

# DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA GRÁFICO PARA O PROCESSAMENTO E VISUALIZAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS OBTIDAS POR RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

*por*

*Slaets, J.F.W.; Traina, A.J.M.; Paiva, M.S.V.; Almeida, L.O.B.*

Instituto de Física e Química de São Carlos - USP  
Departamento de Física e Ciência dos Materiais  
Av. Dr. Carlos Botelho, 1465 - São Carlos - SP CEP 13560  
Caixa Postal 369  
Fone: (0162)72-4496  
E. Mail: Jan@ifqsc.ansp.br

## RESUMO

Neste trabalho serão apresentadas as características de um sistema gráfico em desenvolvimento no Laboratório de Instrumentação Eletrônica e Computação (LIEC) do Instituto de Física e Química de São Carlos (IFQSC) - USP, que deverá ser usado na reconstrução e interpretação de imagens obtidas por Tomografia por RM.

## INTRODUÇÃO

O objetivo do desenvolvimento deste sistema gráfico é permitir a visualização e o processamento de imagens tomográficas obtidas por RM.

Este sistema integrar-se-á ao tomógrafo computadorizado usando a técnica de Ressonância Magnética, que está em desenvolvimento no IFQSC [1]. Trata-se de um processo não invasivo, para a coleta de dados das estruturas internas de amostras orgânicas. Por esta característica apresenta-se promissor para aplicações em várias áreas, tais como: bioquímica, diagnóstico em medicina, etc.

Será especificado a seguir o sistema gráfico de forma integral, ou seja, tanto a arquitetura dedicada à visualização e processamento das imagens obtidas por RM

("hardware"), quanto o sistema de "software" que gerencia e realiza o processamento e a visualização de tais imagens.

## DESCRIÇÃO DO SISTEMA DE "SOFTWARE"

O sistema de Processamento de Imagens foi desenvolvido inicialmente em uma estação gráfica InterPro 32C de fabricação da Intergraph, o qual foi todo elaborado em linguagem "C" utilizando chamadas do ambiente gráfico Environ V, que é suportado pela estação gráfica InterPro 32C. O sistema de Processamento de Imagens foi elaborado modularmente com o intuito de ser facilmente migrado para outras arquiteturas de computadores, procurando facilitar ao máximo a interação com o usuário, através da utilização de menus, envio de mensagens ao usuário relativas a cada passo do processamento, e entrada de dados através de utilização de "mouse", atualmente está sendo desenvolvido o ambiente gráfico que dará base à arquitetura gráfica construída sobre o TMS34010, para que a seguir seja transportado o sistema de Processamento de Imagens já desenvolvido [2] [3] [4].

## PROCESSAMENTO DOS DADOS

O primeiro passo para transformar os dados coletados, em imagens é efetuar uma Transformada de Fourier Bidimensional sobre os mesmos, transformando assim as frequências e suas respectivas amplitudes do sinal amostrado, em pontos espaciais com níveis de intensidade associados. Esses dados são normalizados em uma faixa de intensidades adequada, que atualmente é de 256 níveis, gerando finalmente a imagem a ser visualizada.

O processamento dos dados é dividido em dois tipos: o processamento dos dados efetuado no próprio processo para se obter a imagem, ou seja, dentro da própria Transformada de Fourier, e o processamento efetuado depois que a imagem já foi obtida. A Transformada de Fourier além de reconstruir a imagem, permite interpolar os dados coletados, conseguindo-se assim adequar a resolução espacial da imagem ao tamanho desejado para visualização. Outro tipo de interpolação pode ser efetuado através das técnicas de interpolação convencionais, utilizando-se até mais do que um algoritmo de interpolação de cada vez [5] [6].

Juntamente com a visualização das imagens na estação gráfica, permite-se ao usuário manipular dinamicamente a tabela de cores da imagem. Dessa forma o usuário pode interativamente alterar níveis de intensidade conforme o seu interesse, manipulando níveis em RGB. Esta manipulação permite a alteração da atribuição de níveis de intensidade (contraste) ou cores na imagem.

