

## **IMPLEMENTAÇÃO DE INTERFACE GRÁFICA E AQUISIÇÃO DE IMAGENS DIGITAIS DE ECOCARDIOGRAMA DE ESFORÇO.**

**João Walter Saunders Pacheco do VALE ; José Arimatéia Carvalho Silva JÚNIOR; Auzuir Ripardo de ALEXANDRIA<sup>(1)</sup> ;Paulo César CORTEZ<sup>(2)</sup> ; José Sebastião de ABREU<sup>(3)</sup>**

(1) Centro Federal de Educacao Tecnologica do Ceará, AV. 13 de maio, 2081 - Benfica – Fortaleza/CE, (85) 3307-3666, e-mail: { waltrk@gmail.com, juniorcs07@hotmail.com, auzuir@cefetce.br, }

(2) Universidade Federal do Ceará, Departamento de Teleinformática, Campus do PICI S/N, Bloco 725 Cx.Postal 6007, CEP. 60455-970 Fortaleza /CE ,(85) 3366-9468 email: { cortez@lesc.ufc.br }

(3) Hospital Universitário Walter Cantídio (UFC) ,Rua Capitão Francisco Pedro, 1290 - Rodolfo Teófilo - 60430-370 - Fortaleza / Ceará. (85) 3366.8167 email: { jsabreu10@yahoo.com.br }

### **RESUMO**

O ecocardiograma é um exame não invasivo é de baixo custo e possibilita a visualização de imagens que constam as alterações em músculos cardíacos facilitando a identificação de doenças cardiovasculares. O especialista realiza as análises e considerações sobre a saúde do paciente, com base na imagem gerada. Um importante elemento no diagnóstico médico do miocárdio são os dados obtidos do ventrículo esquerdo. Analisando esta cavidade, o especialista pode, então, proceder com o seu diagnóstico. Apesar das várias melhorias as imagens geradas não são muito claras tornado o resultado subjetivo. Para ajudar no diagnóstico médico pode-se utilizar uma técnica que apresenta melhor continuidade do contorno do ventrículo esquerdo, que é o método de contornos ativos chamado *Snakes*, em seguida calcula-se o volume desse gerando um gráfico em relação ao tempo, após isso pode-se arquivar todas as informações para futuras comparações. O objetivo deste trabalho é implementar uma interface gráfica e fazer a aquisição de imagens do ecocardiograma buscando reduzir a subjetividade no diagnóstico médico. Essa interface gráfica já tem propriedades para: capturar e salvar as imagens, segmenta-las utilizando o método *Snakes*, aplicar filtros, criar perfil de pacientes (banco de dados), calcular volume através do contorno e gerar gráfico desse.

**Palavras-chave:** ecocardiograma, processamento digital de imagens, segmentação de imagens, contornos ativos, *snakes*.

## 1. INTRODUÇÃO

As doenças cardiovasculares representam uma grande parte das causas da mortalidade. Sabendo que o diagnóstico precoce da doença coronária previne infartos e, além de reduzir a mortalidade diminui os custos sociais dessas doenças. Os especialistas tendem a buscar métodos que apresentem maior rapidez nos resultados. Nesse contexto a Ecocardiografia Bidimensional se destaca, pois possibilita a visualização de alterações do músculo cardíaco, facilitando a identificação daquelas doenças e assim a condição de um diagnóstico mais rápido. Além disso, ela apresenta a particularidade de ser não invasiva e de baixo custo, em comparação com outros métodos como medicina nuclear ou coronariografia.

O desenvolvimento de sistemas computacionais em sintonia com o conhecimento médico possibilitou a construção de equipamentos que têm se mostrado importantes quanto à identificação de patologias e seus tratamentos. O uso destes equipamentos está presente em diversas formas, desde simples exames laboratoriais a exames de elevada complexidade, como tomógrafos e aparelhos de ultra-som (WEBSTER, 1998). Essas facilidades têm possibilitado importantes avanços nos diagnósticos e seu uso está disseminando na medicina e telemedicina (MARKMAN, 1997; OLIVEIRA; CORTEZ E CARVALHO, 2004). Dentre os equipamentos desenvolvidos para o auxílio aos especialistas quanto ao diagnóstico, encontra-se: eletroencefalograma, eletrocardiograma, ecocardiógrafo, angiógrafo, entre outros. Todos esses equipamentos operam em diversas áreas da medicina, e todos têm, em comum, as imagens e/ou gráficos como representação do estado do objeto em análise.

