

CENTRO UNIVERSITÁRIO FEEVALE

REGIS LEANDRO SEBASTIANI

MÓDULO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE EXAMES MÉDICOS  
PARA APLICAÇÃO EM SOFTWARE DE ENSINO DE MEDICINA  
(Título Provisório)

Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Novo Hamburgo, setembro de 2008

REGIS LEANDRO SEBASTIANI  
regis@feevale.br

MÓDULO DE PROCESSAMENTO DE IMAGENS DE EXAMES MÉDICOS  
PARA APLICAÇÃO EM SOFTWARE DE ENSINO DE MEDICINA  
(Título Provisório)

Centro Universitário Feevale  
Instituto de Ciências Exatas e Tecnológicas  
Curso de Ciência da computação  
Anteprojeto de Trabalho de Conclusão

Professor Orientador: Marta Rosecler Bez

Novo Hamburgo, setembro de 2008

## RESUMO

De encontro às alterações nas diretrizes curriculares para os cursos de graduação em medicina no Brasil, publicados pelo Conselho Nacional de Educação, foi desenvolvido o projeto AMPLIA, um ambiente multiagente de aprendizagem que tem como principal objetivo simular e aumentar o contato dos alunos com práticas reais do dia-a-dia de um médico. No sistema, um especialista consegue criar casos clínicos, que na maioria das vezes são reais, inserindo sintomas de uma determinada enfermidade. Estes são apresentados aos alunos com o objetivo dos mesmos identificarem, com seus conhecimentos previamente adquiridos e através da interação com o sistema, de qual enfermidade aquele caso está tratando e assim, aprimorar seus conhecimentos. Em dias onde os exames médicos por imagens, como o Raio X, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética, são cada vez mais comuns nos centros médicos, notou-se que o AMPLIA não oferece suporte a este importante recurso utilizado na medicina. Com o avanço rápido dos recursos computacionais disponíveis, e através do estudo de trabalhos correlatos, observou-se ser viável o desenvolvimento de um módulo de computação gráfica com a finalidade de disponibilizar ao especialista, ferramentas que o auxiliem na extração de informações relevantes dos exames por imagens, e assim, complementar os casos clínicos apresentados aos alunos, que atualmente são puramente textuais. O módulo proposto será construído utilizando-se de algoritmos de processamento de imagens digitais, como rotinas de pré-processamento, detecção de bordas, segmentação e classificação. Acredita-se que com este módulo, que complementa o sistema já existente, os alunos podem treinar e aperfeiçoar ainda mais os seus conhecimentos e desenvolver cada vez mais o seu raciocínio diagnóstico, preparando-se mais para enfrentar as situações vividas diariamente nos centros clínicos.

**Palavras-chave:** Computação gráfica. Processamento de imagens digitais. Ensino de medicina. Algoritmos.

## SUMÁRIO

MOTIVAÇÃO .....	5
OBJETIVOS .....	8
METODOLOGIA .....	9
CRONOGRAMA.....	11
BIBLIOGRAFIA .....	12

## MOTIVAÇÃO

No ano de 2001, o Conselho Nacional de Educação aprovou as novas diretrizes curriculares para os cursos de graduação em medicina no Brasil, que cita entre outros tópicos “a utilização de metodologias de ensino que favoreçam a participação mais ativo do aluno na construção do conhecimento” (CNE, 2001).

Com base nestas alterações foi criado o projeto AMPLIA (Ambiente Multiagente Probabilístico Inteligente de Aprendizagem) que tem como objetivo construir um ambiente de aprendizagem onde os alunos de medicina consigam desenvolver seu raciocínio diagnóstico através da interação com o sistema e o apoio do professor (FLORES, 2005).

No software é possível um especialista (médico) construir um caso clínico, apresentando ao aluno características de uma determinada enfermidade com o objetivo de que este consiga diagnosticar qual doença aquele caso está apresentando, com base nos conhecimentos previamente adquiridos. Para a construção destes casos, podem ser usados casos reais (GLUZ, 2006).