A alteração de contraste de uma faixa de intensidades de pontos, pode ser conseguida alterando-se a distribuição dos tons de cinza disponíveis para as intensidades dos pontos. Um modo de se permitir ao usuário escolher a divisão dos níveis de intensidade, é através de histogramas que mostrem para cada nível de intensidade a frequência de pontos a ele associada. Assim juntamente com a visualização da imagem, o usuário pode solicitar que o histograma da imagem mostrada seja exposto. Dessa forma pode-se fazer uma divisão não linear, que mostre regiões com determinada faixa de intensidade mais interessante para o usuário. Assim juntamente com a visualização da imagem o usuário pode solicitar que o histograma da imagem mostrada seja exposto.

### **ESTÁGIO ATUAL DO SISTEMA DE "SOFTWARE"**

Os dados coletadas pelo sistema de aquisição do tomógrafo são transferidos para a estação gráfica onde é processada a Transformada de Fourier sobre os mesmos, levando-se a obter a imagem dos dados. Pode-se efetuar uma ampliação da imagem na própria Transformada de Fourier dimensionando-se a matriz resultado com o tamanho desejado. Dessa forma as imagens podem atualmente ser visualizadas nos tamanhos 256x256, 256x512 ou 512x512 pontos.

Imagens maiores depois de serem processadas, podem ser visualizadas em partes, ou seja, pode-se quebrá-las em quadrantes e visualizá-los separadamente.

O sistema de software apresenta tipicamente três janelas: uma janela que mostra a imagem processada, uma segunda janela que apresenta a tabela de cores em que a imagem está mapeada, permitindo-se alterá-la dinamicamente, e uma terceira janela na qual apresenta-se o histograma normalizado da imagem, ou seja, a quantidade de pontos da imagem associado a cada valor da tabela de cores (ver figuras 1 e 2). Nesse estágio do projeto, o histograma apresenta os pontos agrupados em faixas de 8 níveis de intensidade.

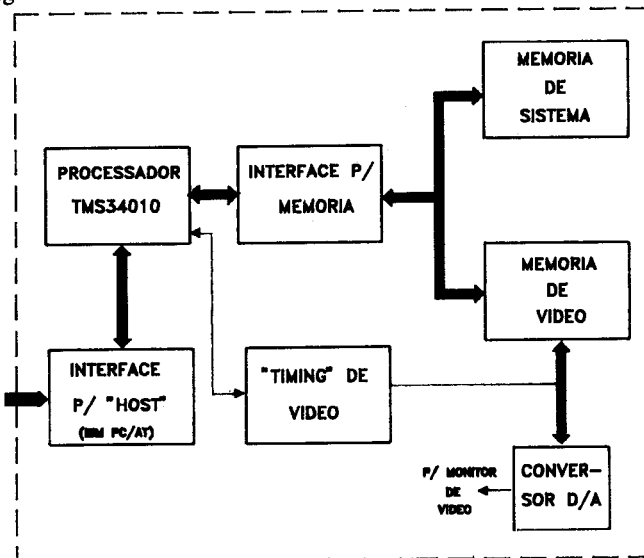
Permite-se ao usuário definir pelo histograma, através do "mouse", uma faixa de níveis de intensidade que ele deseja alterar na tabela de cores, facilitando a escolha de uma faixa de níveis pelo número de pontos da imagem a ela associada.

Outra opção que o usuário possui é a manipulação da imagem através de operações de filtragens, implementadas através de filtros espaciais tipo "passa-altas" e "passa-baixas", e também operadores para delimitação de bordas. O sistema permite manipular até três imagens simultâneas, podendo-se efetuar operações aritméticas e lógicas sobre as imagens, ou seja somar duas imagens obtidas por filtragens diferentes, ou fazer a diferença entre várias imagens. Também as operações lógicas de "E", "OU" e "NÃO" estão disponíveis. Tais imagens já operadas podem ser armazenadas em arquivos para serem utilizadas posteriormente.

### DESCRIÇÃO DO "HARDWARE" DO SISTEMA GRÁFICO

O sistema gráfico completo é constituído por memórias de imagem, um processador gráfico, memória de tela, monitor de vídeo, e utiliza como hospedeiro um microcomputador tipo IBM PC/AT. A função do hospedeiro é de apenas carregar o "software" para a memória do sistema gráfico, que realiza o processamento e permite a visualização das imagens (ver exemplo na figura 3).