O aparelho de ecocardiograma produz imagens das estruturas internas do músculo cardíaco através de emissão de ondas de som que ao tocarem no mesmo, retornam em ângulos que dependem diretamente das características físicas do tecido, como exemplo textura. As ondas ao refletirem em direção do equipamento gerador, são processadas e representadas graficamente em uma tela. A partir delas imagem gerada, é que o especialista realiza as análises ou considerações a respeito das condições de saúde dos pacientes.

Um importante dado levado em consideração no diagnóstico do miocárdio, são os dados obtidos do ventrículo esquerdo. O cálculo do volume, capacidade de deformidade e área do ventrículo esquerdo, por exemplo, são informações importantes para a detecção de isquemia cardíaca, bem como para o planejamento cirúrgico.

Para ajudar no diagnóstico, diminuindo a subjetividade dos resultados, técnicas de visão computacional, como segmentação e contornos ativos foram desenvolvidos (CAIANI E LANG, 2001). Dentre as técnicas de contornos ativos destacam-se duas conhecidas: contornos ativos paramétricos e contornos ativos geométricos (BOUHOURS, 2006; EBADOLLAHI, 2002). Tais técnicas consistem em construir segmentos de reta ou splines à medida que os limites da área interna da cavidade do ventrículo esquerdo vão sendo identificados. Esses contornos continuam sendo moldados às paredes internas do ventrículo esquerdo, de acordo com os deslocamentos das mesmas, de maneira que estão em constantes atualizações do ponto de controle que orientam os segmentos de reta ou as aproximações das curvas (dependendo da técnica adotada).

Este projeto visa a implementação de uma interface gráfica capaz de fazer a aquisição de imagens do ecocardiograma buscando reduzir a subjetividade no diagnóstico médico. Essa interface gráfica desenvolvida na linguagem c/c++, tem propriedades para: capturar e salvar as imagens, segmentá-las utilizando o método Snakes, aplicar filtros, criar perfil de pacientes (banco de dados com linguagem SQL), calcular volume através do contorno e gerar gráfico desse.

Este trabalho é apresentado da forma descrita a seguir. Na Seção 2 é mostrada o princípio de ultrasonografia, Na Seção 3 e 4, por sua vez, é apresentada o ecocardiograma e ecocardiograma de esforço, Na Seção 5 e 6 uma breve revisão sobre banco de dados e linguagem SQL. Na Seção 7 é apresentado a orientação a objeto e na Seção 8 apresentados a metodologia.

## 2. ULTRASONOGRAFIA

A ultrasonografia é um método diagnóstico que aproveita o eco produzido pelo som para formar em tempo real as reflexões produzidas pelas estruturas e órgãos do organismo. Os aparelhos de ultra-som em geral utilizam uma frequência variada dependendo do tipo de transdutor, desde 2 até 14 MHz, emitindo através de uma fonte de cristal piezelétrico. O referido cristal é um material com estrutura cristalina que se polariza com

a pressão e gera uma tensão elétrica em suas extremidades. O feito inverso é válido. Quando se coloca esta tensão nas suas extremidades a estrutura se dilata. A sonda que fica em contato com a pele recebe os ecos gerados, que são interpretados através da computação gráfica. Quanto maior a frequência maior a resolução obtida. Conforme a densidade e composição das estruturas a atenuação e mudança de fase dos sinais emitidos varia, tornando possível a tradução em uma escala de cinza, que forma a imagem dos órgãos internos.

### 3. ECOCARDIOGRAMA

O ecocardiograma é um método auxiliar de diagnóstico utilizado no estudo do coração, com o intuito de detectar anomalias morfológicas e funcionais das estruturas- câmaras cardíacas (auriculares e ventriculares) válvulas e grandes vasos sanguíneos (artéria pulmonar e aorta); permitindo também medir o fluxo de sangue nas válvulas e nos grandes vasos do coração.

Baseados no uso de ultra-som, ou seja, as ondas acústicas com frequência de mais de 20 mil Hz (ciclos por segundo), geralmente em torno de 2 a 4 MHz. A ecocardiografia apresenta imagens estáticas e em movimento do músculo e das valvas cardíacas. Na Figura 1 é apresentada uma imagem de ecocardiograma típico.

