento e para minimizar os riscos aos pacientes é importante medir níveis de potência de ultra-som e determinar a exata exposição do paciente. O FDA requer que todo equipamento de diagnóstico, terapia Doppler e equipamento de ultra-som sejam calibrados periodicamente.

Valores seguros típicos são definidos pelo tempo médio de intensidade até o ponto no campo acústico onde a intensidade está em seu valor máximo, refere-se como *Spatial Peak Temporal Average* (SPTA). O FDA e AIUM (*American Institute of Ultrasound in Medicine*) provêm diretrizes para o máximo que SPTA avalia em aplicações médicas. Valores de SPTA seguros típicos são 10mW/cm² por eco soar, 100mW/cm² para dispositivos de Doppler e 3W/cm² para uso terapêutico. O watt / densidade (watts/cm²) de um transdutor é determinado medindo a potência total produzida e dividindo por um efetivo corte transversal na área do transdutor (OHMIC INSTRUMENTS CO, 2001).

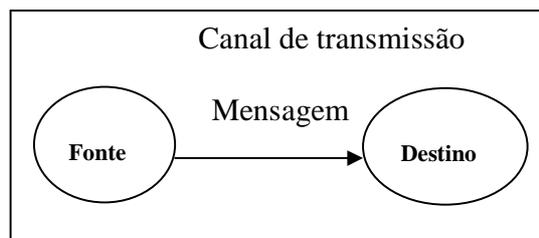
4 COMUNICAÇÃO DE DADOS

Segundo Tafner (1996), a comunicação é formada de meios e regras pelos quais, a mensagem, o elemento causador desta comunicação, é o componente principal. Porém, só é válida a comunicação se a mensagem chegar ao seu destino com a mesma qualidade que saiu de sua origem. Os elementos de um sistema de comunicação de dados são:

- a) fonte da transmissão (emissor);
- b) mensagem
- c) canal ou meio de transmissão;
- d) destino da informação transmitida (receptor).

Estes elementos estão ilustrados na figura abaixo, na fig. 4.1.

FIGURA 4.1 – ELEMENTOS DA COMUNICAÇÃO



FONTE: TAFNER (1996).

4.1 FORMAÇÃO DO CÓDIGO

Segundo Tafner (1996), números, letras, caracteres e símbolos especiais são representados em processamento de dados, pela condição ligado / desligado (2 estados). Essa condição (ligado / desligado) também é chamada de base numérica 2, ou binária.

A essência dos códigos nos computadores é sempre base 2, pode-se afirmar que a quantidade de bits usados determinará a quantidade de combinações possíveis. A representação para esta fórmula é ilustrada no quadro 4.1.

QUADRO 4.1 – FÓRMULA PARA DETERMINAR QUANTIDADE DE COMBINAÇÕES

$$2^n = Q$$

Onde:

- n – número de bits utilizados
- Q – número de combinações possíveis
- 2 – base numérica

FONTE: TAFNER (1996).

Assim, cada bit pode representar duas posições possíveis, e um byte (8 bits) apresenta 2^8 estados num total de 256 combinações possíveis.

No código ASCII (*American Standart Code for Information Interchange*), dentro das 128 primeiras possibilidades, é possível englobar todos os dígitos decimais, letras maiúsculas, minúsculas e os símbolos especiais.

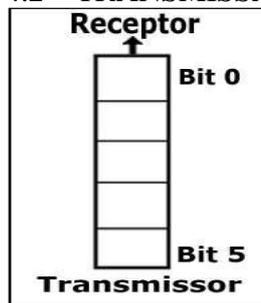
4.2 TRANSMISSÃO DE DADOS

A transferência de dados entre dois pontos (fonte e destino) pode envolver diferentes métodos para a sua execução. Existem dois modos de transmissão, a transmissão serial e a transmissão paralela (Tafner, 1996).

Segundo Nunes (1989) na transmissão serial, existe um único caminho de transmissão entre o transmissor e o receptor. É enviado um bit de cada vez. Na transmissão paralela, grupos de bits são transmitidos simultaneamente por uma série de caminhos entre o transmissor e o receptor.

No wattímetro de ultra-som a transmissão é serial, os bits que representam uma informação, são transmitidos seqüencialmente, um a um, por um único suporte físico, ilustrado na fig. 4.2.

FIGURA 4.2 – TRANSMISSÃO SERIAL



FONTE: TAFNER (1996).

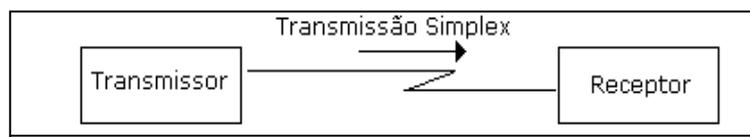
4.2.1 SENTIDO DA TRANSMISSÃO

Segundo Iizuka (1985) o canal ou linha de comunicação definido como o caminho elétrico estabelecido entre duas ou mais estações ou terminais. Este canal pode ser um fio, um par de fios, um grupo de fios, frequência de rádio, fibra ótica etc. Nas extremidades do canal de comunicação encontra-se, dois pontos terminais distintos, e nestes dois pontos encontra-se dois eventos absolutamente perceptíveis que poderão ou não existir simultaneamente no tempo: Transmissão e Recepção.

Em relação ao sistema da transmissão, a comunicação pode ser:

Simplex: É a transmissão feita em apenas um sentido, da origem para o destino, como é ilustrado na fig. 4.3. Este tipo de comunicação, é pouco utilizada pela falta de segurança, pois não existe um retorno informando se o sinal foi ou não recebido (Tafner, 1996).

FIGURA 4.3 – TRANSMISSÃO *SIMPLEX*



FONTE: TAFNER (1996).

Half-duplex: É a transmissão feita em dois sentidos, não simultaneamente. Ou seja, enquanto uma estação estiver transmitindo sinal, a outra estação estará recebendo e, quando esta mesma estação estiver recebendo, a outra estará transmitindo, ilustrado na fig. 4.4 (Tafner, 1996).

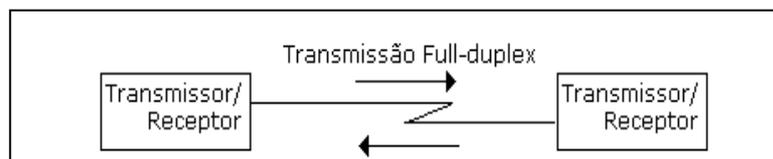
FIGURA 4.4 – TRANSMISSÃO *HALF-DUPLEX*



FONTE: TAFNER (1996).

Full-duplex: É a transmissão feita em dois sentidos, simultaneamente. Este modo só é possível se houver dois caminhos distintos, um canal para cada direção, ilustrado na fig. 4.5 (Tafner, 1996).

FIGURA 4.5 – TRANSMISSÃO *FULL-DUPLEX*



FONTE: TAFNER (1996).

O sentido da transmissão em relação ao sistema de transmissão do *software* desenvolvido neste Trabalho de Conclusão de Curso é a comunicação *full-duplex*. É utilizada esta comunicação porque o *software* envia e recebe dados do wattímetro de ultrassom simultaneamente.

4.3 INTERFACE RS-232

Segundo Tafner (1996), a interface RS-232, elaborada pela EIA (*Electronic Industries Association*), estabelece atualmente, um padrão para o interfaceamento serial entre terminal e o modem. Os sinais trocados entre os dois equipamentos são normalizados pela CCITT (Comitê Consultivo Internacional para Telégrafo e Telefone) através da recomendação V24.

Estes sinais podem ser especificados em um conector de 25 pinos tipo “D” ou em um conector de 9 pinos tipo “D”. A conexão mecânica é padronizada pela ISO (*International Standart Organization*), através da norma ISO 2593, e realizada através de um conector padrão denominado de DB-25P, ilustrada na fig. 4.6 ou DB-9P, ilustrada na fig. 4.7.

