



## **DESENVOLVIMENTO DE UMA FERRAMENTA PARA REGISTRO, SEGMENTAÇÃO, EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA DO CÉREBRO HUMANO**

**COIMBRA, Tainã Caetano<sup>1</sup>; MEDEIROS, Rafael Sachett<sup>1</sup>;  
FISS, Rebeca Einhardt<sup>1</sup>; OLIVEIRA, Lucas Ferrari de<sup>2</sup>.**

*Grupo de Computação Gráfica e Processamento de Imagens (GComGPI)*

*<sup>1</sup>Departamento de Informática – Universidade Federal de Pelotas*

*Campus Universitário – Caixa Postal 354 – CEP 96010-900 - [tainac.ifm@ufpel.edu.br](mailto:tainac.ifm@ufpel.edu.br)*

*<sup>2</sup>Setor Escola Técnica – Universidade Federal do Paraná*

*Rua Dr. Alcides Vieira Arcoverde, 1225 – Curitiba/PR*

*Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico*

### **1. INTRODUÇÃO**

Na medicina contemporânea, um diagnóstico é feito após uma série de exames que fornecem diversas informações referentes ao corpo do paciente. Usualmente, é a combinação de diversas técnicas que permite ao médico chegar a uma conclusão, entre elas obtenção de imagens através de Tomografia Computadorizada e Ressonância Magnética (Pietrzyk, 1994). Entretanto, visualizar e processar tantas informações usualmente é uma tarefa difícil, tornando a utilização de técnicas de visualização científica e processamento de imagens um auxílio para o diagnóstico.

Diversas ferramentas para auxílio ao diagnóstico clínico têm sido desenvolvidas para executar essas tarefas. O presente trabalho propõe o desenvolvimento de uma ferramenta livre que, a partir de imagens de Ressonância Magnética do cérebro humano, faz seu registro, extrai características, classificação e segmentação, resultando em uma imagem contendo a separação das três estruturas massa branca, massa cinzenta e líquido.

### **2. MATERIAL E MÉTODOS**

A ferramenta foi desenvolvida na linguagem de programação C++ utilizando as bibliotecas livres ITK (*Insight Segmentation and Registration Toolkit*) e VTK (*Visualization Toolkit*), de modo a construir um *software* livre e multiplataforma que possa ser distribuído e utilizado independentemente do sistema sobre o qual foi desenvolvido, visto que as bibliotecas utilizadas compartilham tais características.

A ferramenta proposta primeiramente realiza o alinhamento da imagem de entrada com uma imagem modelo, composta da união de três imagens contendo as

probabilidades das estruturas cerebrais, segundo o trabalho da ICBM (*International Consortium for Brain Mapping*, 2009). Logo após, a imagem resultante é separada em diversas regiões menores e é feita a extração de características, que resulta em um vetor com informações referentes à entropia, correlação e outras características da sub-imagem. A partir dessas informações é feita a classificação das regiões.

O registro de imagens pode ser utilizado para alinhar duas imagens de mesmo tipo, de tipos diferentes ou imagens de um exame a um modelo. Genericamente o registro de imagens define parâmetros para casar uma imagem alvo a uma imagem fonte, de modo que após essa operação a imagem alvo obtenha um grau máximo possível de alinhamento espacial relativo à imagem fonte (Patzner & Oliveira, 2008). Existem muitas classificações para o alinhamento, a mais básica sendo rígido e não-rígido. Em um alinhamento rígido toda a imagem é alterada, enquanto em um alinhamento não-rígido pode haver transformações locais na imagem com transformações não-lineares (Hajnal et al. 2001; Mäkelä et al. 2002). Neste trabalho, a imagem de entrada é alinhada com a imagem modelo, para logo após ser subdividida.

A próxima etapa subdivide a imagem alinhada em diversas imagens menores, de  $10 \times 10$  *pixels*, e utiliza-se o *pixel* central de cada imagem como referência para cada imagem, ou seja, é este ponto que será marcado na classificação posterior.