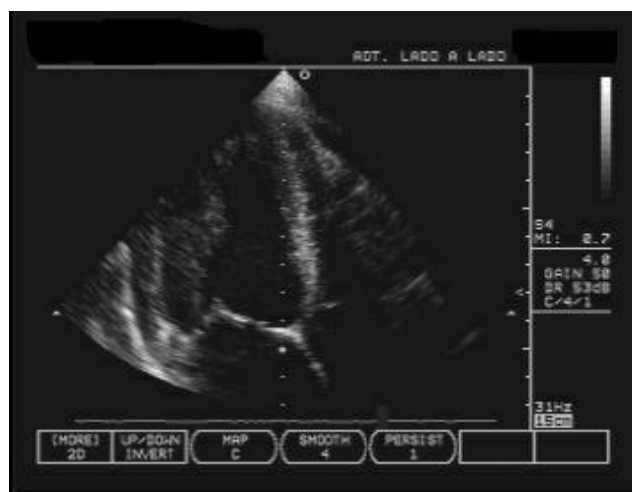


Figura 1- Imagem de um ecocardiograma

### 4. ECOCARDIOGRAMA DE ESFORÇO

O ecocardiograma de esforço é baseado no conceito que aumentado a carga cardíaca precisa-se para se obter sinais de uma disfunção fisiológica e muitos tipos de doenças cardíacas, por exemplo, em pacientes com doença na artéria coronária, restringindo o fluxo sanguíneo para o miocárdio, impedindo que ele faça sua função. No ecocardiograma de repouso as paredes visualizadas darão a impressão de normalidade. Contudo com o aumento do stress cardíaco, o aumento do fluxo sanguíneo não pode ser balanceado pelo fluxo da artéria coronária, causando uma esquemia por insuficiência do miocárdio (OTTO, 2004).

O termo modelo dinâmico é utilizado para especificar um modelo genérico capaz de se ajustar às novas condições a partir de alterações no ambiente em que opera. Estes termos também referenciam objetos capazes de produzir movimentos independentes em sistemas dinâmicos (RUIZ, 1996).

### 5. BANCO DE DADOS

Banco de dados, (ou bases de dados), é um conjunto de informações que são organizadas de maneira que possam ser facilmente acessadas, administradas e atualizadas. São dispostos em estrutura regular e geralmente são classificados de acordo com seu tipo de conteúdo texto, número ou imagem por exemplo.

Aceitando uma abordagem mais técnica, um banco de dados é uma coleção de registros salvos.

O termo banco de dados foi criado, inicialmente, pela comunidade de computação, para indicar coleções organizadas de dados armazenados em computadores digitais, no entanto, o termo é, atualmente, utilizado para indicar toda forma de registro de dados seja ela digital ou de uma outra forma.

O modelo de dados mais adotado hoje em dia, e utilizado no programa, é o modelo relacional, onde as estruturas têm a forma de tabelas, compostas por linhas e colunas.

Como principais exemplos de Banco de Dados tem-se: lista telefônica, fichas do acervo de uma biblioteca etc.

O banco de dados presente no software do projeto foi desenvolvido para abrigar as informações dos pacientes como:

- Nome e Idade
- Praticante de Esporte
- Data da última consulta.
- Data da consulta atual.
- Diagnóstico Medico
- Fotos do Ecocardiograma
- Vídeos do Ecocardiograma
- e outras informações.

## **6. A LINGUAGEM SQL (*STRUCTURED QUERY LANGUAGE*) E A FONTE DE DADOS ODBC (*OPEN DATA BASE CONNECTIVITY*)**

A linguagem SQL ou *Structured Query Language*, ou ainda, ou Linguagem de Consulta Estruturada é uma linguagem de pesquisa declarativa para banco de dados relacional.

O modelo relacional encontra-se padronizado pela indústria de informática. Ele é chamado de padrão SQL.

O padrão SQL define precisamente uma interface SQL para a definição de tabelas, para as operações sobre as mesmas (seleção, projeção, junção, e outras) e para a definição de regras de integridade de bancos de dados.

Uma vez que a interface SQL é portanto implementada em todos os sistemas de bancos de dados relacionais existentes, facilitando a interoperabilidade o Banco de Dados do projeto foi desenvolvido nesta linguagem.

Open Data Base *Connectivity* ou ODBC é um padrão para acesso a sistemas gerenciadores de bancos de dados. Este padrão define um conjunto de interfaces que permitem o uso de linguagens de programação como Visual Basic, Delphi, C++, entre outras capazes de utilizar estas interfaces, para ter acesso a uma vasta gama de bases de dados distintas sem a necessidade de codificar métodos de acesso especializados.

Usando o ODBC, através da sua implementação específica da linguagem SQL, a aplicação pode comunicar-se com a base de dados de forma transparente, permitindo, por exemplo, que um mesmo programa possa utilizar simultaneamente diversos programas de administração de Banco de Dados sem a necessidade de mudanças na sua camada de dados. Obviamente, o uso destes programas estará condicionado à existência de drivers ODBC específicos para as bases de dados que se deseja acessar.

