

TURNO:	NOTURNO	VERSÃO:	2	ANO / SEMESTRE:	2011.2	Nº	
--------	----------------	---------	---	-----------------	--------	----	--

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
DEPARTAMENTO DE SISTEMAS E COMPUTAÇÃO
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO — BACHARELADO
COORDENAÇÃO DE TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

PROPOSTA PARA O TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM PARA IOS.

ÁREA: Computação Gráfica

Palavras-chave: Padrão DICOM. Visualização volumétrica. iOS.

1 IDENTIFICAÇÃO

1.1 ALUNO

Nome: Felipe Demarchi		Código/matricula: 147339	
Endereço residencial:			
Rua: São Paulo		nº: 1212	Complemento: Apartamento 301
Bairro: Victor Konder	CEP: 89012-000	Cidade: Blumenau	UF: SC
Telefone fixo: (47) 3035-5051		Celular: (47) 9919-1425	
Endereço comercial:			
Empresa: SENAI			
Rua: Harry Pofhal		nº: 111	Bairro: Escola Agrícola
CEP: 89037-650	Cidade: Blumenau	UF: SC	Telefone:
E-Mail FURB: feldemarchi@inf.furb.br		E-Mail alternativo: felipedemarchi26@gmail.com	

1.2 ORIENTADOR

Nome: Dalton Solano dos Reis	
E-Mail FURB: dalton@inf.furb.br	E-Mail alternativo: dalton.reis@gmail.com

2 DECLARAÇÕES

2.1 DECLARAÇÃO DO ALUNO

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão de Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo pela obtenção de quaisquer recursos necessários para o desenvolvimento do trabalho, caso esses recursos não sejam disponibilizados pela Universidade Regional de Blumenau (FURB).

Assinatura: _____ Local/data: _____

2.2 DECLARAÇÃO DO ORIENTADOR

Declaro que estou ciente do Regulamento do Trabalho de Conclusão do Curso de Ciência da Computação e que a proposta em anexo, a qual concordo, foi por mim rubricada em todas as páginas. Ainda me comprometo a orientar o aluno da melhor forma possível de acordo com o plano de trabalho explícito nessa proposta.

Assinatura: _____ Local/data: _____

3 AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

3.1 AVALIAÇÃO DO(A) ORIENTADOR(A)

Acadêmico(a): Felipe Demarchi

Orientador(a): Dalton Solano dos Reis

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

Assinatura do(a) avaliador(a): _____

Local/data: _____

CONSIDERAÇÕES DO(A) ORIENTADOR(A):

Caso o(a) orientador(a) tenha assinalado em sua avaliação algum item como “atende parcialmente”, devem ser relatos os problemas/melhorias a serem efetuadas.

Na segunda versão, caso as alterações sugeridas pelos avaliadores não sejam efetuadas, deve-se incluir uma justificativa.

No item “b” dos “Requisitos” o avaliador questiona se no lugar da descrição “... em formato 2D contidas” não seria 3D. Na verdade é 2D mesmo, pois como descrito na proposta o arquivo DICOM possui na sua essência várias imagens em 2D, e estas é que serão apresentadas.

Um dos avaliadores menciona nas “Considerações Finais” que “eu discordo, acho que a extração de superfícies seria mais adequada”. Entramos em contato com o avaliador e justificamos o porque da escolha por “Visualização Direta de Volumes”, sendo que o mesmo concordou com a escolha.

Um dos avaliadores menciona nas “Considerações Finais” para fazer comentários (conclusões) sobre o “iOS”. Bom, optou-se por não acrescentar nenhum texto sobre o iOS por se acreditar que estes comentários já foram feitos no primeiro parágrafo do referido capítulo.

Um dos avaliadores questiona a sigla “JPEG” nos trabalhos correlatos pelo fato de ser uma sigla, porém esta sigla já foi escrita por extenso na página 5, na seção sobre “Padrão DICOM”.

Um dos avaliadores questiona nos trabalhos correlatos, onde é feita a descrição “... é possível obter ainda uma visualização 4D e 5D.”, onde é feita essa visualização, na verdade o início do parágrafo já está especificando onde é possível visualizar essas imagens.

Um dos orientadores questionou o fato de não estarem sendo adicionadas as páginas nas citações indiretas, estas páginas foram adicionadas onde se verificou que era possível, porém onde não foi adicionada a paginação, é pelo fato de que foi lido o documento inteiro e transcrita as conclusões com base nesses assuntos, tornando assim difícil especificar as páginas. No caso (MONTEIRO, 2005).