Atualmente, em consultas realizadas por pacientes, normalmente são solicitados exames complementares. Muitas vezes, estes são baseados em imagens. Como exemplos podem ser citados os exames de Raio X, a Tomografia Computadorizada, a Ressonância Magnética e o Ultrassom. Conforme XU (2000), os exames por imagem são usados em diversos casos, entre os quais localização de patologias, estudo da estrutura anatômica, planejamento cirúrgico auxiliado por computador e diagnósticos em geral.

Com o avanço da tecnologia, estes exames estão se tornando cada vez mais comuns. A redução gradual do custo e o aumento da qualidade/confiabilidade com que são produzidos e as técnicas cada vez menos invasivas ao paciente, são fatores que favorecem o aumento da

utilização destes exames, que estão cada vez mais incorporados aos centros de tratamento e serviços de emergência. (POGGETTI, FONTES, BIROLINI, 2006).

Tendo os fatos anteriores como base, observou-se que o projeto AMPLIA foi desenvolvido sem que houvessem sido inseridos exames baseados em imagem junto aos casos clínicos em estudo, ou seja, casos clínicos puramente textuais. Em conversas com especialistas da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre, pode-se observar um grande interesse em adicionar um módulo ao sistema que permitisse esta integração com a área da computação gráfica. O objetivo é disponibilizar exames por imagens juntamente com os casos clínicos, para que, com isso, o aluno consiga desenvolver ainda mais o seu raciocínio diagnóstico e sua habilidade na interpretação dos exames.

Implementar funcionalidades para que o especialista consiga extrair informações morfométricas consideradas importantes da imagem, com o apoio de algoritmos de processamento digital, pode auxiliar no diagnóstico mais preciso da enfermidade em estudo, desta forma, aprimorando o conhecimento do aluno.

Strefezzi (2007) afirma que a utilização da morfometria permite entre outras informações, a obtenção da área, perímetro, diâmetro médio e o reconhecimento de formas e/ou colorações dos elementos que compõem a imagem.

Trabalhos similares mostram que a extração manual destas informações está suscetível a muitos fatores, como fadiga (ROSITO, 2003), estado emocional, concentração e experiência do técnico, podendo assim, comprometer a qualidade e a confiabilidade das informações (SILVA, 2005). Rondina (2001) ainda afirma que o processo manual demanda muito tempo, tornando penoso o processamento de um grande volume de dados, inviabilizando procedimentos mais complexos como a reconstrução de estruturas anatômicas no computador.

Strefezzi (2007) considera que a análise computadorizada de imagens seja a melhor solução para a redução/minimização dos erros na extração das informações da imagem em função do seu alto nível de precisão.

Diversos autores já desenvolveram trabalhos na área de análise de exames médicos por imagem, dentre os quais, podem ser citados: Hamilton (1997) apresenta um trabalho sobre o crescente uso de PDI (processamento digital de imagens) em exames médicos por imagem. Falcão (1999) apresenta um estudo sobre diversas técnicas de visualização 3D de dados biomédicos. Bueno (2001) apresentou sua tese focada no suporte a recuperação de imagens

médicas baseada em conteúdo através de histogramas métricos, descrevendo também a revolução que a tecnologia está causando na área da saúde. Rosito (2003) estudou o uso de PDI focado na detecção de câncer retal. Frantz (2004) trabalhou técnicas para a caracterização de núcleos celulares benignos e malignos pela análise de imagens digitais em derrames pleurais. Zaffari (2006) desenvolveu, em sua dissertação de mestrado, um software de visualização e processamento digital de imagens médicas empregando várias técnicas, focando o trabalho com imagens no formato DICOM. Na mesma linha de Frantz, Mossmann e Bez (2007) realizaram um estudo sobre a segmentação automática de imagens para auxílio ao diagnóstico de exames citopatológicos, focando o estudo na detecção de núcleos celulares em derrames pleurais.

A segmentação das imagens representa uma das etapas mais críticas do processo, pois é através dela que as imagens são divididas em subconjuntos, formadas por características em comum a todos os pixels (pixel é a abreviatura de “*picture elements*” e é um ponto de uma matriz de  $M \times N$  onde  $M$  é o número de colunas e  $N$  é o número de linhas que representa uma imagem) daquela região, sendo assim possível classificar os objetos de interesse, separando-os do restante da imagem (GONZALES, 2000).