O presente programa utilizou-se das ferramentas administrativas do sistema operacional Windows para se criar a Fonte de Dados (ODBC), para que pudessem haver uma movimentação sem grandes complicações entre de dados entre o Banco e a interface gráfica.

## **7. PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A OBJETO**

Em programação orientada a objeto, uma classe abstrai um conjunto de objetos com características similares. Uma classe define o comportamento de seus objetos através de métodos e os estados possíveis destes objetos através de atributos. Em outros termos, uma classe descreve os serviços providos por seus objetos e quais

informações eles podem armazenar. Classes não são diretamente suportadas em todas as linguagens, e são necessárias para que uma linguagem seja orientada a objetos.

Para este projeto foi-se necessário implementar uma classe chamada “snake” para segmentar o ventrículo esquerdo, essa classe contém diversas funções entre elas, calcular área segmentada etc. Área faz parte da classe *Snakes* a qual é a classe responsável pela segmentação da imagem. O cálculo da área foi feito por uma soma de determinantes.

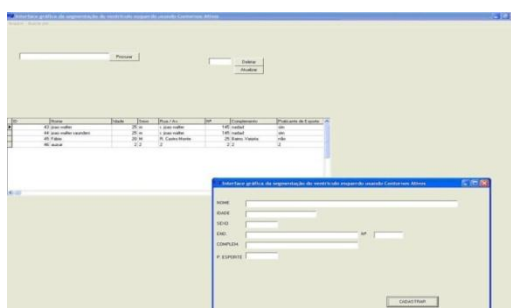
## 8. METODOLOGIA

Neste trabalho foi desenvolvida uma interface gráfica que constituída por:

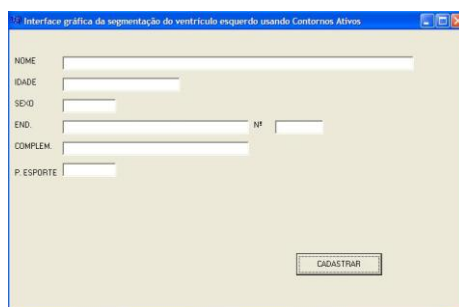
- Um modelo de Banco de Dados (BD)
- Um modelo de contornos ativos
- Metodologia de aquisição de imagens de ecocardiogramas para testes
- Metodologia de cálculo da área segmentada pelo contornos ativos

A principal função do Banco está na possibilidade de se ter um cadastro dos pacientes que irão ser submetidos ao exame. Tendo nesse banco informações como: nome, idade, sexo, fotos dos exames antigos, vídeos entre outras diversas informações necessárias para exames futuros.

Na Figura 6 é mostrada a interface inicial dos teste do Banco de Dados, já na Figura 7 apresenta a tela de cadastro de pacientes.

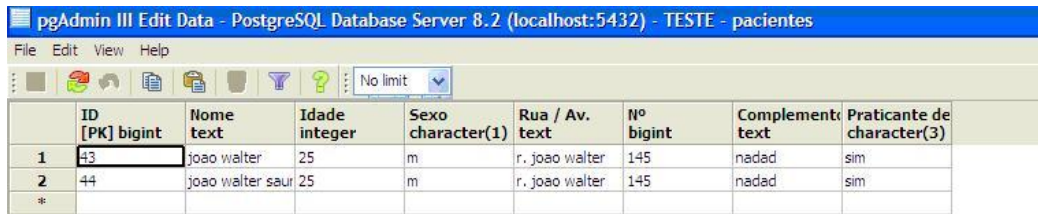


**Figura 6 - Interface de teste do Banco de Dados**



**Figura 7 - Tela de cadastro de pacientes**

Na Figura 8 são apresentadas às configurações da tabela do BD, ou seja, aonde se define as colunas que irão fazer parte da tabela e o tipo de parâmetros que nela vai existir. Ex. texto ou número. Para se estabelecer as colunas presentes no Banco de Dados de cadastro de pacientes é preciso antes saber quais são as informações importantes em um exame de Ecocardiograma como exemplos informações se o paciente tem antecedentes com problemas cardíacos, é ou não praticante de esportes, fumante ou bebe bebida alcoólica e a frequência entre muitas outras.