Assinatura do(a) avaliador(a): _____

Local/data: _____

3.2 AVALIAÇÃO DO(A) COORDENADOR DE TCC

Acadêmico(a): Felipe Demarchi

Avaliador(a): José Roque Voltolini da Silva

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

3.3 AVALIAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) DA DISCIPLINA DE TCCI

Acadêmico(a): Felipe Demarchi

Avaliador(a): Sérgio Stringari

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
PONTUALIDADE NA ENTREGA			atraso de dias	
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

3.4 AVALIAÇÃO DO(A) PROFESSOR(A) ESPECIALISTA NA ÁREA

Acadêmico(a): Felipe Demarchi

Avaliador(a): Paulo César Rodacki Gomes

ASPECTOS AVALIADOS		atende	atende parcialmente	não atende
ASPECTOS TÉCNICOS	1. INTRODUÇÃO 1.1. O tema de pesquisa está devidamente contextualizado/delimitado?			
	1.2. O problema está claramente formulado?			
	2. OBJETIVOS 2.1. O objetivo geral está claramente definido e é passível de ser alcançado?			
	2.2. São apresentados objetivos específicos (opcionais) coerentes com o objetivo geral? Caso não sejam apresentados objetivos específicos, deixe esse item em branco.			
	3. RELEVÂNCIA 3.1. A proposta apresenta um grau de relevância em computação que justifique o desenvolvimento do TCC?			
	4. METODOLOGIA 4.1. Foram relacionadas todas as etapas necessárias para o desenvolvimento do TCC?			
	4.2. Os métodos e recursos estão devidamente descritos e são compatíveis com a metodologia proposta?			
	4.3. A proposta apresenta um cronograma físico (período de realização das etapas) de maneira a permitir a execução do TCC no prazo disponível?			
	5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA 5.1. As informações apresentadas são suficientes e têm relação com o tema do TCC?			
	5.2. São apresentados trabalhos correlatos, bem como comentadas as principais características dos mesmos?			
	6. REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO 6.1. Os requisitos funcionais e não funcionais do sistema a ser desenvolvido foram claramente descritos?			
	7. CONSIDERAÇÕES FINAIS 7.1. As considerações finais relacionam os assuntos apresentados na revisão bibliográfica com a realização do TCC?			
ASPECTOS METODOLÓGICOS	8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 8.1. As referências bibliográficas obedecem às normas da ABNT?			
	8.2. As referências bibliográficas contemplam adequadamente os assuntos abordados na proposta (são usadas obras atualizadas e/ou as mais importantes da área)?			
	9. CITAÇÕES 9.1. As citações obedecem às normas da ABNT?			
	9.2. As informações retiradas de outros autores estão devidamente citadas?			
	10. AVALIAÇÃO GERAL (organização e apresentação gráfica, linguagem usada) 10.1. O texto obedece ao formato estabelecido?			
	10.2. A exposição do assunto é ordenada (as idéias estão bem encadeadas e a linguagem utilizada é clara)?			
<p>A proposta de TCC deverá ser revisada, isto é, necessita de complementação, se:</p> <ul style="list-style-type: none"> qualquer um dos itens tiver resposta NÃO ATENDE; pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS TÉCNICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE; ou pelo menos 4 (quatro) itens dos ASPECTOS METODOLÓGICOS tiverem resposta ATENDE PARCIALMENTE. <p>PARECER: () APROVADA () NECESSITA DE COMPLEMENTAÇÃO</p>				

OBSERVAÇÕES:

Assinatura do(a) avaliador(a):

Local/data:

UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E NATURAIS
CURSO DE CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO – BACHARELADO

VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM
PARA IOS

FELIPE DEMARCHI

BLUMENAU
2011

FELIPE DEMARCHI

VISUALIZADOR VOLUMÉTRICO DE IMAGENS DICOM
PARA IOS

Proposta de Trabalho de Conclusão de Curso
submetida à Universidade Regional de
Blumenau para a obtenção dos créditos na
disciplina Trabalho de Conclusão de Curso I
do curso de Ciência da Computação —
Bacharelado.

Prof. Dalton Solano dos Reis - Orientador

BLUMENAU
2011

1 INTRODUÇÃO

O avanço da tecnologia computacional permite que a mesma seja aplicada em diversas áreas, e uma das áreas que vem recebendo um grande auxílio da tecnologia é a medicina. Hoje a medicina trabalha diretamente com a tecnologia, principalmente quando se trata da realização de exames. Nos dias atuais, muitos exames médicos são realizados de forma computadorizada, como, por exemplo, a tomografia computadorizada e a ressonância magnética (MONTEIRO, 2005).