FIGURA 4.6 – CONECTOR PADRÃO DB-9P

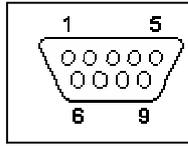
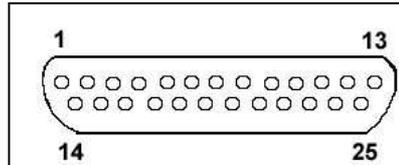


FIGURA 4.7 – CONECTOR PADRÃO DB-25P



4.4 INTERFACE DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM

A interface usada no wattímetro de ultra-som é a RS-232, sua porta serial é feita com um conector DB-9P (macho), demonstrada na fig. 4.8. Para a comunicação serial entre o computador e o wattímetro de ultra-som, foi necessária a construção de um cabo serial com dois conectores DB-9P (fêmea), demonstrado na fig. 4.9, isto porque a porta serial do computador também é feita com um conector DB-9P (macho), demonstrada na fig. 4.10. Os sinais da interface serial padrão do conector DB-9P que foram usados para fazer a interface com o computador estão ilustrados na fig. 4.11, os sinais da interface serial do conector DB-9P que foram usados para fazer a interface do wattímetro de ultra-som com o computador estão ilustrados na fig. 4.12.

FIGURA 4.8 – PORTA SERIAL DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM

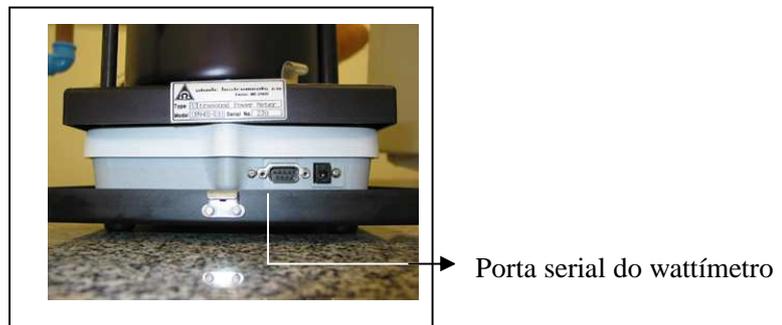


FIGURA 4.9 – CABO SERIAL PARA INTERFACE ENTRE O WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM E O COMPUTADOR



FIGURA 4.10 – PORTA SERIAL DO COMPUTADOR



→ Porta serial do computador

FIGURA 4.11– SINAIS DA INTERFACE DB-9P

PINO	FUNÇÃO
1	Carrier Detect (DCD)
2	Receive Data (RXD)
3	Transmit Data (TXD)
4	Data Terminal Ready (DTR)
5	Ground
6	Data Set Ready (DSR)
7	Request To Send (RST)
8	Clear To Send (CTS)
9	Ring Indicator

FONTE: GARDNER (1999).

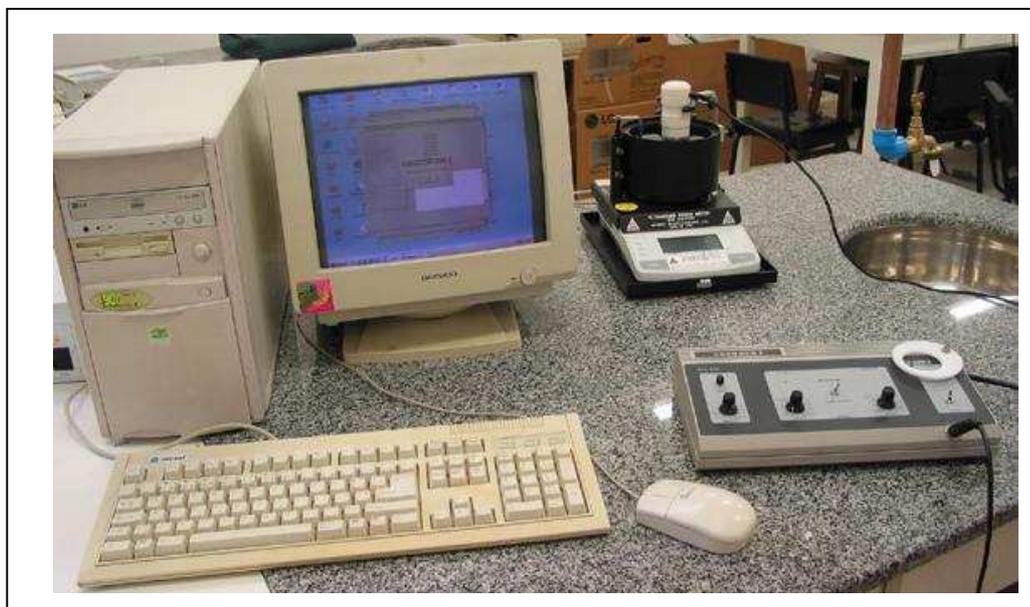
FIGURA 4.12 – SINAIS DA INTERFACE DB-9P DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM

PINO	DENOMINAÇÃO	FUNÇÃO DOS SINAIS
1	N/C	
2	Data Out (TXD)	Transmite os dados.
3	Data In (RXD)	Recebe os dados.
4	Tara (External Signal)	Sinal externo, para realizar o “zeramento do wattímetro”.
5	Clear To Send (CTS)	Solicita transmissão.
6	Data Terminal Ready (DTR)	Indica que está pronto para comunicação.
7	Ground	Referência (0 V).
8	Request To Send (RTS)	Faz solicitação para transmitir.
9	Print (External Signal)	Sinal externo, para iniciar o processo de leitura dos dados.

FONTE: OHMIC INSTRUMENTS CO (1999).

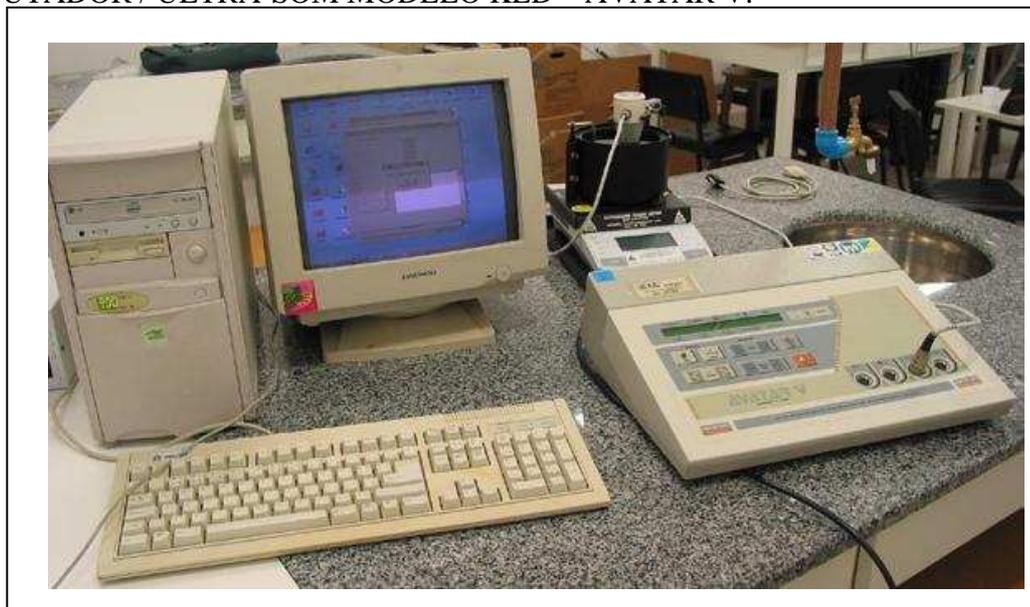
Abaixo na fig. 4.13 é demonstrada a imagem integrada do wattímetro de ultra-som, do computador e do ultra-som modelo Carci – 4110.

FIGURA 4.13 – IMAGEM INTEGRADA DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM / COMPUTADOR / ULTRA-SOM MODELO CARCI – 4110.



Abaixo na fig. 4.14 é demonstrada a imagem integrada do wattímetro de ultra-som, do computador e do ultra-som modelo KLD – AVATAR V.