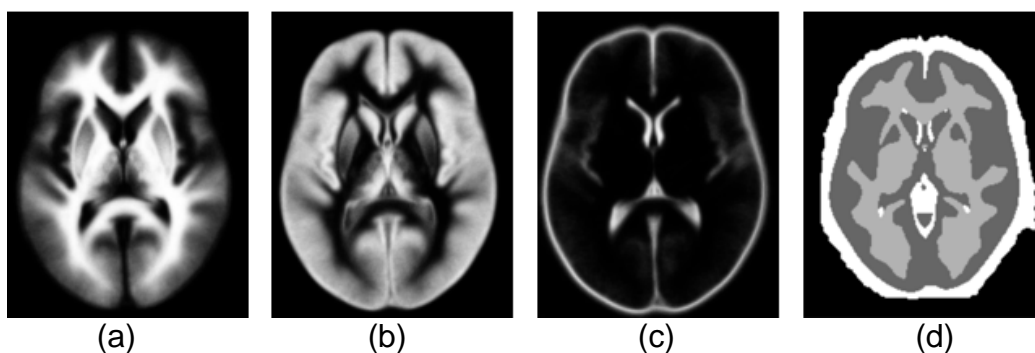
Após ser feita a subdivisão da imagem em regiões, é feita a extração de características. A metodologia para extração de características utiliza uma abordagem estatística que leva em conta grupos de dois *pixels* vizinhos, onde são definidas diversas características, tais como contraste, correlação e entropia. Essas características são calculadas a partir de matrizes de co-ocorrência, que expressam a ocorrência de níveis de cinza em uma imagem, e servem como medida para diferenciação de texturas que não seguem um determinado padrão (Haralick et al, 1973).

De posse dos vetores de características resultantes, é realizada a classificação da imagem, utilizando o algoritmo de classificação k-NN (*k Nearest Neighbors*, k vizinhos mais próximos), que se baseia na distância mínima entre a estrutura analisada e um conjunto de treinamento para determinar os k vizinhos mais próximos, e em seguida classifica esta estrutura como sendo do mesmo tipo da maioria dos k vizinhos mais próximos (Dasarathy, 1991).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

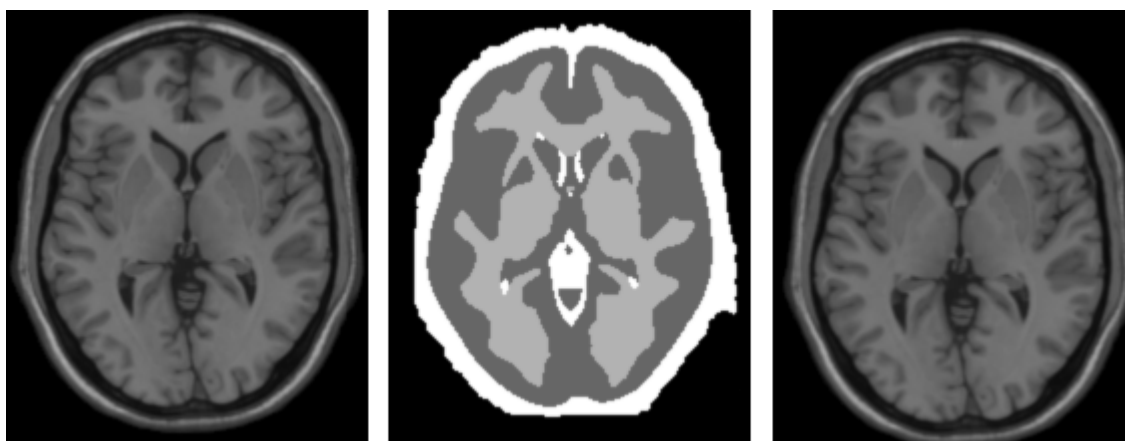
A avaliação da ferramenta foi feita através de comparação de resultados com os obtidos pelo *software* padrão-ouro SPM8 (*Statistical Parametric Mapping*) que, embora livre, necessita de uma plataforma paga para ser utilizado.

Primeiramente, foi necessário realizar o alinhamento de três imagens probabilísticas para obtenção do modelo a ser utilizado nos passos seguintes da ferramenta. Em cada imagem probabilística, quanto maior o valor de intensidade de um *pixel*, maior a chance daquela região pertencer à determinada estrutura. As imagens na Figura 1 correspondem à probabilidade de, naquela região, termos massa branca, massa cinzenta e líquido. Também na Figura 1 pode ser observado o modelo resultante do alinhamento destas imagens, onde as regiões da imagem com tom mais claro correspondem à grande probabilidade da estrutura ser líquido, as regiões com tom cinza escuro representam massa cinzenta e as regiões com tom cinza claro representam probabilidade alta de massa branca.