Segundo Monteiro (2005, p. iv) “Um dos principais avanços no diagnóstico médico é a utilização de métodos não invasivos para obtenção de imagens de seções transversais do interior do corpo humano, forma de diagnóstico que tende a aumentar ano a ano”.

A medicina está aderindo cada vez mais a utilização de dispositivos móveis para auxiliar na análise dos exames médicos, sendo os principais motivos para esta aceitação a agilidade de conseguir estar analisando uma imagem de um exame feito instantaneamente e a praticidade de conseguir estar apresentando para o paciente as lesões encontradas de forma visual, o que torna o entendimento mais fácil.

Diante do exposto, este trabalho irá apresentar o padrão *Digital Imaging and Communication in Medicine* (DICOM) e os algoritmos de visualização volumétrica, para desenvolver um aplicativo que permita através das imagens adquiridas pelos arquivos DICOM, que possuem o formato de visualização 2D, seja realizada a visualização volumétrica, o que irá permitir analisar as partes internas e externas destas imagens no formato 3D, em um dispositivo móvel que possua o sistema operacional iOS.

1.1 OBJETIVOS DO TRABALHO

O objetivo deste trabalho é desenvolver um aplicativo para a plataforma iOS que permita realizar uma visualização volumétrica de imagens no padrão DICOM.

Os objetivos específicos do trabalho são:

- a) inspecionar as imagens volumétricas de diferentes pontos de vista em 3D;
- b) o arquivo DICOM a ser visualizado deve se encontrar localmente no dispositivo móvel.

1.2 RELEVÂNCIA DO TRABALHO

Os assuntos abordados por este trabalho estão sendo amplamente discutidos, pois percebeu-se que tendo a possibilidade de visualizar as imagens médicas de forma volumétrica traz uma enorme facilidade aos profissionais da área da saúde. A visualização volumétrica torna possível analisar o exterior e o interior de uma imagem obtida pelos equipamentos médicos. Com a migração que vem acontecendo nos últimos anos para levar estes aplicativos a dispositivos móveis permitem uma facilidade ainda maior, pois é possível interagir com a imagem em qualquer local.

O desenvolvimento deste aplicativo para o sistema operacional iOS necessitará de muito estudo para permitir um bom desempenho do aplicativo, já que os dispositivos móveis possuem uma capacidade de processamento bastante limitada. Para isso será preciso migrar bibliotecas para a linguagem de programação Objective-C, pois não foi encontrada nenhuma biblioteca que permita a manipulação de imagens DICOM na atualidade e a otimização do algoritmo de visualização direta de volumes para que não utilize muito processamento, sendo que o mesmo será executado em um dispositivo móvel.

1.3 METODOLOGIA

O trabalho será desenvolvido observando as seguintes etapas:

- a) levantamento bibliográfico: efetuar o levantamento bibliográfico sobre o padrão DICOM, visualização volumétrica, sistema operacional iOS e trabalhos correlatos;
- b) elicitação de requisitos: detalhar e reavaliar os requisitos, observando as necessidades levantadas durante a revisão bibliográfica;
- c) especificação do aplicativo: especificar o aplicativo com análise orientada a objetos utilizando o *Unified Modeling Language* (UML). Será utilizada a ferramenta *Enterprise Architect* para a elaboração dos diagramas de caso de uso, classe e sequência;
- d) estudo do padrão DICOM: estudar a especificação do formato do padrão DICOM, bem como das bibliotecas que permitem a manipulação deste tipo de arquivo;
- e) implementação da biblioteca DICOM: avaliar a possibilidade de realizar a

- migração de uma das bibliotecas avaliadas para realizar a manipulação de imagens DICOM para a linguagem Objective-C, utilizando a ferramenta Xcode;
- f) estudo dos algoritmos de visualização de volumes: efetuar um estudo sobre os principais algoritmos existentes para realizar a visualização direta de volumes;
- g) implementação do algoritmo de visualização direta de volumes: realizar a implementação do algoritmo escolhido no item e, procurando otimizar o mesmo de forma a utilizar o menor processamento possível. Este algoritmo será implementado na linguagem Objective-C, utilizando a ferramenta Xcode;
- h) implementação da ferramenta: efetuar a implementação da aplicação proposta neste trabalho, utilizando os conceitos estudados anteriormente e realizar a implementação da biblioteca para a manipulação de imagens DICOM e do algoritmo de visualização direta de volumes. Esta aplicação será desenvolvida utilizando a linguagem Objective-C e para o seu desenvolvimento utilizará a ferramenta Xcode;
- i) testes: realizar os testes necessários para verificar se o aplicativo está atendendo a todos os requisitos pré-definidos, assim como a velocidade da geração da visualização volumétrica das imagens DICOM.