FIGURA 4.14 – IMAGEM INTEGRADA DO WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM / COMPUTADOR / ULTRA-SOM MODELO KLD – AVATAR V.



Abaixo na fig. 4.15 é demonstrada a ligação física do DB-9 com o wattímetro de ultra-som.

FIGURA 4.15 – LIGAÇÃO FÍSICA DO DB-9 COM O EQUIPAMENTO.

Ligação no Computador	Ligação no Wattímetro	
1 (Carrier Detect – DCD)	1 (N/C)	N/C
2 (Receive Data - RXD)	2 (Data Out – TXD)	
3 (Transmit Data – TXD)	3 (Data In – RXD)	
4 (Data Terminal Ready – DTR)	4 (Tara- External Signal)	N/C
5 (Ground)	5 (Clear To Send – CTS)	
6 (Data Set Ready – DSR)	6 (Data Terminal Ready – DTR)	
7 (Request To Send – RST)	7 (Ground)	
8 (Clear To Send – CTS)	8 (Request To Send – RTS)	N/C
9 (Ring Indicator)	9 (Print – External Signal)	N/C

5 DESENVOLVIMENTO DO SOFTWARE

O desenvolvimento deste *software* foi realizado no ambiente de programação *Delphi5*.

Para acessar os dispositivos de comunicação (COM's) o programa faz uso de algumas API's (*Application Program Interface*) do *Windows*, das quais tem-se um resumo de suas funções no Anexo 1.

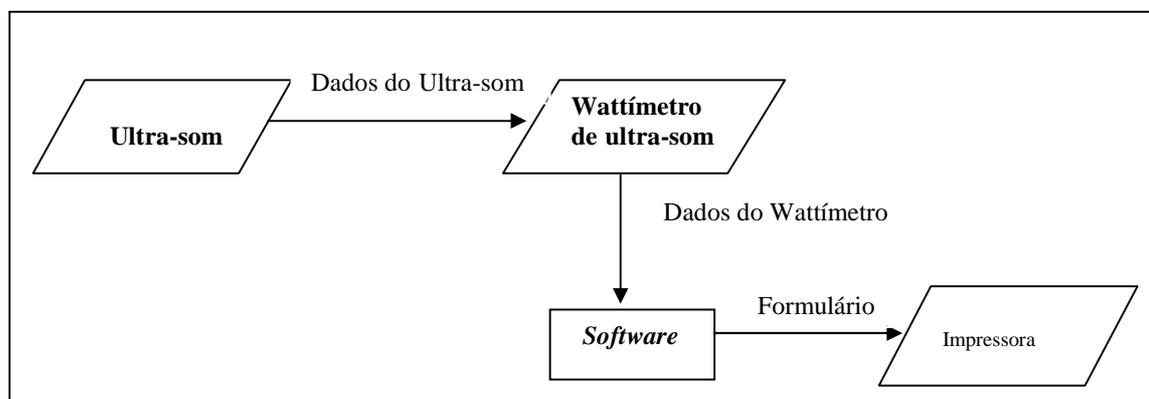
5.1 ESPECIFICAÇÃO DO SOFTWARE

A especificação do *software* foi realizada através de fluxogramas, onde foram descritos os comandos e funções a serem processados pelo *software*. Foi realizado um diagrama físico do *software* e um fluxograma detalhado do *software*.

5.1.1 DIAGRAMA FÍSICO DO SOFTWARE

Na fig. 5.1, é apresentado o diagrama físico do *software*, onde é demonstrado o fluxo das informações no *software*. Inicialmente o wattímetro de ultra-som faz a leitura dos dados do ultra-som, em seguida o *software* lê os dados do wattímetro de ultra-som, e os transfere para um formulário, específico para cada modelo de ultra-som terapêutico, o qual, se necessário, poderá ser impresso.

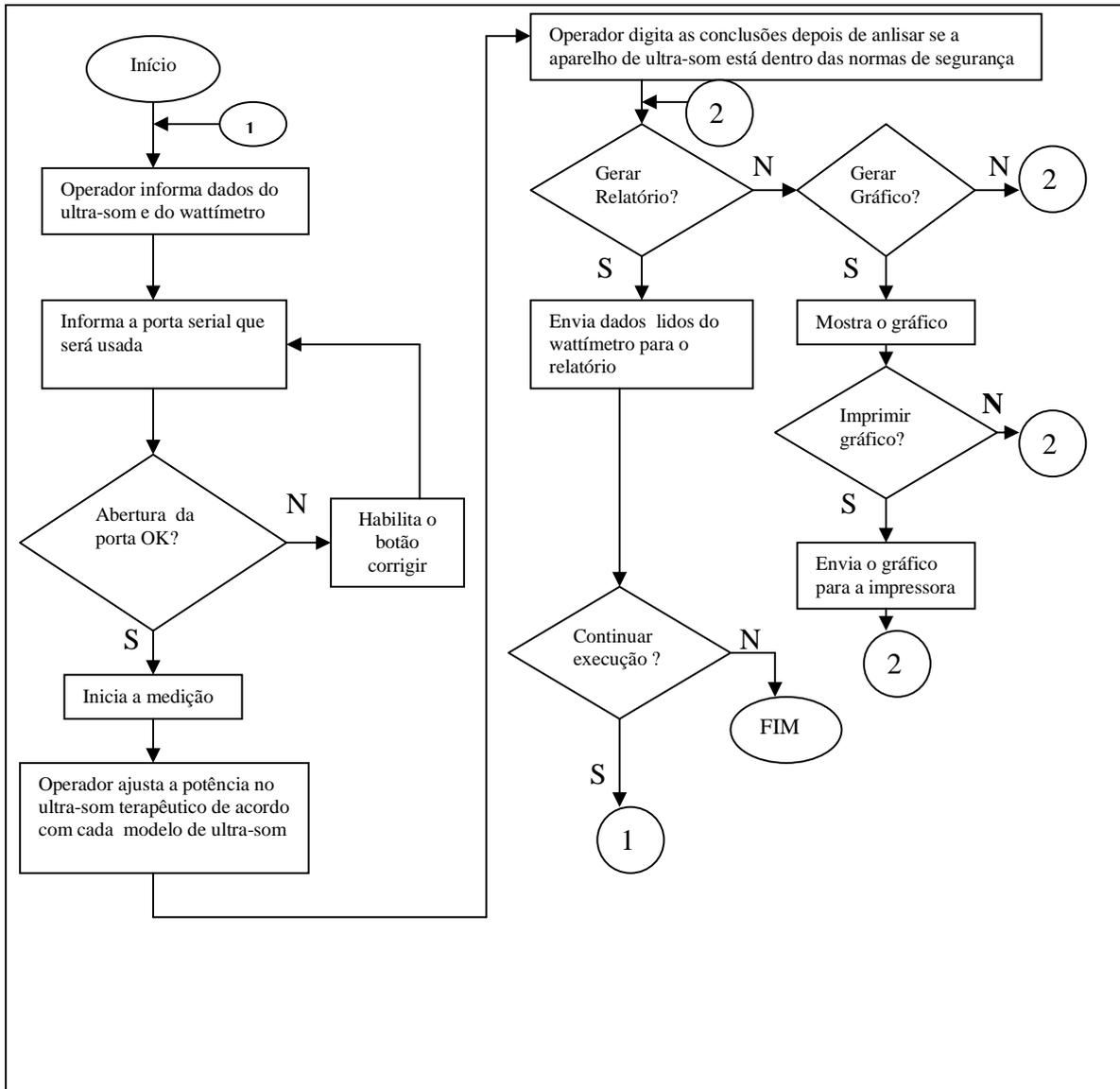
FIGURA 5.1 – DIAGRAMA FÍSICO DO *SOFTWARE*



5.1.2 FLUXOGRAMA DETALHADO DO SOFTWARE

Abaixo, na fig. 5.2, é demonstrado um nível maior de detalhamento do *software* proposto. As propriedades dos objetos visuais das classes estão listadas no Apêndice 1.