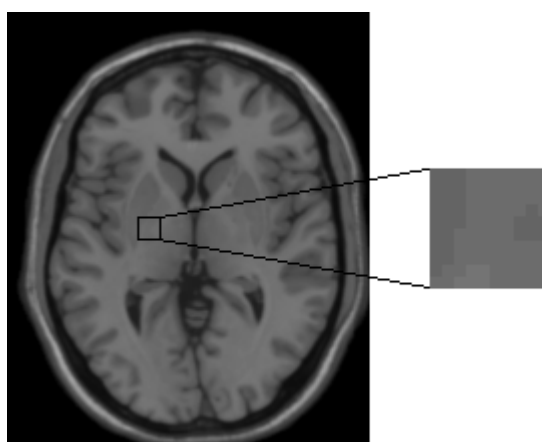
**FIGURA 1.** (a) Massa Branca; (b) Massa Cinzenta; (c) Líquor; (d) Modelo

Também foi considerada a eficácia do alinhamento da imagem de entrada com o modelo. Como pode ser observado na Figura 2, o deslocamento ocorrido na imagem resultante após o alinhamento demonstra um resultado adequado.



**FIGURA 2.** Imagem Original (Esquerda); Modelo (Centro); Imagem Alinhada (Direita)

A etapa de subdivisão pode ser observada na Figura 3. Nela, é apresentada uma das subdivisões de uma imagem alinhada, onde o *pixel* central representa a massa branca daquela região.



**FIGURA 3.** Imagem Alinhada (Esquerda); Região Segmentada (Direita)

As etapas de extração de características e de classificação, ainda em desenvolvimento, vêm apresentando resultados pouco consistentes com relação ao

*software* padrão-ouro. Atualmente, estuda-se a possibilidade de utilizar outro algoritmo para classificação, assim como está sendo estudado um aprimoramento na implementação do algoritmo baseado no trabalho de Haralick et al, 1973, para extração de características.

#### 4. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Este trabalho descreve o desenvolvimento de uma ferramenta livre para registro, segmentação, extração de características e classificação de imagens de Ressonância Magnética do cérebro humano. Enquanto as etapas de registro e segmentação apresentam resultados satisfatórios, as etapas seguintes demonstram que ainda há aprimoramentos a serem realizados.

A atual implementação do algoritmo de extração de características ainda carece de resultados consistentes, e melhorias têm sido estudadas para obtenção de resultados mais próximos aos apresentados pelo *software* padrão-ouro SPM8. Também está em estudo a utilização de outro algoritmo para classificação, visando a comparação de resultados com os atualmente apresentados pelo k-NN.

#### 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

DASARATHY, B. V. Nearest Neighbor (NN) Norms: NN Pattern Recognition Classification Techniques. **IEEE Computer Society Press**, 1991.

HAJNAL, J. V.; HILL, D. L. G.; HAWKES, D. J. Medical Image Registration. **The Biomedical Engineering Series**. CRC Press, 2001.

HARALICK, R.M.; SHANMUGAN, K.; DINSTEN, I. Textural Features in Image Classification. **IEEE Transaction on System, Man and Cybernetics**, 1973.

ICBM – International Consortium for Brain Mapping. Disponível em: <<http://www.loni.ucla.edu/ICBM/>>. Acesso em: 14 ago. 2009.

MÄKELÄ, T.; CLARYSSE, P.; SIPILÄ, O.; PAUNA, N.; PHAM, Q. C.; KATILA, T.; MAGNIN, I. E. A review of cardiac image registration methods. **IEEE Transaction on Medical Imaging**, 2002, 21(9), p. 1011-1021.

PATZER, G. P.; OLIVEIRA, L. F. **Análise Quantitativa Automatizada de Exames SPECT Através de Técnicas de Mapas Polares e Alinhamento de Imagens**. <[http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE\\_00905.pdf](http://www.ufpel.edu.br/cic/2008/cd/pages/pdf/CE/CE_00905.pdf)>, Acesso em: 19 jul. 2009.

PIETRZYK, U.; HERHOLZ, K.; FINK, G., et al. An Interactive Technique for Three-Dimensional Image Registration: Validation for PET, SPECT, MRI and CT Brain Studies. **The Journal of Nuclear Medicine**, 24(12), 1994.