As etapas serão realizadas nos períodos relacionados no Quadro 1.

etapas / quinzenas	2012									
	fev.		mar.		abr.		maio		jun.	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
levantamento bibliográfico										
elicitación de requisitos										
especificação do aplicativo										
estudo do padrão DICOM										
implementação da biblioteca DICOM										
estudo dos algoritmos de visualização volumétrica										
implementação do algoritmo de visualização volumétrica										
implementação da ferramenta										
testes										

Quadro 1 - Cronograma

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Na seção 2.1 é apresentado um estudo sobre o padrão DICOM, assim como a composição dos arquivos que utilizam deste formato. Na seção 2.2 é apresentado o conceito de Visualização Volumétrica e explicadas as duas subáreas nas quais este assunto pode ser dividido. Na seção 2.3 é apresentado o sistema operacional iOS, explicando a estrutura do seu núcleo de controle do sistema operacional e os *frameworks* que poderão ser utilizados para o desenvolvimento do trabalho. Na última seção são apresentados os trabalhos correlatos.

2.1 PADRÃO DICOM

O padrão DICOM surgiu em 1983, por um comitê criado pela *American College of Radiology* (ACR) e pela *National Electrical Manufacturers Association* (NEMA), visando padronizar a comunicação, apresentação e armazenamento das imagens médicas (MONTEIRO, 2005, p. 54).

Este padrão teve mais duas versões lançadas, sendo o DICOM 2.0, em 1988 e o DICOM 3.0, que é a versão mais recente lançada em 1993. A última versão é considerada estável e este padrão ainda pode passar apenas por pequenas alterações, principalmente por motivos de avanços tecnológicos (MONTEIRO, 2005, p. 54).

O DICOM possui as informações de cabeçalho e imagens contidas no mesmo arquivo e a leitura deste arquivo é dividida em duas partes, a leitura dos dados do cabeçalho e a leitura das fatias das imagens. No cabeçalho são armazenadas todas as informações relevantes ao paciente e ao exame. As mesmas são armazenadas em *tags* já definidas pelo padrão. Estas *tags* armazenam informações como o nome do paciente, as dimensões da imagens e informação sobre a orientação 3D. Este cabeçalho tem um tamanho variável, pois depende da quantidade de informações que é armazenada. Além do seu cabeçalho, o DICOM possui as imagens feitas pelos equipamentos médicos, que seguem as informações contidas no cabeçalho. Estas imagens possuem o formato de *Joint Photographic Experts Group* (JPEG), e cada uma destas imagens, correspondem a uma fatia do exame médico realizado (MONTEIRO, 2005).

Estas imagens são geradas ao longo de um exame tomográfico, pela unidade de

varredura que cria uma grande quantidade de dados processados por um computador (FRANCESCONI, 2008, p. 17). Nestas imagens cada bloco da estrutura em questão é representado por um *voxel*, definido como um elemento de volume.

Para auxiliar na manipulação das imagens DICOM existem bibliotecas já implementadas na linguagem C++, como a *the Visualization ToolKit* (VTK), uma biblioteca *open-source*, que é utilizada para a computação gráfica 3D, processamento de imagem e visualização (VISUALIZATION TOOLKIT, 2011) e a *Grassroots DICOM library* (GDCM), uma biblioteca *open-source* também desenvolvida em C++, que permite especificamente a visualização de arquivos no padrão DICOM (SOURCEFORGE, 2011).

2.2 VISUALIZAÇÃO VOLUMÉTRICA

A visualização volumétrica é uma área que tem recebido muita atenção pela sua importância na análise 3D de imagens médicas. Seus algoritmos tratam os dados como compostos de material semitransparente e com isso permite apresentar detalhes de seu interior, gerando imagens de ótima qualidade (FARIAS; BENTES, 2004, p. 512).