FIGURA 5.2 – FLUXOGRAMA DETALHADO DO SOFTWARE



5.2 IMPLEMENTAÇÃO DO SOFTWARE

O *software* foi implementado em *Delphi 5*, utilizando algumas API's do *Windows* necessárias para a comunicação com as portas, estas API'S estão descritas no Anexo 1.

O *software* possui duas telas, sendo uma tela de calibração do ultra-som terapêutico como é demonstrada na fig. 5.3, onde o operador fornecerá os dados sobre o ultra-som e o wattímetro de ultra-som que serão utilizados, e uma outra para a leitura de dados do wattímetro pela porta serial, como é demonstrada na fig. 5.4. Nesta tela o operador informa qual a porta que será utilizada para fazer a leitura dos dados do wattímetro, inicia a medição das potências e poderá visualizar os valores lidos do wattímetro de ultra-som e fazer as conclusões necessárias.

O *software* gera gráfico de comparação dos valores medidos pelos valores ideais (potência nominal), que é a multiplicação da ERA (Área Efetiva de Radiação), que é informado pelo operador na tela de calibração de ultra-som terapêutico, pelos valores de ajuste das potências de acordo com cada modelo de ultra-som. O *software* também fornece a geração de relatórios, onde são impressos os dados do ultra-som e os dados do wattímetro de ultra-som que serão utilizados. E mostra uma tabela com os valores da potência indicada para fazer as medições do ultra-som e os valores da potência nominal e também mostrará a potência medida. Nesta tela o operador após verificar a tabela com os valores das potências, fará suas conclusões. Os exemplos dos relatórios estão demonstrados no Apêndice 2.

FIGURA 5.3 – CALIBRAÇÃO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Calibração de Ultra-som Terapêutico

Arquivo Calibração Sobre

Calibração de Ultra-som Terapêutico

Marca: CARCI

Modelo: 4110

Tecnologia: Analógico

Frequência do Transdutor: 1 MHz

Nº de Série: 9987

ERA: 2,3

Dados do Watímetro de Ultra-som

Marca: OHMIC INSTRUMENTS

Modelo: UPM DT100-N

Nº de Série: 270

Tempo de Aquecimento: 15 minutos

Modo de Operação: Contínuo

Continuar

10:26:54 03/12/02

Abaixo na tab. 5.1 são descritas as funções dos campos utilizados para os dados do ultra-som na tela de calibração de ultra-som terapêutico.

TABELA 5.1 – DESCRIÇÃO DOS CAMPOS UTILIZADOS PARA O ULTRA-SOM NA TELA DE CALIBRAÇÃO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

CAMPOS	DESCRIÇÃO
Marca	Neste campo é mostrado a marca do ultra-som que será aferido.
Modelo	Neste campo é mostrado o modelo do ultra-som terapêutico.
Nº de Série	Aqui o operador informa o número de série do ultra-som.
Tecnologia	Neste campo o operador informa qual a tecnologia que é utilizada pelo ultra-som terapêutico. Pode ser analógica, digital ou microprocessada.
Frequência do Transdutor	Neste campo o operador informa qual a frequência utilizada pelo ultra-som. A frequência pode ser de 1 MHz, 3 MHz e 5 MHz.
ERA (Área Efetiva de Radiação)	Neste campo o operador informa o valor da ERA, que pode ser de $1\text{cm}^2 < \text{ERA} > 4\text{cm}^2$.

Abaixo na tab. 5.2 são descritas as funções dos campos utilizados para os dados do wattímetro de ultra-som na tela de calibração do ultra-som terapêutico.

TABELA 5.2 – DESCRIÇÃO DOS CAMPOS UTILIZADOS PARA O
WATTÍMETRO DE ULTRA-SOM NA TELA DE CALIBRAÇÃO DO ULTRA-SOM
TERAPÊUTICO

CAMPOS	DESCRIÇÃO
Marca	Neste campo é mostrada a marca do wattímetro de ultra-som.
Modelo	Neste campo é mostrado o modelo do wattímetro de ultra-som.
Nº de Série	Aqui o operador informa o número de série do wattímetro de ultra-som.
Tempo de Aquecimento	Neste campo o operador informa qual o tempo de aquecimento do wattímetro de ultra-som, antes de iniciar as medições.
Modo de Operação	Neste campo o operador informa qual o modo de operação utilizado pelo wattímetro de ultra-som. O modo de operação pode ser contínuo ou pulsado.

FIGURA 5.4 – LEITURA DE DADOS DO WATTÍMETRO PELA PORTA SERIAL



Na tela de leitura de dados do wattímetro pela porta serial, demonstrada na fig. 5.4, o operador define a porta serial que será usada, se o operador informar a porta serial disponível em seu computador, o botão Corrigir fica inibido, caso contrário se a porta for informada errada pelo operador o *software* mostrará uma mensagem de erro e habilitará o botão Corrigir para que o operador possa informar a porta correta.

No botão Inicia Medição, é onde o *software* orienta o operador para ajustar a potência do ultra-som nas potências definidas de acordo com cada modelo de ultra-som utilizado. Assim que todas as leituras forem feitas será mostrada uma tela com a mensagem “LEITURAS EFETUADAS COM SUCESSO”, essa mensagem é mostrada para o operador porque o *software* antes de colocar o valor lido na tabela, ele faz a leitura cinco vezes e compara se os valores são iguais para ter uma maior precisão dos valores lidos, esta

verificação é mostrada no quadro 5.1. Após as leituras serão mostrados na tela os valores das potências medidas, que é a leitura feita pelo wattímetro de ultra-som quando são feitos os ajustes de potência no aparelho de ultra-som pelo operador. Assim que as leituras terminam é mostrada para o operador uma tela solicitando que sejam digitadas as conclusões.

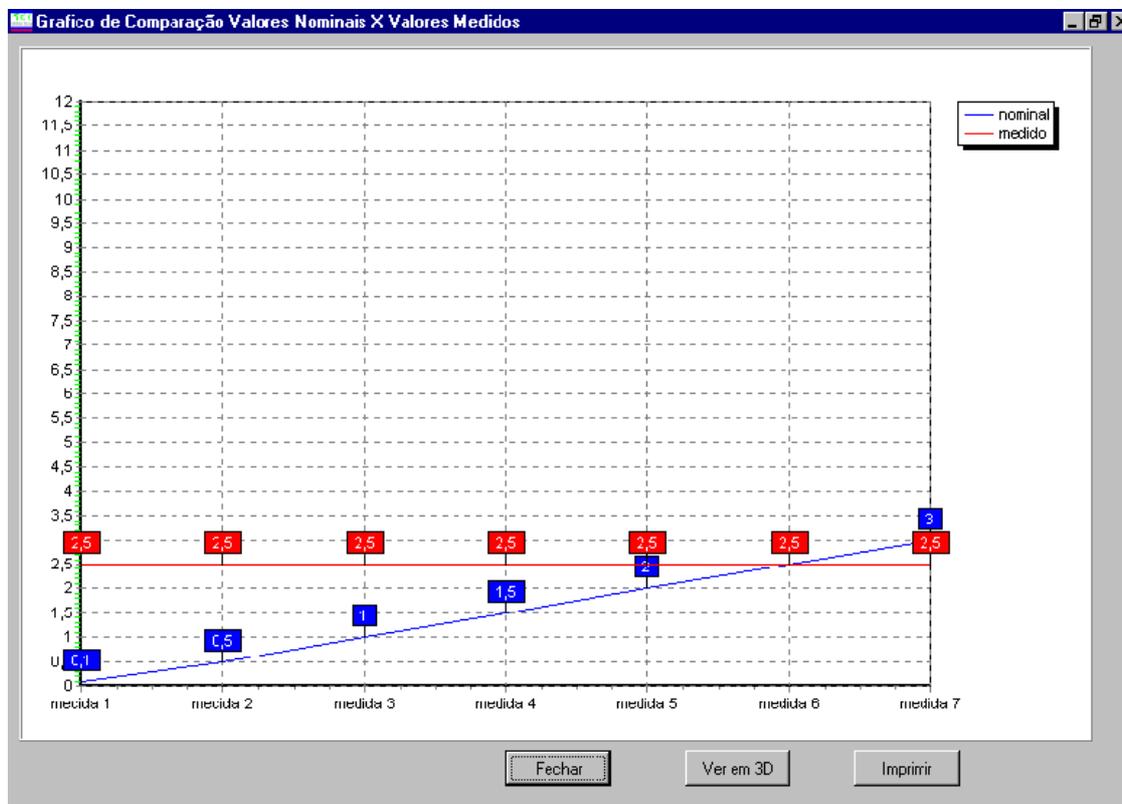
No botão Gera Relatório, será gerado um relatório com os dados informados pelo operador, tanto na tela de calibração do ultra-som, como também na tela de leitura de dados do wattímetro pela porta serial e também será mostrada a tabela com os valores da potência indicada para fazer as medições do ultra-som e os valores da potência nominal e também mostrará a potência medida. Também serão mostradas no relatório as conclusões digitadas pelo operador. Este botão só estará habilitado no *software* depois que o operador já tiver feito as conclusões, caso contrário o botão fica desabilitado.