Na área médica, esta etapa também representa um desafio em virtude da grande variedade de formatos e características dos órgãos e tecidos do corpo humano e também em função da comum disparidade de qualidade das imagens (XU, 2000). Por este motivo, é fundamental, antes de qualquer decisão, ter bem definido o objetivo a ser alcançado. Somente após isso é possível definir qual ou quais técnicas de processamento utilizar (NUNES, 2006).

Com base nos trabalhos anteriormente citados, acredita-se ser possível extrair informações importantes de exames médicos por imagens e incorporar um módulo novo ao AMPLIA, complementando e atualizando esta ferramenta de maneira que possa efetivamente ser usada como apoio ao ensino nas faculdades de medicina.

Outro fato importante a ser citado é a expectativa que se tem em continuar o projeto após o curso de graduação, aprofundando cada vez mais as técnicas empregadas no software, através de programas de pós-graduação *Stricto Sensu*.

## **OBJETIVOS**

Este trabalho tem como objetivo geral, estudar e implementar variadas técnicas de processamento de imagens médicas, para desenvolver um módulo de processamento digital de imagens para o projeto AMPLIA, onde o especialista poderá fazer simulações, obtendo informações morfométricas importantes para o caso clínico a ser analisado.

Como objetivos específicos podem ser listados:

- Identificar quais técnicas estão sendo utilizadas por outros autores no processamento de imagens médicas e indicar quais melhor se adaptam para cada tipo de imagem.
- Programar algoritmos de processamento de imagens com base nas técnicas estudadas, visando sempre à qualidade dos resultados e o bom desempenho.
- Estruturar o módulo de processamento de imagens do AMPLIA-I.
- Iniciar os trabalhos com o módulo AMPLIA-I.

## METODOLOGIA

O trabalho de conclusão será desenvolvido ao longo do segundo semestre de 2008 e primeiro semestre de 2009. Para atingir os objetivos deste trabalho as seguintes atividades serão desenvolvidas.

Na primeira etapa será continuado um estudo teórico das técnicas de processamento de imagens, já iniciado em 2008/01 nas disciplinas de Computação Gráfica e Tópicos Avançados em Computação I do curso de Ciência da Computação.

O foco principal do estudo será o levantamento das técnicas mais usadas por outros autores em trabalhos correlatos e fazer uma comparação deste material com o que está escrito nos livros didáticos da área.

Paralelamente ao estudo bibliográfico, pretende-se implementar o maior número possível de algoritmos de pré-processamento, detecção de bordas, segmentação e classificação, indo de encontro ao primeiro objetivo específico deste trabalho.

Será estudada também a estrutura atual do projeto AMPLIA e como se dará a integração do novo módulo com o sistema atualmente existente.

Pretende-se desenvolver um *framework*<sup>1</sup> de trabalho, para que todas as etapas futuras de projeto se baseiem nele, facilitando o desenvolvimento e criando um padrão claro e de fácil compreensão. Este framework já está sendo projetado usando como base o *Microsoft .NET Framework* e suas classes e está sendo escrito com a linguagem *C#*.

---

<sup>1</sup> Segundo Filho (2002), framework é: “uma camada de software para execução e desenvolvimento de aplicações que fica acima do sistema operacional”.

Na segunda etapa, a preocupação será maximizar o desempenho dos algoritmos identificados como sendo os mais apropriados para serem usados no AMPLIA-I, através da análise de estruturas de dados e métodos de programação e realização de testes de desempenho e confiabilidade dos algoritmos junto a especialistas da área.

Nesta etapa também serão realizadas reuniões com especialistas da Universidade Federal de Ciências da Saúde de Porto Alegre e a coleta de materiais, para a realização do levantamento de requisitos do módulo de processamento de imagens a ser desenvolvido, visando, com isso, modelar o AMPLIA-I.

Tão logo realizado o levantamento de requisitos, os trabalhos de desenvolvimento do módulo serão iniciados.

A escrita do trabalho se dará ao longo dos dois semestres citados anteriormente, sendo, ao final do primeiro semestre, entregue o trabalho de conclusão I e ao final do segundo semestre, entregue o trabalho de conclusão II e este será defendido perante banca avaliadora.