Segundo Monteiro (2005, p. 52), "Em geral, dados volumétricos são dados (escalares ou vetoriais) amostrados numa grade regular no espaço". Em uma definição mais simplificada, uma visualização volumétrica é a visualização de sólidos dentro de sólidos. Por isso, não se espera uma simulação da realidade perfeita, mas sim a possibilidade de realizar uma visualização exploratória dos dados (CARNEIRO; VELHO, 2000, p. 20).

Uma de suas principais aplicações é na análise de imagens médicas, que permite que dados obtidos por equipamentos médicos sejam exibidos em projeções tridimensionais, permitindo assim uma melhor visualização dos dados obtidos (MILSZTAJN, 2003, p. 10).

As técnicas de visualização volumétrica permitem a possibilidade de explorar o interior dos dados volumétricos, permitindo assim que em uma imagem médica, seja possível explorar também as suas estruturas internas (PRAUCHNER, 2005, p. 13).

Um dos desafios da visualização volumétrica é conseguir que o tempo para a geração da imagem seja razoável, e para isso, aconselha-se realizar simplificações no modelo físico da propagação da luz (CARNEIRO; VELHO, 2000, p. 20).

A visualização volumétrica utiliza para sua representação o conceito de *voxel*, que segundo Monteiro (2005, p. 24), "Um *voxel* é uma versão tridimensional de um pixel, é usado

freqüentemente na visualização e na análise de dados médicos e científicos de objetos tridimensionais”.

A área de visualização volumétrica é separada em duas subáreas, que são a visualização direta de volumes, que ocorre sem a utilização de representações geométricas, e a visualização por extração de superfícies, que utiliza aproximações poligonais de isosuperfícies extraídas do volume (MILSZTAJN, 2003, p. 10).

2.2.1 Visualização Direta de Volumes

Este método representa o volume através de *voxels* 3D que são projetados diretamente em pixels 2D e armazenados como imagem, não sendo necessário o uso de primitivas geométricas, permitindo ver além da superfície (MONTEIRO, 2005, p. 53).

A visualização direta de volumes tem um custo computacional muito alto, pois todos os *voxels* são utilizados na renderização da imagem, permitindo assim uma imagem de melhor qualidade e a possibilidade de visualizar o interior da imagem. Alguns dos principais algoritmos que correspondem a este tipo de visualização são Ray Casting, Splatting e Shear-Warp (RÚBIO, 2003, p. 7).

2.2.2 Visualização por Extração de Superfícies

Este método trabalha com a extração e representação de isosuperfícies, que posteriormente serão visualizadas através de técnicas convencionais da computação gráfica. Para reconstruir estas isosuperfícies é preciso ter a estrutura de todas as fatias das imagens médicas segmentadas, para que posteriormente seja possível realizar a composição da malha de polígonos (MONTEIRO, 2005, p. 52-53).

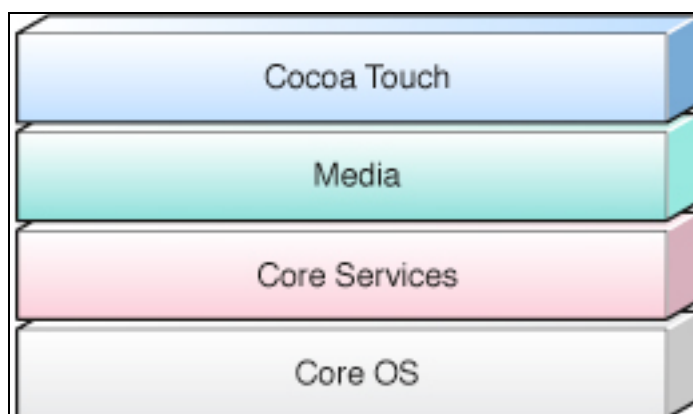
Esta forma de visualização tem como suas principais vantagens a velocidade e o pouco espaço de armazenamento requerido. Suas desvantagens podem trazer imperfeições significativas a imagem como a criação de falsos pedaços de superfícies e a imprecisão para

mostrar algumas estruturas do corpo humano (RÚBIO, 2003, p. 6).

2.3 PLATAFORMA IOS

O iOS é o sistema operacional desenvolvido pela Apple que contém as tecnologias utilizadas para executar os aplicativos em dispositivos como o iPad, iPhone e iPod Touch. O iOS SDK contém o código, as informações e ferramentas necessárias para desenvolver e testar os aplicativos desenvolvidos para iOS. Para o desenvolvimento dos mesmos é utilizada a ferramenta Xcode, que contém todo o suporte para desenvolver utilizando a linguagem de programação Objective-C e permite testar os códigos desenvolvidos em um simulador do iOS ou no próprio aparelho (APPLE INC, 2010).