No botão Gera Gráfico, quando habilitado abre uma nova tela com o gráfico gerado para fazer comparação com o valor medido pelo valor nominal (potência ideal), demonstrado na fig. 5.5. Este botão só ficará habilitado quando for informado o valor da ERA na tela de calibração de ultra-som terapêutico.

QUADRO 5.1 - LEITURAS EFETUADAS COM SUCESSO

```
Begin
  showmessage('Ajuste a potência para
+floattostrf(pot1[x],ffgeneral,2,2)+'W/cm²');
While Erro = True Do
  Begin
    For Y := 1 To 5 Do
      Begin
        Enviar := True;
        Linhas := {X}Y;
      End;
      If (Teste.Lines[0] = Teste.Lines[1])
      And (Teste.Lines[1] = Teste.Lines[2])
      And (Teste.Lines[2] = Teste.Lines[3])
      And (Teste.Lines[3] = Teste.Lines[4]) Then
        Begin
          Erro := False;
          Mleitura.Lines[X-1] := Teste.Lines[4]+#13+#10;
          Showmessage('LEITURAS EFETUADAS COM SUCESSO');
          Teste.Clear;
        End
      Else
        Begin
          Showmessage('ERRO DE LEITURAS, REPETINDO...');
        End;
      End;
    End; { End Do }
  Erro := True;
End; { End For }
  Showmessage('FAVOR DIGITAR AS CONCLUSÕES');
```

FIGURA 5.5 –GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES NOMINAIS PELOS VALORES MEDIDOS EM 2D (DUAS DIMENSÕES)

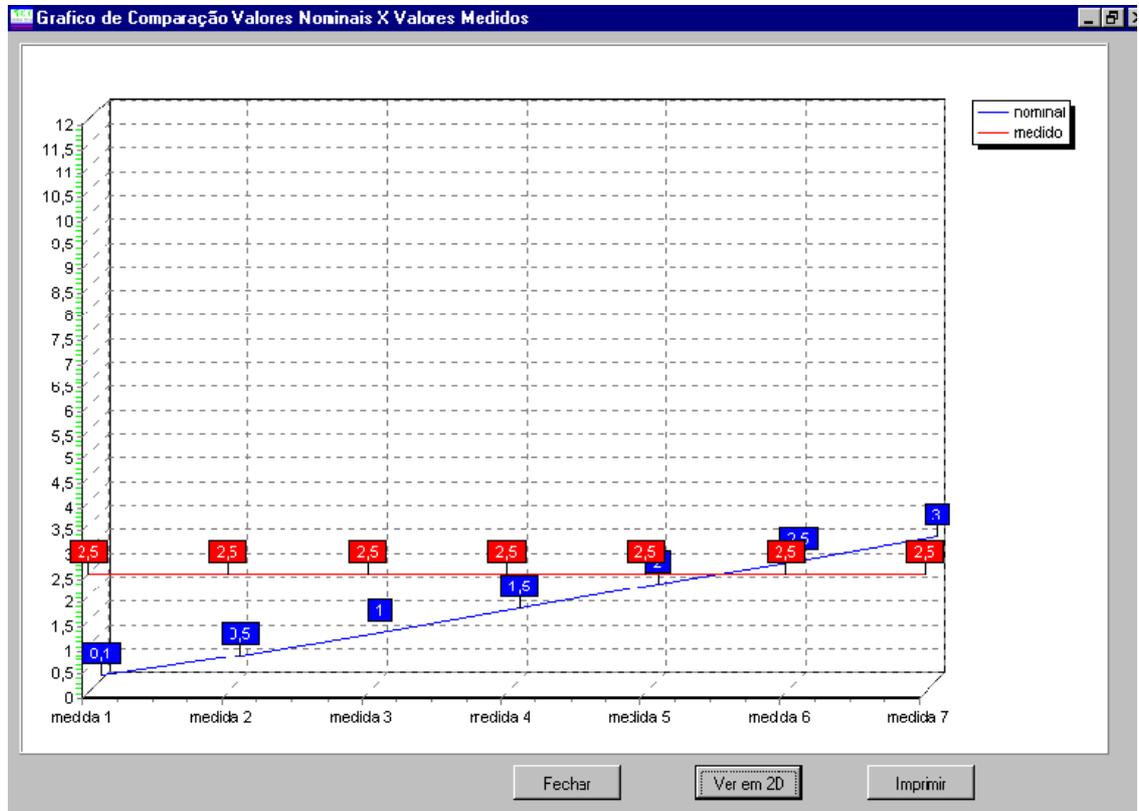


Na fig. 5.5 acima, é mostrada a tela com geração do gráfico de comparação dos valores medidos pelos valores nominais (potência ideal). Esta tela possui o botão Fechar, que ao ser selecionado pelo operador fecha esta tela e retorna para a tela de leitura de dados do wattímetro pela porta serial.

No botão **Ver em 3D**, o operador poderá ver o gráfico em **3D** ou **2D**. Quando o gráfico estiver em **3D**, aparecerá escrito no botão **Ver em 2D** como demonstrado na fig. 5.6, e quando o gráfico estiver em **2D**, aparecerá escrito no botão **Ver em 3D**, como demonstra a fig. 5.5.

O botão Imprimir é usado para a impressão do gráfico, caso o operador ache necessário.

FIGURA 5.5 –GRÁFICO DE COMPARAÇÃO DOS VALORES NOMINAIS PELOS VALORES MEDIDOS EM 3D (TRÊS DIMENSÕES)



6 CONCLUSÕES

A motivação ao trabalho foi a necessidade de automatizar um processo de leitura de dados de um wattímetro de ultra-som, que antes eram coletados pelo operador e transferidos manualmente para formulários específicos de cada modelo de ultra-som terapêutico. O processo de leitura dos dados deste wattímetro de ultra-som, consistia na visualização da potência apresentada no mostrador digital .

Com o desenvolvimento deste trabalho foi atingido o objetivo proposto tendo como resultado final a implementação de um *software* para aquisição de dados de um wattímetro de ultra-som. O software gera relatório para cada modelo de ultra-som terapêutico, e se o aparelho de ultra-som utilizado conter o valor da ERA, o operador poderá gerar um gráfico com as potências nominais e as potências medidas, para poder analisar se o aparelho de ultra-som terapêutico está dentro das normas de segurança.

Com isto os dados lidos pelo *software* do wattímetro de ultra-som e colocados nos formulários podem ser analisados agora pelo operador com segurança de que estão corretos.

Foram encontradas dificuldades no desenvolvimento do software em relação a fazer a comunicação entre o wattímetro de ultra-som e o computador, por ser mais complexo entender as API'S do windows utilizadas. Na montagem do cabo serial houve uma certa dificuldade em entender as ligações dos pinos do wattímetro de ultra-som.