## CRONOGRAMA

### Trabalho de Conclusão I

Etapa	Meses				
	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Estudo bibliográfico sobre processamento digital de imagens de exames médicos.	X	X	X	X	X
Estudo de trabalhos correlatos.		X	X		
Análise e compreensão do ambiente AMPLIA		X	X		
Desenvolver o <i>framework</i>			X	X	X
Escrever o Trabalho de Conclusão I	X	X	X	X	X
Entregar o Trabalho de Conclusão I					X

### Trabalho de Conclusão II

Etapa	Meses				
	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun
Estudar métodos de desenvolvimento de algoritmos	X	X	X		
Implementar algoritmos de processamento de imagens		X	X		
Realizar testes de performance e confiabilidade nos algoritmos		X	X	X	
Realizar o levantamento de requisitos do projeto		X			
Iniciar os trabalhos no módulo AMPLIA-I		X	X	X	X
Escrever o trabalho de conclusão II	X	X	X	X	X
Entregar o trabalho de conclusão II					X

## BIBLIOGRAFIA

BRASIL. Conselho Nacional de Educação. Resolução CNE/CES Nº 4, de 7 de novembro de 2001. Disponível em: <<http://portal.mec.gov.br/cne/arquivos/pdf/CES04.pdf>>. Acesso em 18/08/2008.

BUENO, Josiane M. **Suporte à Recuperação de Imagens Médicas Baseada em Conteúdo através de Histogramas Métricos**. São Paulo: 2001. 148p. Tese (Doutorado em Ciências – Área de Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação – USP, 2001.

CANNY, John Francis. **Finding Edges and Lines in Images**. 1983. MIT Artificial Intelligence Laboratory Tech Report. Disponível em: <<http://www.cs.berkeley.edu/~jfc/papers/papers.html>>. Acesso em 08/06/2008.

CONCI, Aura; AZEVEDO, Eduardo; LETA, Fabiana R. **Computação Gráfica: Teoria e Prática**. Rio de Janeiro: Editora Elsevier, 2008. 368p.

FALCÃO, Alexandre Xavier. **Visualização de Volumes Aplicada à Área Médica**. São Paulo: 1999. 82p. Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação – Área de Ciências de Computação e Matemática Computacional) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 1999.

FILHO, Ozeas V. S.; ZARA, Pedro M. **Microsoft .NET: uma visão geral para programadores**. São Paulo: Editora SENAC, 2002. 124p.

FLORES, Cecília Dias. **Negociação Pedagógica Aplicada a um Ambiente Multiagente de Aprendizagem Colaborativa**. Porto Alegre: 2005. 121 p. Tese (Doutorado em Ciência da Computação) – Instituto de Informática, UFRGS, 2005.

FRANTZ, M. A. **Caracterização de núcleos celulares benignos e malignos por análise de imagem digital em derrames pleurais. (Tese de doutorado)**. Porto Alegre; RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004.

GARRIDO, Griselda E. J. de. **Refinamento da Segmentação 2D do Ventrículo Esquerdo em Imagens de Ressonância Magnética Utilizando “Simulated Annealing”**. São José dos Campos: 2005. Tese (Doutorado em Computação Aplicada) – INPE, 2005.

GLUZ, J. C.; FLORES, Cecilia D.; VICARI, Rosa M. **Formal Aspects of Pedagogical Negotiation in AMPLIA System**. In: Nadia Nedja; Luiza M. Mourelle; Nival N. de Almeida; Mario N. Borges. (Org.). *Intelligent Educational Machines*. New York: Springer, 2006, v. 44, p. 117-146.

GONZALES, Rafael C.; WOODS, Richard E. **Processamento de imagens digitais**. São Paulo: Editora Blucher, 2000. 509p.

HAMILTON, P. W. **Interactive computer-aided mor-phometry**. In: *Quantitative Clinical Pathology*, Eds.: P.W. Hamilton, D.C. Allen, USA: Blackwell-Science Press, 1997. 342 p.

LIMA, Edwin; REIS Eugênio. **C# e .Net: Guia do Desenvolvedor**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 2002. 358p.

MOSSMANN, J. B.; BEZ, M. R.; FRANTZ, M. A.; PY, D. X. **Segmentação automática de imagens para auxílio ao diagnóstico em exames citopatológicos**. SIMM 2007: São Paulo – SP. Outubro 2007.