O diagrama em blocos deste sistema é mostrado abaixo:



Nas memórias de imagem deverão ser armazenadas as imagens digitalizadas, obtidas por RM, com pixel de até 16 bits. O resultado de operações realizadas entre imagens , contidas nestas memórias, será transferido para a memória de tela, de maneira a manter os dados originais das memórias de imagem, inalterados.

O processador gráfico utilizado é o TMS34010 [7] [8] [9], otimizado para sistemas gráficos. Apresenta facilidades para manipular pixels de 1,2,4,8 e 16 bits, e dados de tamanho arbitrário entre 1 e 32 bits. Permite o endereçamento de até 128 Mbytes de memória externa, e a escolha de diferentes resoluções para a tela. Pode ser interligado diretamente com memórias RAM's dinâmicas comuns ou RAM's dinâmicas específicas para aplicações em vídeo, e gera os sinais de sincronismo para vídeo.

Além disso o TMS é um processador autônomo, que possui todos os sinais em "hardware" necessários para o interfaceamento com um processador hospedeiro.

Utilizando o processador anteriormente descrito, foi desenvolvido um sistema com as seguintes características:

Freq. de Operação do TMS34010: 20 MHz

Memória de Sistema: 384 Kbytes

Memória de Vídeo: 256 Kbytes

Freq. de pixel: 10 MHz

Monitor: branco e preto, com resolução de 512x256, 8 bits/pixel, atualmente em fase de modificação para 512x512, usando vídeo entrelaçado.

Interface serial RS232: para conexão de "mouse" ou para transferência de dados ou programas.

O "hardware do sistema ocupa uma única placa de circuito impresso com dimensões de uma placa de um microcomputador tipo IBM-PC, e atualmente é conectado ao barramento de um PC/AT, que é utilizado como hospedeiro para o carregamento de programas ou dados (imagens).

## **AGRADECIMENTOS**

A Fundação do Banco do Brasil pelo apoio financeiro outorgado ao desenvolvimento do projeto.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] - PANEPUCCI, H.; et alli: *Novas Imagens do Corpo - Tomografia por Ressonância Magnética*, Ciência Hoje vol. 4 no. 20 pp 46-56.
- [2] - SLAETS, J. W.; Paiva, M. S. V.: *Desenvolvimento de uma Arquitetura de Computador, Dedicada para o Tratamento de Imagem em Tomografia por RNM*, in Anais do 1o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, abril de 1988.
- [3] - SLAETS, J. W.; Paiva, M. S.; Almeida, L. O.: *O Processador Grafico TMS34010 - Uma Arquitetura para Visualização de Imagem em Tomografia por RMN*, in Anais do 2o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, abril de 1989.
- [4] - SLAETS, J. W.; Traina, A. J. M: *Um Sistema de Processamento de Imagens para Tomografia Computadorizada por RNM*, in Anais do 2o. Simpósio Brasileiro de Computação Gráfica e Processamento de Imagens, abril de 1989.
- [5] - CAMARA NETO, G.; Mascarenhas, N. D. A.: *Methods for Image Interpolation Through FIR Filter Design Techniques*, Proceedings of IEEE International Conference on Acoustics, Speech, and Signal Processind, april 1983.
- [6] - CAMARA NETO, G.; Mascarenhas, N. D. A., Mendes, C. L.: *Projeto de Interpoladores em Imagens Digitais por meio de Métodos de Janelamento*, in Anais da 34a. Reunião Anual da SBPC, julho de 1982.
- [7] - Texas Instruments - *TMS34010 Assembly Language Tools - User's Guide*.
- [8] - Texas Instruments - *TMS34010 User's Guide*.
- [9] - Texas Instruments - *TMS34010, 512X512 Pixel Minimum Chip Graphics System - Product Application*.