6.1 EXTENSÕES

Como sugestões de continuidade deste Trabalho de Conclusão de Curso, sugere-se implementar no *software* os itens descritos abaixo:

- a) possibilitar que o operador possa personalizar mais modelos de ultra-som terapêuticos;
- b) criar um banco de dados de um determinado grupo de ultra-som para que se possa fazer uma análise cruzada da técnica de ultra-sonografia com os valores emitidos pelo ultra-som terapêutico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FUIRINI JUNIOR, Nelson; LONGO, Glauco J. *Ultrason*. Amparo: KLD-Biosistemas Equipamentos Eletrônicos, 1996.

GARDNER, Nigel; GRODZIK, Richard. *RS232: hints and tips*. U.K.: Bluebird Electronics, 1999.

MACHADO JUNIOR, Márcio Marcos. Protótipo de *software* para o interfaceamento e aquisição de dados de uma balança através da RS-232. 1999. 74 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências da Computação) - Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

OHMIC INSTRUMENTS CO. *Ultrasons power meter model UPM-DT-100N*. Operating manual. Maryland, 2001.

TAFNER, Malcon Anderson; LOESCH, Cláudio; STRINGARI, Sérgio. *Comunicação de dados usando Linguagem C*. Blumenau: Editora da FURB, 1996. 87 p.

NUNES, José Renato Soares. *Comunicação de dados: conceitos básicos*. Rio de Janeiro: Sociedade Cultural e Beneficente Guilherme Guinle, 1989. 140 p.

IIZUKA, Kenji. *Teleprocessamento integração de computadores, comunicação, micro, mini, pc, terminais*. São Paulo: Atlas S.A, 1985. 254 p.

HAYES, Karen W. *Manual de agentes físicos: recursos fisioterapêuticos*. Tradução Maria da Graça Figueiró da Silva. Porto Alegre: Artmed, 2002. 212 p.

SHESTACK, Robert. *Fisioterapia prática*. São Paulo: Manole, 1987. 190 p.

KITCHEN, Sheila. *Eletroterapia de Clayton*. São Paulo: Manole, 1989. 350 p.

ANEXO 1: DESCRIÇÕES DAS API'S DO *WINDOWS* UTILIZADAS.

Abaixo são descritas as API's do *Windows* utilizadas no programa.

ReadFile: Esta função lê dados de um arquivo, começando na posição indicada pelo apontador. Depois que a operação de leitura for completa, o apontador do arquivo é ajustado para o número de bytes lidos, a menos que o arquivo tenha sido aberto com o tributo de *overlapped*. Se o *Handle* do arquivo foi aberto para *overlapped* entrada e saída, a aplicação necessita ajustar a posição do apontador do arquivo depois da operação de leitura. A estrutura do *ReadFile* é demonstrada no quadro 6.1.

QUADRO 6.1 – ESTRUTURA DO *READFILE*

```
BOOL ReadFile(  
  
    HANDLE hFile,  
    LPVOID lpBuffer,  
    DWORD nNumberOfBytesToRead,  
    LPDWORD lpNumberOfBytesRead,  
    LPOVERLAPPED lpOverlapped  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

WriteFile: Esta função grava dados em um arquivo, e foi desenvolvida para as operações síncronas e assíncronas. A função começa a gravar no arquivo na posição indicada pelo apontador do arquivo. Depois que a operação de gravação for concluída, o apontador é ajustado pelo número de bytes gravados, exceto quando o arquivo é aberto com *FILE_FLAG_OVERLAPPED*. Se o *Handle* foi criado para “*overlapped's*” entradas e saídas, a aplicação precisa ajustar o ponteiro do arquivo depois que a operação de gravação for concluída. A estrutura do *WriteFile* é demonstrada no quadro 6.2

QUADRO 6.2 – ESTRUTURA DO *WRITEFILE*

```
BOOL WriteFile(  
  
    HANDLE hFile,  
    LPCVOID lpBuffer,  
    DWORD nNumberOfBytesToWrite,  
    LPDWORD lpNumberOfBytesWritten,  
    LPOVERLAPPED lpOverlapped  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

CreateFile: A função *CreateFile*, cria ou abre os seguintes objetos e retorna o *Handle* que é usado para acessar o objeto. A estrutura do *CreateFile* é demonstrada no quadro 6.3.

- a) *files*;
- b) *pipes*;
- c) *mailslots*;
- d) *communications resources*;
- e) *disk devices* (somente Windows NT);
- f) *consoles*;
- g) *directories* .

QUADRO 6.3 – ESTRUTURA DO *CREATEFILE*

```
HANDLE CreateFile(  
  
    LPCTSTR lpFileName,  
    DWORD dwDesiredAccess,  
    DWORD dwShareMode,  
    LPSECURITY_ATTRIBUTES  
lpSecurityAttributes,  
    DWORD dwCreationDistribution,  
    DWORD dwFlagsAndAttributes,  
    HANDLE hTemplateFile  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

GetCommState: Esta função configura um bloco de dispositivos de controle DCB(*data control block*) com as configurações de controle atuais para um dispositivo de comunicações especificado. A estrutura do *GetCommState* é demonstrada no quadro 6.4.

QUADRO 6.4 – ESTRUTURA DO *GETCOMMSTATE*

```
BOOL GetCommState(  
  
    HANDLE hFile,  
    LPDCB lpDCB  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

SetCommState: Esta função configura dispositivos de comunicação de acordo com as especificações do DCB. A função reinicializa todo o *hardware* e controles, mas não esvazia filas de entrada e saída. É usada para configurar o 8250 (UART – *Universal Asynchronous Transmitter Receiver*). Os seguintes valores são restritos para *ByteSize* e *Stopbits* da estrutura:

- a) O número de bit's de dados deve ser de 5 a 8 bit's.
- b) O uso de 5 bit's de dados com 2 bit's de parada é uma combinação inválida, como são 6, 7, ou 8 bit's de dados com 1.5 bit's de parada.

A estrutura do *SetCommState* é demonstrada no quadro 6.5

QUADRO 6.5 – ESTRUTURA DO *SETCOMMSTATE*

```
BOOL SetCommState(  
  
    HANDLE hFile,  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

CloseHandle: Esta função fecha um objeto *Handle* aberto. A estrutura do *CloseHandle* é demonstrada no quadro 6.6

QUADRO 6.6 – ESTRUTURA DO CLOSEHANDLE

```
BOOL CloseHandle(  
  
    HANDLE hObject // handle to object to close  
);
```

FONTE: MACHADO JUNIOR (1999).

APÊNDICE 1: UNIT'S DO PROGRAMA.

{Programa TCC – Desenvolvido por Elisangela Silva dos Santos Morastoni }

```
program TCC;

uses
  Forms,
  uleitura in 'uleitura.pas' {frm_leitura},
  Umenu in 'Umenu.pas' {frm_menu},
  urelatorio in 'urelatorio.pas' {frm_relatorio},
  Usobre in 'Usobre.pas' {frm_sobre},
  ugrafico in 'ugrafico.pas' {frmgraf};

{$R *.RES}

begin
  Application.Initialize;
  Application.Title := 'TCC - Elisangela S. dos Santos Morastoni';
  Application.CreateForm(Tfrm_menu, frm_menu);
  Application.CreateForm(Tfrm_leitura, frm_leitura);
  Application.CreateForm(Tfrm_relatorio, frm_relatorio);
  Application.CreateForm(Tfrm_sobre, frm_sobre);
  Application.CreateForm(Tfrmgraf, frmgraf);
  Application.Run;
end.
```

{Unit da tela de Leitura de Dados do Wattímetro pela Porta Serial }

```
unit uleitura;

interface

uses
  Windows, Messages, SysUtils, Classes, Graphics, Controls, Forms, Dialogs,
  StdCtrls, ExtCtrls, Buttons;

type
  { declaração de uma thread de escrita, que é responsável
    por enviar dados pela porta serial }
  THREADESCRITA = CLASS(TTHREAD)
  PRIVATE
    FHCOMM : THANDLE;
```