O núcleo de controle do sistema operacional do iOS é dividido em quatro camadas, como é demonstrado na Figura 1.



Fonte: Apple Inc. (2010).

Figura 1 - Camadas do núcleo de controle do iOS

Nas camadas mais inferiores, que são `Core OS` e `Core Services`, estão as interfaces de fundamental importância para o funcionamento do sistema operacional e são desenvolvidas na linguagem C. A camada de `Media`, que já é desenvolvida tanto na linguagem C como em Objective-C, é quem contém as tecnologias que dão suporte para poder realizar desenhos em 2D e 3D, sendo esta a camada que inclui a tecnologia OpenGL ES. No topo tem a camada `Cocoa Touch`, que é a responsável pela implementação da interface dos aplicativos para o iOS, utilizando geralmente a linguagem de programação Objective-C (APPLE INC, 2010).

OpenGL ES, que é utilizado pela camada de `Media`, é uma API gratuita e multiplataforma de gráficos de função 2D e 3D, utilizada em sistemas embarcado como, por exemplo, aparelhos celulares. Esta API é baseada em subconjuntos bem definidos do OpenGL

para computadores pessoais. Consiste em um conjunto de procedimentos e funções que permitem especificar os objetos e as operações utilizados nas imagens de alta qualidade gráfica (KHRONOS GROUP, 2010).

2.4 TRABALHOS CORRELATOS

Existem trabalhos comerciais e acadêmicos que tratam do assunto de visualização volumétrica para computadores pessoais e dispositivos móveis. Dentre os aplicativos comerciais foi selecionado o aplicativo Osirix (2011) e entre os trabalhos acadêmicos o “Visualizador de Imagens Radiológicas 2D para Iphone” (ROEPKE, 2010).

2.4.1 Visualizador de Imagens Radiológicas 2D para Iphone

O estudo apresentado por Roepke (2010) propõe o desenvolvimento de um aplicativo para a plataforma iOS, utilizando a linguagem de programação Objective-C, que permita a visualização de imagens médicas utilizando os *frameworks* UIKit, Foundation, Quartz Core e Core Graphics, que são fornecidos pela própria Apple. Para isso, as imagens no formato JPEG são adquiridas através de uma *Uniform Resource Locator* (URL) contendo um arquivo DICOM, o que permite que esta imagem seja visualizada diretamente de um servidor. O aplicativo ainda permite realizar algumas manipulações como o aumento ou a diminuição do brilho e do contraste, e ainda, visando a facilidade que o iPhone pode proporcionar, foi implementada uma função que permite marcar as regiões da imagem e envia-las por *e-mail*.

Na Figura 2 é possível verificar a mudança de brilho realizada em uma imagem DICOM.



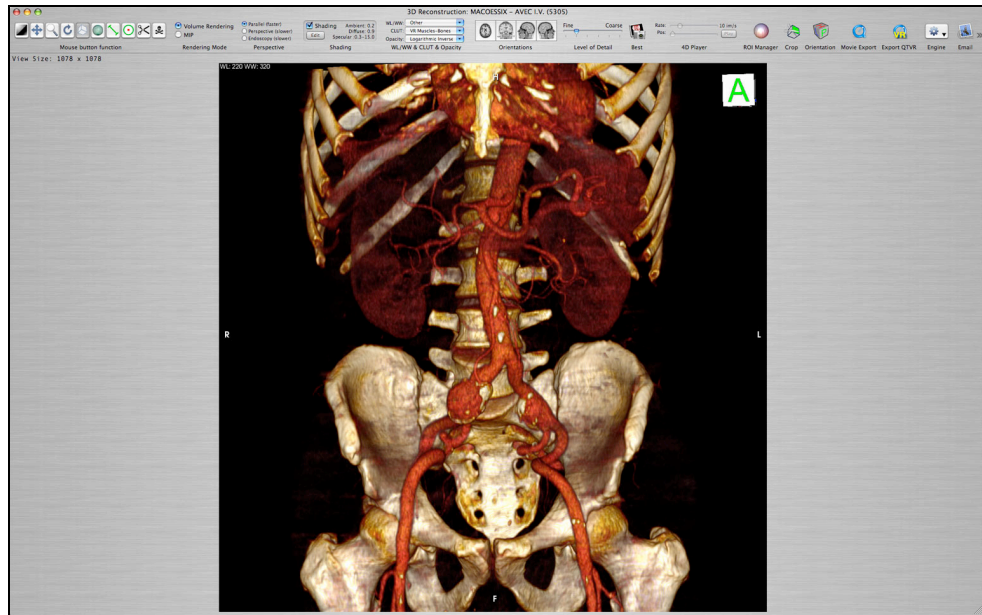
Fonte: Roepke (2010, p. 40).