## FIGURAS

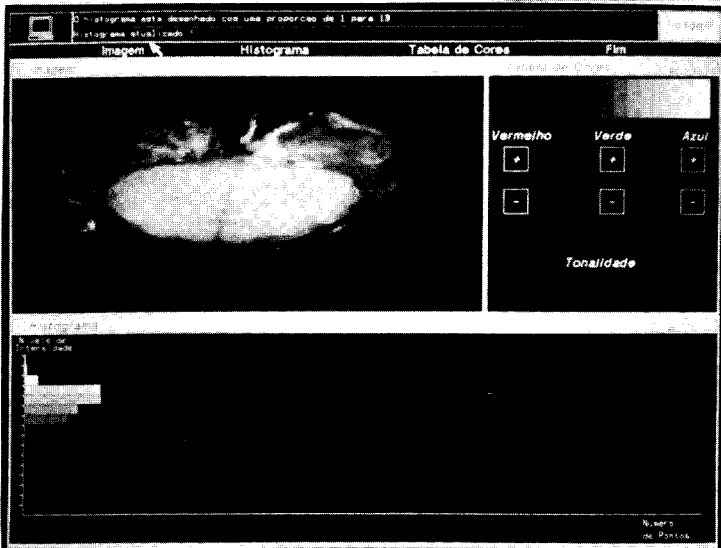


Figura 1 - Corte Coronal de cabeça de gato.  
Imagem processada na estação gráfica Interpro 32C.

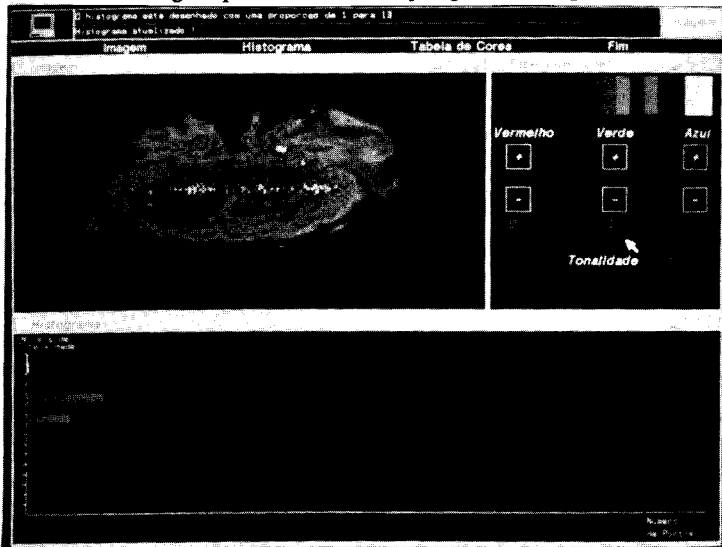
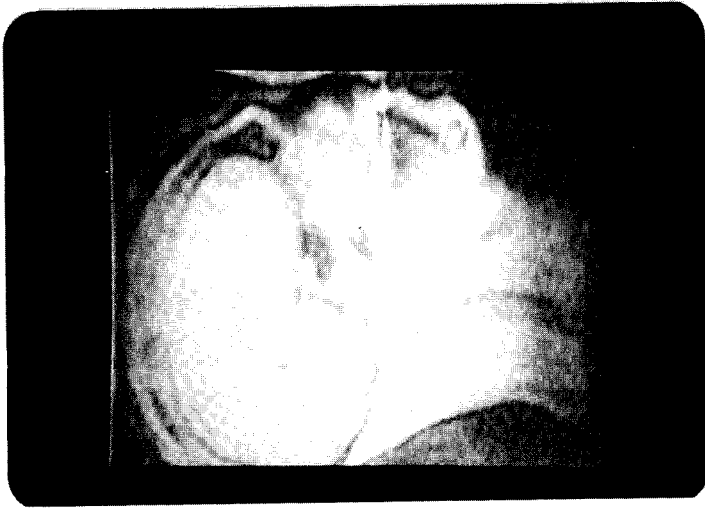


Figura 2 - Corte Coronal de cabeça de gato, com manipulação na tabela de cores.  
Imagem processada na estação gráfica Interpro 32C.



**Figura 3 - Corte Sagital de cabeça humana.  
Imagem processada no sistema TMS34010.**