MÜHLETHALER, Bruno Et al. Avaliação do uso da morfometria como suporte para a elaboração de mapa pedológico na bacia do Ribeirão da Pedreira – DF In: *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Goiânia, 16-21 abril 2005, INPE, p. 3167-3174. Disponível em: <<http://marte.dpi.inpe.br/col/ltid.inpe.br/sbsr/2004/12.06.14.17/doc/3167.pdf>>. Acesso em 25/08/2008

NUNES, Fátima L. S. **Introdução ao Processamento de Imagens Médicas para Auxílio ao Diagnóstico – Uma Visão Prática** In: *Atualizações em Informática*. Rio de Janeiro: PUC-RIO, 2006. p. 73 – 126.

PEDRINI, Hélio; SCHWARTZ, William Robson. **Análise de Imagens Digitais: Princípios, Algoritmos, e Aplicações**. São Paulo: Thomson Learning, 2008. 508p.

PLATT, David S. **Iniciando Microsoft .NET**. São Paulo: MAKRON Books, 2002. 198p.

POGETTI, Renato; FONTES, Belchor; BIROLINI, Dario. **Cirurgia do Trauma**. São Paulo: Editora Roca, 2006. 544p.

PRODANOV, Cleber Cristiano. **Manual de Metodologia Científica**. 3. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2006. 77p.

RONDINA, Jane Maryam. **Segmentação Interativa do Ventrículo Esquerdo em Sequências de Imagens de Ressonância Magnética (Cine RM)**. Campinas: 2001. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica e Computação) – Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, Universidade Estadual de Campinas, 2001. Disponível em: <<http://libdigi.unicamp.br/document/?code=vtls000222902>>. Acesso em 14/08/2008.

ROSITO, Mário Antonello. **Caracterização de Núcleos Celulares no Adenocarcinoma Primário de Reto por Análise de Imagem Digital**. Porto Alegre: 2002. Tese (Doutorado em Medicina) – Departamento de Medicina, UFRGS, 2002.

ROSITO, M. A. et al. **Nuclear chromatin texture in rectal cancer. Relationship to tumor stage**. *Anal Quant Cytol Histol*. 2003. Feb;25(1):25-30.

SILVA, Erivaldo Antônio da, Et al. Aplicação de técnicas de Morfologia Matemática e PDI na detecção semi-automática de feições cartográficas em imagens digitais. In: Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, 2006, Florianópolis. Disponível em: <[http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac\\_2006/166.pdf](http://geodesia.ufsc.br/Geodesia-online/arquivo/cobrac_2006/166.pdf)>. Acesso em 25/08/2008.

SILVA, José S. S. da. **Segmentação Pulmonar em Estudos de Tomografia Axial Computadorizada**. Portugal - Aveiro: 2005. Dissertação (Doutorado em Engenharia Electrotécnica) – Departamento de Eletrônica e Telecomunicações, Universidade de Aveiro, 2005.

SOUZA, Alexandre Mendonça de. **Identificação de tumores cerebrais por meio do modelo de contornos ativos e algoritmos genéticos**. Curitiba: 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Informática) – Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, 2003. Disponível em: <<http://www.degeus.com.br/UFPR/dissert/alexandre-dissertation.pdf>>. Acesso em 02/06/2008.

STREFEZZI, Ricardo de Francisco. **Indicadores prognósticos para mastocitomas: estudo morfométrico e imunoistoquímico**. São Paulo: 2007. 93 p. Tese (Doutorado em Ciências) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2007. Disponível em: <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/10/10133/tde-12122007-154916/>>. Acesso em 25/08/2008

XU, Chenyang; PHAM, Dzung L and PRINCE, Jerry L. **Medical Image Segmentation Using Deformable Models. Handbook on Medical Imaging**, v. 3, p. 129 - 168, 2000. Disponível em: <<http://iacl.ece.jhu.edu/pubs/p119b.pdf>>. Acesso em: 18/08/2008.

ZAFFARI, Carlos Alberto, **Visualização e Processamento Digital de Imagens**. Porto Alegre: 2006. 131 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Elétrica) – PUCRS, 2006.