Figura 2 – Mudança de brilho

2.4.2 Osirix

O Osirix é conhecido como a mais completa ferramenta para visualização de imagens DICOM, sendo desenvolvido na linguagem Objective-C e tendo o seu código como *open-source*. Esta ferramenta foi desenvolvida para a plataforma MAC OS, tendo sua distribuição gratuita, e posteriormente foi adaptada para o iOS, sendo esta uma versão paga. Dentre as principais funcionalidade desta ferramenta estão a possibilidade de visualizar todos os metadados que constam no arquivo DICOM e suas diversas modalidades de visualização das imagens DICOM, sendo possível realizar a visualização em 2D, 3D, e para alguns tipos de imagens médicas, como imagens cardíacas, é possível ainda obter uma visualização 4D e 5D. Esta ferramenta também permite visualizar as imagens em orientações diferentes e possui uma funcionalidade que permite realizar a remoção de ossos quando é realizada uma visualização volumétrica da imagem (OSIRIX, 2011).

Na Figura 3 é apresentada uma das várias visualizações volumétricas que o software apresenta.



Fonte: Osirix (2011).

Figura 3 – Visualização volumétrica de uma imagem DICOM

3 REQUISITOS DO SISTEMA A SER DESENVOLVIDO

O aplicativo para a visualização volumétrica de imagens DICOM deverá:

- a) efetuar a leitura do cabeçalho e das imagens de um arquivo DICOM (Requisito Funcional – RF);
- b) apresentar a sequencia de imagens em formato 2D contidas no arquivo DICOM (RF);
- c) efetuar a renderização volumétrica das imagens DICOM (RF);
- d) permitir a visualização da imagem volumétrica de diferentes pontos de vista (RF);
- e) ser implementado utilizando a linguagem de programação Objective-C (Requisito Não-Funcional – RNF);
- f) ser implementado utilizando o ambiente de desenvolvimento XCode 4 (RNF);
- g) ser desenvolvido para executar em dispositivos móveis como o iPhone, iPad e iPod Touch (RNF).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Visando trazer uma maior facilidade de acesso as imagens geradas por equipamentos médicos, pretende-se desenvolver um aplicativo para a plataforma iOS, que poderá ser utilizado em equipamentos móveis como o iPhone, iPad e iPod Touch, utilizando a linguagem de programação Objective-C, tendo como as duas principais camadas do sistema operacional iOS a serem exploradas a camada de `Media`, onde consta o *framework* do OpenGL ES e a camada de `Cocoa Touch`, que é a responsável pelo desenvolvimento da interface do aplicativo.

Como será trabalhado com o padrão DICOM e existem informações relevantes a este trabalho que estarão armazenadas no cabeçalho do arquivo, como as dimensões da imagem, o número de cortes que a imagem sofreu e a orientação 3D da imagem, foi necessário realizar uma pesquisa para encontrar uma biblioteca que permita a manipulação destas imagens em Objective-C. Porém não foi encontrada uma biblioteca desenvolvida especificamente para esta linguagem de programação, somente o código *open-source* do Osirix para *desktop*, que será estudado a possibilidade de adaptar este código para utilizar no iOS. As pesquisas resultaram em duas bibliotecas desenvolvidas em C, que também serão analisadas para verificar qual poderá ser utilizada para ser adaptada a linguagem utilizada para desenvolver o aplicativo deste trabalho, assim como adaptada para estar utilizando o menor processamento possível, visando sempre a limitação de um dispositivo móvel. Estas bibliotecas são a VTK e a GDCM.

Foram apresentadas duas subáreas que podem ser utilizadas para realizar a visualização volumétrica das imagens, e ao fazer uma análise sobre estes métodos, foi possível verificar que a visualização por extração de superfícies não é a mais indicada para o que está sendo proposto por este trabalho, pois mesmo sendo mais rápido e utilizando pouco espaço de armazenamento, pode trazer imperfeições as imagem. Para o desenvolvimento deste trabalho será utilizada a visualização direta de volumes, que mesmo com o seu alto custo computacional, é o que irá proporcionar uma melhor visualização da imagem DICOM, pois também possibilita realizar a visualização interna do objeto. Os algoritmos citados no estudo desta subárea terão de ser estudados e adaptados para que utilize o menor processamento possível, pois esta imagem renderizada será visualizada em um dispositivo móvel com processamento limitado.