```

    FARRAY : STRING;
PROTECTED
    PROCEDURE EXECUTE; OVERRIDE;
    PROCEDURE BUSCA ;
PUBLIC
    CONSTRUCTOR CREATE(SUSPENSA : BOOLEAN; E : STRING; H : THANDLE);
END;

```

```

{ declaração de uma thread de leitura que é responsável
  por ler dados da porta serial }
ThreadLeitura = class(TThread)
private
    FHComm : THandle;
    FMemo: TMemo;
protected
    procedure Execute; override;
    procedure Mostra;
public
    constructor Create(Suspensa : Boolean; M : TMemo; h : THandle);
end;

```

```

Tfrm_leitura = class(TForm)
    procedure RGClick(Sender: TObject);
    procedure btcorrigirClick(Sender: TObject);
    procedure btiniciaClick(Sender: TObject);
    procedure btgerarelClick(Sender: TObject);
    procedure FormClose(Sender: TObject; var Action: TCloseAction);
    procedure Memo1Change(Sender: TObject);
    procedure FormCreate(Sender: TObject);
    procedure btgeragrafClick(Sender: TObject);

```

```

private
    { Private declarations }
public
    ARLIDOS : ARRAY[1..7] OF string;
end;

```

```

type
{ declaração de um tipo registro que conterá os dados lidos
  da porta serial e também as conclusões digitadas pelo
  usuário do programa }
lidos = record
    val1 : string[20];
    val2 : string[20];
    val3 : string[20];
    val4 : string[20];
    val5 : string[20];

```

```

    val6 : string[20];
    val7 : string[20];
    inf : tmemo;
end;
{ declaracao de uma variavel que será
do tipo arquivo de registros }
arquivo = file of lidos;

var
    frm_leitura: Tfrm_leitura;
    NomePorta : PChar;
    hComm : THandle;
    inbuff : ARRAY[0..15] OF CHAR;
    outbuff : array[0..3] of Char;
    Enviar,HaDados : Boolean;
    byteslidos,bytesEscritos : dword;
    t : ThreadLeitura;
    TE : THREADESCRITA;
    bytesaescrever : Integer;
    texto, STLIDO : string;
    arqlidos : arquivo;
    reg : lidos;
    linhas : integer;

{$R *.DFM}

implementation

uses urelatorio, Umenu, ugrafico;

{ construtor da thread de leitura }
constructor ThreadLeitura.Create(Suspensa : Boolean; M : TMemmo; h : THandle);
begin
    inherited Create(Suspensa);
    FMemo := M;
    FHComm := h;
    FreeOnTerminate := True;
end;

{ armazena os dados lidos da porta serial em uma variavel
do tipo memo }
procedure ThreadLeitura.Mostra;
begin
    if inbuff[0] = '.' then
        inbuff[0] := ',';
    FMemo.text := FMemo.text + inbuff[0];

```

```

end;

{ procedimento de execucao da thread de leitura }
procedure ThreadLeitura.Execute;
begin
  repeat
    if (ReadFile(FHComm, inbuff, 1,
      byteslidos, nil)) then
      Synchronize(Mostra);
  until Terminated;
end;

{ construtor da thread de leitura }
CONSTRUCTOR THREADESCRITA.CREATE(SUSPENSA:BOOLEAN;E:STRING;H :
THANDLE);
BEGIN
  INHERITED CREATE(SUSPENSA);
  FARRAY := E;
  FHCOMM := H;
  FREEONTERMINATE := TRUE;
END;

{ procedimento para armazenar o comando de imprimir
para enviar para a balança }
PROCEDURE THREADESCRITA.BUSCA;
BEGIN
  IF ENVIAR THEN
    HADADOS := TRUE;
    STRPCOPY(OUTBUFF,'P'+#13+#10);
    BYTESAESCREVER := LENGTH('P'+#13+#10);
END;

{ envia o comando de impressao pela porta serial }
PROCEDURE THREADESCRITA.EXECUTE;
BEGIN
  REPEAT
    SYNCHRONIZE(BUSCA);
    IF HADADOS THEN
      IF
WRITEFILE(FHCOMM,OUTBUFF,BYTESAESCREVER,BYTESDESCRITOS,NIL)
THEN
      BEGIN
        HADADOS := FALSE;
        ENVIAR := FALSE;
      END;
    UNTIL TERMINATED;
END;

```

```

{ esta função abre a porta serial }
function AbrePorta(lpszCommName : PChar) : THandle;
var
  h : THandle;
begin

  h := CreateFile(lpszCommName, GENERIC_READ or GENERIC_WRITE,0,
nil,CREATE_ALWAYS, 0, 0);
  if h <> INVALID_HANDLE_VALUE then
    hcomm := h;
    abreporta := h;
end;

{ esta procedure verifica qual foi a porta serial escolhida
pelo usuario, manda abrir a mesma, e se a abertura estiver
sem erros, ela configura a porta para os parâmetros de comu-
nicação requeridos pelo Wattmetro }
procedure Tfrm_leitura.RGClick(Sender: TObject);
var
  dcb : tdcB;
begin
  case RG.ItemIndex of
    0 : nomeporta := 'com1';
    1 : nomeporta := 'com2';
    2 : nomeporta := 'com3';
    3 : nomeporta := 'com4';
  end;
  rg.Enabled := false;
  btinicia.Enabled := TRUE;
  btcorrigir.enabled := true;

  { abre porta selecionada }
  if abreporta(nomeporta) <> INVALID_HANDLE_VALUE then
  begin
    { configura a porta que foi aberta }
    getcommstate(hcomm,dcb);
    dcb.BaudRate := 2400;
    dcb.Parity := noparity;
    dcb.StopBits := 2;
    dcb.ByteSize := 7;
    setcommstate(hcomm,dcb);
    { inicia leitura }
    btcorrigir.Enabled := false;
  end
  else
  begin

```

```

    showmessage('Erro ao abrir a porta '+nomeporta);
    btinicia.enabled := false;
end;
end;

{ caso a porta selecionada esteja incorreta, esta procedure
  habilita o radio group para poder ser definida outra porta
  serial }
procedure Tfrm_leitura.btcorrigirClick(Sender: TObject);
begin
    rg.Enabled := true;
    rg.ItemIndex := -1;
    btcorrigir.Enabled := false;
end;

{ Esta procedure inicia o processo de leitura das medições
  efetuadas pelo Wattmetro }
procedure Tfrm_leitura.btiniciaClick(Sender: TObject);
var
    pot1 : array[1..7] of real; { array de potencias do carci 4015 }
    x , Y : integer;
    frase,completo : string;
    ERRO : BOOLEAN;
begin
    ERRO := TRUE;
    {array de potencias}
    pot1[1] := 0.1;
    pot1[2] := 0.5;
    pot1[3] := 1.0;
    pot1[4] := 1.5;
    pot1[5] := 2.0;
    pot1[6] := 2.5;
    pot1[7] := 3.0;

    rg.Enabled := false;
    btcorrigir.Enabled := false;
    btinicia.Enabled := false;
    label1.Visible := true;
    label2.Visible := true;
    label3.Visible := true;
    label4.Visible := true;
    label5.Visible := true;
    label6.visible := true;
    label7.visible := true;
    for x := 1 to 7 do
    begin
        showmessage('Ajuste a potência para '+floattostrf(pot1[x],ffgeneral,2,2)+' W/cm²');
    end;
end;

```

```

WHILE ERRO = TRUE DO
BEGIN
  FOR Y := 1 TO 5 DO
  BEGIN
    ENVIAR := TRUE;
    linhas := {X}Y;
    {simulacao} TESTE.Lines[Y-1] := '  2,5 custm'+#13+#10;
    END;
    IF (TESTE.Lines[0] = TESTE.LINES[1])
    AND (TESTE.LINES[1] = TESTE.LINES[2])
    AND (TESTE.LINES[2] = TESTE.LINES[3])
    AND (TESTE.LINES[3] = TESTE.LINES[4]) THEN
    BEGIN
      ERRO := FALSE;}
      MLEITURA.LINES[X-1] := TESTE.LINES[4]+#13+#10;}
      SHOWMESSAGE('LEITURAS EFETUADAS COM SUCESSO');