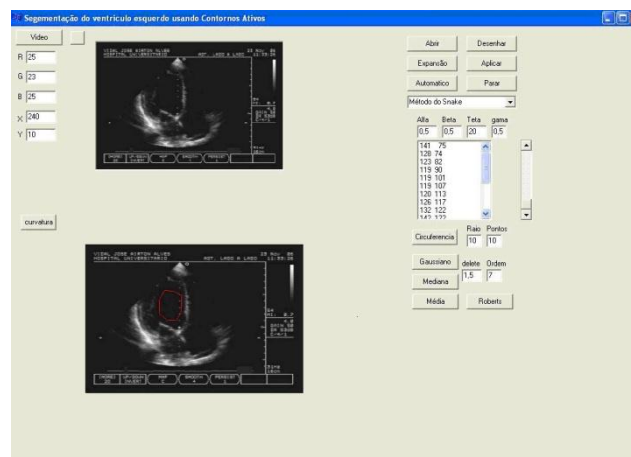
	ID [PK] bigint	Nome text	Idade integer	Sexo character(1)	Rua / Av. text	Nº bigint	Complemento text	Praticante de character(3)
1	43	joao walter	25	m	r. joao walter	145	nadad	sim
2	44	joao walter saur	25	m	r. joao walter	145	nadad	sim

**Figura 8: interface de ajustes das colunas que irão fazer parte do Banco de Dados**

O modelo de contornos ativos (*Snakes*) está funcionando em perfeitas condições em imagens com poucos ruídos e em imagens preto e branco, entretanto para imagens ruidosas é necessário se fazer antes, uma preparação de forma a atenuar o ruído ou removê-lo completamente.

Foram utilizados, então, filtro passa-baixas (Gaussiano) para suavizar os ruídos, com isso ocorreu a obtenção de melhores resultados.

Para a visualização do modelo de contornos ativos foi aplicado o algoritmo de *Snakes* denominado *greedy*, Esse algoritmo utiliza 3 forças para fazer com que exista os contornos ativos, essas forças são: Força de continuidade, Força de curvatura e a Força Gradiente, sendo as duas primeiras são forças internas e a terceira é uma força externa. Na Figura 9 são apresentados os primeiros testes dos Contornos Ativos.



**Figura 9 - interface gráfica dos Contornos Ativos (*Snakes*)**

Após se aplicar o contorno ativo deve-se fazer um calculo da área determinada pelo mesmo e então gerar um gráfico. Este, por sua vez, fornecerá ao médico os momentos de esforço maior do paciente. Pode-se verificar isso nas figuras 10, 11, e 12.

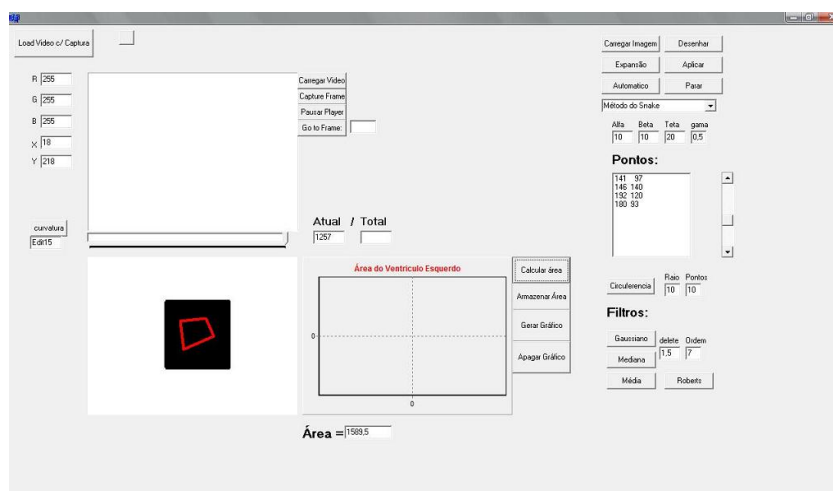


Figura 10 - Interface gráfica calculando a área da parte interna vermelha e armazenando o valor

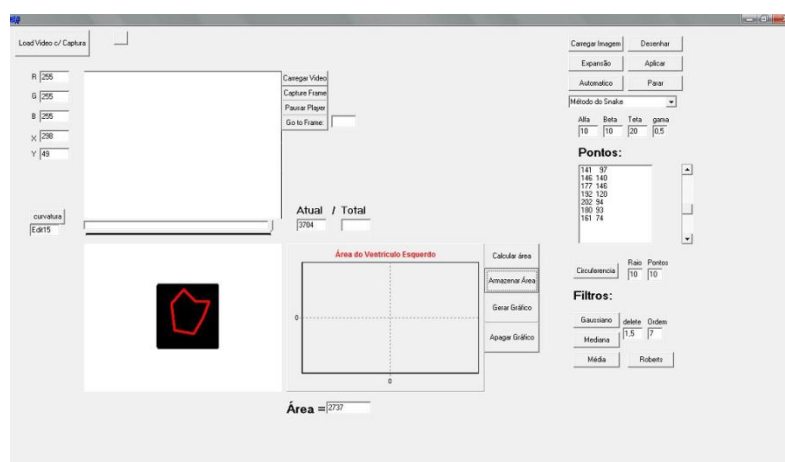


Figura 11 - Interface gráfica calculando a área da parte interna vermelha e armazenando o valor