Em relação aos trabalhos correlatos mencionados, é possível afirmar que este trabalho

irá ter como base a implementação dos mesmos. Tem-se o trabalho realizado por Roepke (2010), que permite realizar a manipulação das imagens DICOM em forma 2D, acessando as imagens DICOM diretamente de um servidor, enquanto este trabalho estará apresentando a visualização volumétrica das imagens DICOM de diferentes pontos de vista, armazenadas localmente no dispositivo móvel. A outra ferramenta apresentada é o Osirix (2011), que é um aplicativo comercial desenvolvido utilizando-se a linguagem de programação Objective-C, sendo que esta ferramenta permite vários tipos de visualização e manipulação das imagens DICOM. Esta ferramenta possui uma implementação muito interessante sobre o assunto que está sendo abordado por este trabalho, sendo que este irá permitir apenas a visualização volumétrica das imagens DICOM.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APPLE INC. **iOS overview**. [S.l.], 2010. Disponível em: <http://developer.apple.com/library/ios/#referencelibrary/GettingStarted/URL_iPhone_OS_Ovverview/_index.html#/apple_ref/doc/uid/TP40007592>. Acesso em: 11 set. 2011.

CARNEIRO, Marcelo M.; VELHO, Luiz. Um estudo de algoritmos para visualização simultânea de dados volumétricos e superfícies poligonais. Rio de Janeiro: PUC-RJ, 2000. 54p. **Relatório Técnico**. Disponível em: <http://www.dbd.puc-rio.br/depto_informatica/00_14_carneiro.pdf>. Acesso em: 11 de Setembro de 2011.

FARIAS, Ricardo.; BENTES, Cristina. Renderização volumétrica paralela de dados médicos irregulares em clusters de PCs. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO - WORKSHOP DE INFORMÁTICA APLICADA À SAÚDE, 4., 2004, Itajaí. **Anais...** Itajaí: UNIVALI, 2004. p. 512-515.

FRANCESCONI, Tiago. **Proposta metodológica para modelagem geométrica a partir de imagens médicas**. 2008. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção e Sistemas) - Curso de Pós-graduação em Engenharia de Produção e Sistemas, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, Curitiba.

KHRONOS GROUP. **OpenGL ES overview**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.khronos.org/opengles/>>. Acesso em: 11 set. 2011.

MILSZTAJN, Flávio. **Segmentação de tecidos cerebrais em imagens de ressonância magnética utilizando campos aleatórios de Markov**. 2003. 102 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Curso de Pós-graduação em Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

MONTEIRO, Denyse N. B. **Estudo sobre a visualização de imagens médicas obtida por exames virtuais**. 2005. 121 f. Dissertação (Mestrado em Computação) - Curso de Pós-graduação em Computação, Universidade Federal Fluminense, Niterói.

OSIRIX. **DICOM Viewer**. Santa Monica, 2011. Disponível em: <<http://www.osirix-viewer.com/>>. Acesso em: 11 set. 2011.

PRAUCHNER, João L. **Especificação de funções de transferência para visualização volumétrica**. 2005. 64 f. Dissertação (Mestrado em Ciência da Computação) - Curso de Pós-Graduação em Computação, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.

ROEPKE, Marwin. **Visualizador de imagens radiológicas 2D para Iphone**. 2010. 51 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciência da Computação) – Centro de Ciências Exatas e Naturais, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau.

RÚBIO, Cássio A. **Estilização e visualização tridimensional de tumores intracranianos em exames de tomografia computadorizada**. 2003. 108 f. Dissertação (Mestrado em Informática) - Curso de Pós-graduação em Informática, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

SOURCEFORGE. **GDCM**: Grassroots DICOM library. [S.l.], 2011. Disponível em: <http://sourceforge.net/apps/mediawiki/gdcm/index.php?title=Main_Page>. Acesso em: 19 set. 2011.

VISUALIZATION TOOLKIT. **About VTK**. [S.l.], 2011. Disponível em: <<http://www.vtk.org/VTK/project/about.html>>. Acesso em: 19 set. 2011.