      TESTE.Clear;}
    END
  ELSE
  BEGIN
    SHOWMESSAGE('ERRO DE LEITUAS, REPETINDO...');
  END;

  END; { END DO }
  ERRO := TRUE;
end; { end for }
showmessage('FAVOR DIGITAR AS CONCLUSÕES');
FOR LINHAS := 1 TO 7 DO
  arlidos[linhas] := copy(mleitura.lines[linhas-1],1,9);
memo1.Enabled := true;
{ associa a variavel a um nome de arquivo }
AssignFile(arqlidos,'valores.txt');
if not FileExists('valores.txt') then
  rewrite(arqlidos)
else
begin
  deletefile('valores.txt');
  rewrite(arqlidos);
end;
memo1.SetFocus;
reg.val1 := arlidos[1];
reg.val2 := arlidos[2];
reg.val3 := arlidos[3];
reg.val4 := arlidos[4];
reg.val5 := arlidos[5];
reg.val6 := arlidos[6];

```

```
reg.val7 := arlidos[7];  
end; { END PROCEDURE }
```

```
{ esta procedure inicia o processo de geração do relatório  
verificando se foram digitadas as conclusões antes de  
efetuar a geração do mesmo }
```

```
procedure Tfrm_leitura.btgerarelClick(Sender: TObject);  
begin  
Try  
BEGIN  
reg.inf := memo1;  
Write(Arqlidos,reg);  
Closefile(Arqlidos);  
frm_relatorio.QuickRep1.PreviewModal;  
END;  
Except  
MessageDlg ('Erro de Gravação !', Mterror, [mbOK], 0);  
end; { end try }  
end;
```

```
{ esta procedure faz a limpeza dos campos envolvidos  
na geração do relatório, antes de fechar o formulário  
de medições, para que o mesmo fique pronto para ser  
usado novamente }
```

```
procedure Tfrm_leitura.FormClose(Sender: TObject;  
var Action: TCloseAction);  
begin  
memo1.Clear;  
btcorrigir.enabled := false;  
btinicia.enabled := true;  
rg.Enabled := false;  
btgerarel.enabled := false;  
btgeragraf.enabled := false;  
Frm_menu.edit3.text := "";  
Frm_menu.edit8.text := "";  
Frm_menu.edit10.text := "";  
Frm_menu.ComboBox1.Text := 'Analogico';  
Frm_menu.combobox2.text := '1 MHz';  
Frm_menu.edit22.text := "";  
Frm_menu.edit23.text := "";  
Frm_menu.edit27.text := "";  
Frm_menu.ComboBox5.Text := 'Analogico';  
Frm_menu.combobox6.text := '1 MHz';  
Frm_menu.edit31.text := "";  
Frm_menu.edit32.text := "";  
Frm_menu.edit36.text := "";
```

```

Frm_menu.ComboBox7.Text := 'Analógico';
Frm_menu.combobox8.text := '1 MHz';
Frm_menu.PC1.Visible := false;
mleitura.Clear;
memo1.clear;
memo1.Enabled := false;
label1.Visible := false;
label2.Visible := false;
label3.Visible := false;
label4.Visible := false;
label5.Visible := false;
label6.Visible := false;
label7.Visible := false;
end;

```

{esta procedure grava a informação obtida da porta serial em um array, toda vez que o memo de leitura obter a string completa do Wattimetro }

```

procedure Tfrm_leitura.Memo1Change(Sender: TObject);
begin

```

```

    if memo1.text <> " then

```

```

    begin

```

```

        btgerarel.enabled := true;

```

```

        case opcao of

```

```

            1 : begin

```

```

                if frm_menu.Edit10.Text <> " then

```

```

                    btgeragraf.enabled := true;

```

```

                end;

```

```

            2 : begin

```

```

                if frm_menu.Edit23.Text <> " then

```

```

                    btgeragraf.enabled := true;

```

```

                end;

```

```

            3 : begin

```

```

                if frm_menu.Edit32.Text <> " then

```

```

                    btgeragraf.enabled := true;

```

```

                end;

```

```

            end;

```

```

        end

```

```

    else

```

```

    begin

```

```

        btgerarel.enabled := false;

```

```

        btgeragraf.enabled := false;

```

```

    end;

```

```

end;

```

```

procedure Tfrm_leitura.FormCreate(Sender: TObject);

```

```

var

```

```
x : integer;  
begin  
  for x := 1 to 7 do  
    arlidos[x] := "  
end;
```

```
procedure Tfrm_leitura.btgeragrafClick(Sender: TObject);  
begin  
  frmgraf.showmodal;  
end;  
end.
```

APÊNDICE 2: RELATÓRIOS DE CALIBRAÇÃO DE ULTRA-SOM TERAPÊUTICO

Abaixo na fig. 6.1 é demonstrado o relatório de calibração do modelo de ultra-som terapêutico Carci 4110.

FIGURA 6.1 – RELATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ULTRA-SOM CARCI 4110

	Calibração de Ultra-som Terapêutico		
	Marca : CARCI		
	Modelo : 4110		
	Nº de Série : 9987		
	Tecnologia : Analógico		
Frequência do Transdutor : 1 MHz			
ERA : 2,3 cm ²			
Calibração de Ultra-som Terapêutico			
<u>Dados do Watímetro de Ultra-Som</u>			
Marca : OHMIC INSTRUMENTS			
Modelo : UPM DT100-N			
Nº de Série : 270			
Tempo de Aquecimento : 15 Minutos			
Modo de Operação : Contínuo			
Potência Indicada	Potência Nominal	Potência Medida	
0,1 W/cm ²	0,23 W	0,0 W	
0,5 W/cm ²	1,15 W	2,8 W	
1,0 W/cm ²	2,3 W	0,0 W	
1,5 W/cm ²	3,45 W	2,4 W	
2,0 W/cm ²	4,6 W	10,0 W	
2,5 W/cm ²	5,75 W	0,0 W	
3,0 W/cm ²	6,9 W	0,0 W	
<p>Conclusões : Observa-se que este equipamento não apresenta linearidade, mas sim uma saturação da dosimetria, entretanto para os níveis de segurança de dosimetria aplicada ao paciente o equipamento está dentro da norma (20%). Sendo assim, o equipamento está dentro das exigências estabelecidas pelo fabricante e normas de segurança.</p>			
Data : 03/12/02	Hora : 10:30	Página : 1	

Abaixo na fig. 6.2 é demonstrado o relatório de calibração do modelo de ultra-som terapêutico KLD Avatar V.

FIGURA 6.2 – RELATÓRIO DE CALIBRAÇÃO DO MODELO DE ULTRA-SOM KLD AVATAR V

	Calibração de Ultra-som Terapêutico		
	Marca : KLD		
	Modelo : Avatar V		
	Nº de Série : 123456		
	Tecnologia : Digital		
	Frequência do Transdutor : 3 MHz		
ERA : DADO NÃO DISPONÍVEL			
Calibração de Ultra-som Terapêutico			
<u>Dados do Watímetro de Ultra-Som</u>			
Marca : OHMIC INSTRUMENTS			
Modelo : UPM DT100-N			
Nº de Série : 270			
Tempo de Aquecimento : 15 minutos			
Modo de Operação : Contínuo			
Potência Indicada	Potência Nominal	Potência Medida	
0,1 W/cm ²		6,0 W	
0,5 W/cm ²		6,4 W	
1,0 W/cm ²		7,4 W	
1,5 W/cm ²		0,4 W	
2,0 W/cm ²		0,0 W	
2,5 W/cm ²		4,0 W	
3,0 W/cm ²		0,2 W	
Conclusões : Observa-se que a dosimetria está dentro dos limites máximos e mínimos permitidos pelas normas de segurança (+/- 20%)			
Data : 03/12/02	Hora : 10:32	Página : 1	