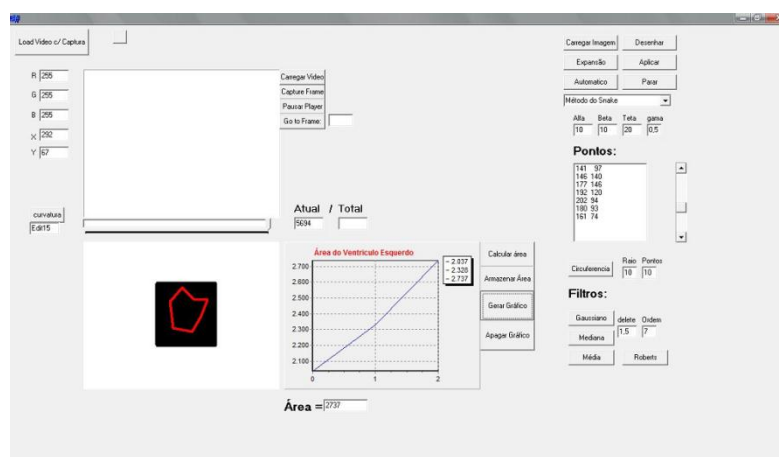


Figura 12 - Interface gráfica gerando o gráfico a partir das áreas armazenadas

Para realizar de alguns testes, um médico foi contatado e o mesmo forneceu alguns vídeos em um CD com exames de eco. Esses vídeos foram fragmentados com o intuito de deixar somente a parte do exame que possui maior relevância para os testes.

A interface mais atual do programa pode ser visto na figura 13, com um design mais amigável e contendo um menu na parte superior para facilitar a execução do exame.

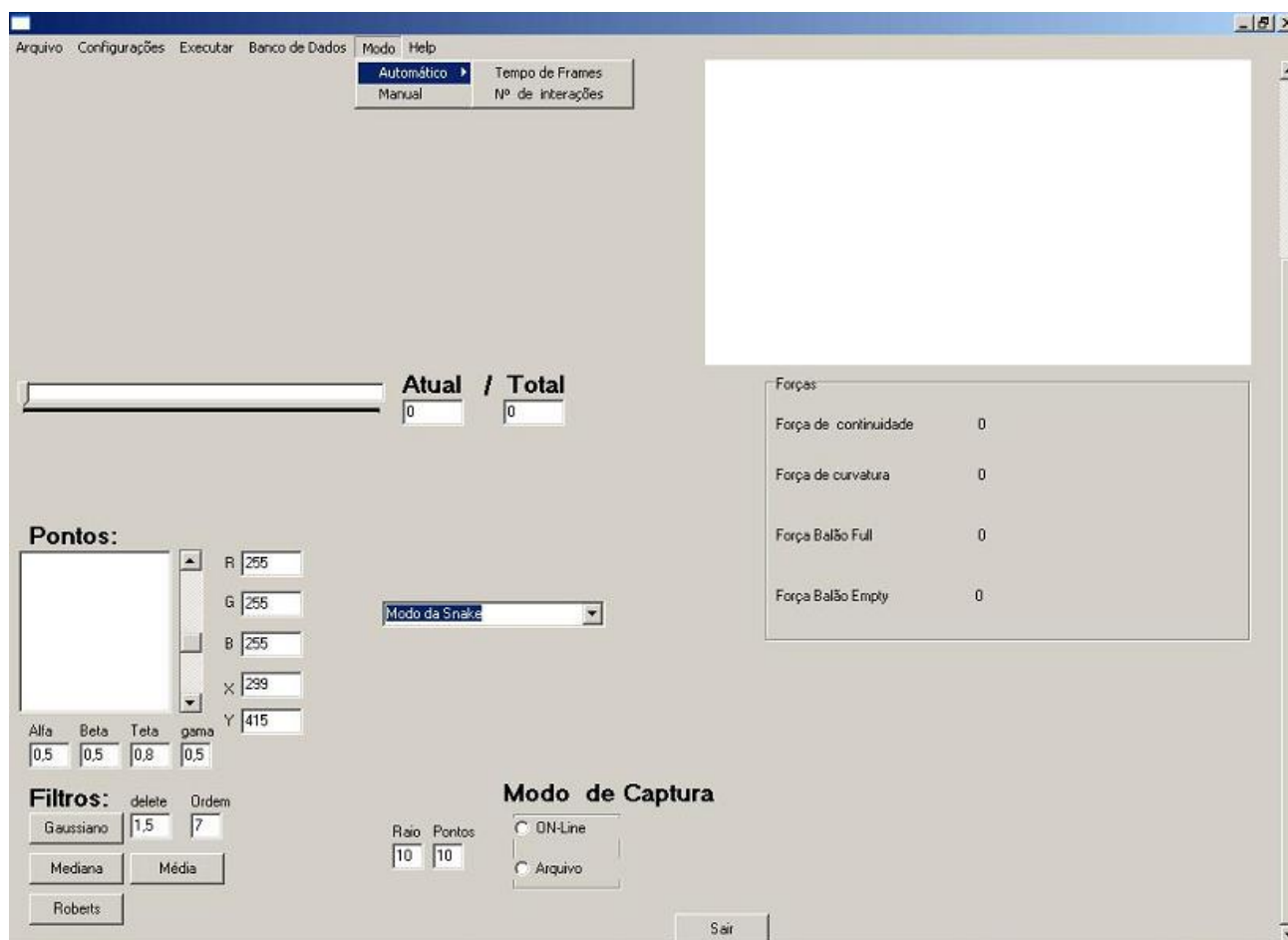


Figura 13 - Interface gráfica mais atual, com menu na parte superior

## REFERÊNCIAS

A. Amini, S Tehrani,T.E.,Using Dynamic Programming for Minimizing the Energy of Active Contorns in the Presence of Hard Constraints in Proceedings, Second International Conference Computer Vision,1998

AMINI, A.; WEYMOUTH, T.; JAIN, R. C. Using dynamic programming for solving variational problems in vision. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, v. 12, p. 855-867, 1990.

Area of an Irregular Polygon. Acedido em dia 28, de marco, 2008, em: <http://www.mathopenref.com/polygonirregulararea.html>

BISWAS, S. Segmentation based compression for graylevel images. The Journal of the Pattern Recognition Society, p. 1501 – 1517, Julho 2002

BOUHOURS, A. Segmentação do ventrículo esquerdo em echocardiograma usando contornos ativos (snake). Dissertação de mestrado - Universidade Federal Ceará, Fortaleza, set. 2006.

BOYD, N. Y.; CHACKO, A. K. Remote digital echocardiography for the identification of cardiac valvular disease. Computing in Cardiology, n. 2, p. 1- 4, 2003.



- CAIANI, E. G.; LANG, R. M.; Echocardiographic evaluation of ventricular wall motion using still-frame parametric imaging. IEEE Computing in Cardiology, n. 28, p. 89-92, 2001.
- CASELLES, V. et al. A geometric model for active contours. Numerische Mathematik, v.66, 1993.
- DANGELO, J.G., Fattini, C.A. Anatomia Básicas dos Sistemas Orgânicos, Livraria Atheneu Editora, 1991.
- DAVIS, D.; LINYING, S.; SHARP, B. Neural networks for x-ray image segmentation. 12th International Conference on Control Systems and Computer Science, p. 264 – 271, Março 1999.
- DUMITRAS, A.; VENETSANOPOLOS. A comparative study of snakes models with application to object shape description in bi-level and gray images. IEEE EURASIP WORKSHOP ON NONLINEAR, 2001.
- EBADOLLAHI, S.; CHANG, S.; WU, H. Echocardiogram videos: summarization, Temporal segmentation and browsing”. International Conference on Image processing, v. 1, p.613-616, sept., 2002.
- FAN, L.; TAN, C. L.; FAN, L. Edge-preserving prefiltering for document image binarization. International Conference on Image Processing, 2001.
- GONZALEZ, R. C. Paul Wintz, Digital Image Processing, 2 ed., Addison-Wesley Publishing Company, Inc., 1987.
- GONZALEZ, R. C.; WOODS, R. E. Digital Image Processing. 2nd ed. New Jersey: Prentice Hall, 2002.
- JOHNSON, R. Eletrocardiografia: uma abordagem simplificada. 1ª. ed. Rio de Janeiro: Editora Guanabara S.A., 1998.
- KADDOURA, S. Echo made easy. Edinburgh: Elsevier Churchill Livingstone, 2002.
- KASS M., A. Witkin, D. Terzopoulos, "Snakes: Active Contour Models" in First International Conference on Computer Vision, London, pg. 259-268, 1987.
- KASS, M.; WITKIN, A. ; TERZOPOULOS, D. Snakes / active contour models. International Journal on Computer Vision, v. 1, p. 321 – 331, 1987.
- Maes L.; DELAERE, D.; SUETENS, P. Automated contour detection of the Left Ventricle in short axis view and long axis view 2D echocardiograms. Machine Vision and Applications, v. 6, n.1, p. 1-9, Dec. 1993.
- MALLADI, R.; SETHIAN, J. A. ; VEMURI, B. C. Shape modelling with front propagation : a level set approach. IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence, v. 17, p. 158-175, 1995.
- MARKMAN, B. F. A ecocardiografia de estresse com dobutamina na doença coronária. Dissertação de mestrado - Faculdade de Medicina da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, set. 1997.
- MEDEIROS, F. N. S.; Costa, Rodrigo Carvalho Souza; Marques, Régis Cristiano Pinheiro et al. Multiscale detection of linear features in speckled imagery. SIBGRAPI 2003 - Brazilian Symposium on Computer Graphics and Image Processing, São Carlos, v. 1, p. 371-375, 2003.
- Oliveira, Luiz Roberto de; CORTEZ, P. C.; CARVALHO, Adriano. Telemedicina e interiorização do ensino médico. In: IX Congresso Brasileiro de Informática em Saúde. Anais do IX CBIS, Ribeirão Preto, v.1. p. 38-42, 2004.
- OTTO, Catherine M. Textbook of clinical echocardiography, 3rd ed. , Philadelphia: Elsevier Saunders, 2002.
- PARAGIOS, N. A level set approach for shape-driven segmentation and tracking of the left ventricle. IEEE Transactions on Medical Imaging, v. 22, n. 6, p. 773 – 776, June, 2003.
- PISA, I. T. Análise do Movimento da Parede do Ventrículo Esquerdo Usando Modelo Contorno Ativo em Imagens Ecocardiográficas com Color Kinesis Dissertação (Mestrado)-Universidade de São Paulo, 1999
- PostgreSQLBrasil. Acedido em: 18, de abril de 2008, em: <http://www.postgresql.org.br/>
- S. Zucker, “Computational and Psychophysical Experiments in Grouping: Early Orientation Selection,” in Human and Machine Vision, Beck, Hope and Rosenfeld, Eds., pp. 545-567, 1983.
- S. Zucker, R. Hummel, A. Rosenfeld, “An Application of Relaxation Labeling to Line and Curve Enhancement,” in IEEE Trans.on Computers, vol. C-26, p. 394, 1977.

SHIMABUKURO Y. S.;MELLO E. M. K.;MOREIRA J. C. Segmentação e classificação da imagem sombria do modelo de mistura para mapear desflorestamento da amazonia. Instituto nacional de pesquisas espaciais, 2003

SILVA, J. S.; Santos, B. S. ; Silva, A.; Madeira, J. Modelos deformáveis em imagens médicas: uma introdução. Revista do Detua, v. 4, n. 3, set. 2004.

SKOULSON, M. B.; KOWALSKI, M. E. A simple and efficient method for image segmentation with deformable templates. 4th IEEE Southwest Symposium on Image Analysis and Interpretation, Austin, Texas., Abril 2000.

T. F. Cootes, C. J. Taylor, "Active shape models - smart snakes",in David Hogg e Roger Boyle, editores, BMVC92 - BritishMachine Vision Conference, pp. 267-275, Leeds UK, September1992. Springer Verlag.

TAVARES, João Manuel R.S. Análise de movimento de corpos usando Visão Computacional. Tese de doutorado - Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, Porto, jul. 2000.

WEBSTER, John G. Medical instrumentation application designer. 3rd ed., USA:John Wiley and Sons Inc., 1998.

WIKIPÉDIA. Desenvolvido pela Wikimedia Foundation. Apresenta conteúdo enciclopédico. Disponível em: <<http://pt.wikipedia.org/w/index.php?title=Ultra-sonografia&oldid=8857932>>. Acesso em: 28 Jan 2008.

XU, C.; PRINCE, J. Snakes, shapes, and gradient vector \_ow. IEEE Trans. on Image Process, v. 7, n. 3, p. 359\_369, 1998.

ZONG, X.; LAINE; A. F. ;GEISER, E. A. Speckle reduction and contrast enhancement of echocardiograms via multiscale nonlinear processing. IEEE Transactions On Medical Imaging, v. 17, n. 4, p. 532-540, Aug. 1998.

## **AGRADECIMENTOS**

Ao Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, à Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação e ao Laboratório de Ensaios Mecânicos (LEM) do CEFETCE, Laboratório de Teleinformática (LATIN) da UFC, ao Hospital Universitário Walter Cantídio (UFC) e ao Conselho Nacional de Pesquisas e Desenvolvimento (CNPQ) que proporcionou suporte financeiro.

.