

# **Visualizador volumétrico de imagens DICOM na plataforma Android**

Jonatas Daniel Hermann  
Orientador: Dalton Solano dos Reis

FURB - Universidade Regional de Blumenau  
DSC - Departamento de Sistemas e Computação  
Grupo de Pesquisa em Computação Gráfica,  
Processamento de Imagens e Entretenimento Digital  
[www.inf.furb.br/gcg](http://www.inf.furb.br/gcg)

# Roteiro

- Introdução
- Objetivos do trabalho
- Fundamentação teórica
- Desenvolvimento
- Conclusões
- Demonstração

# Introdução

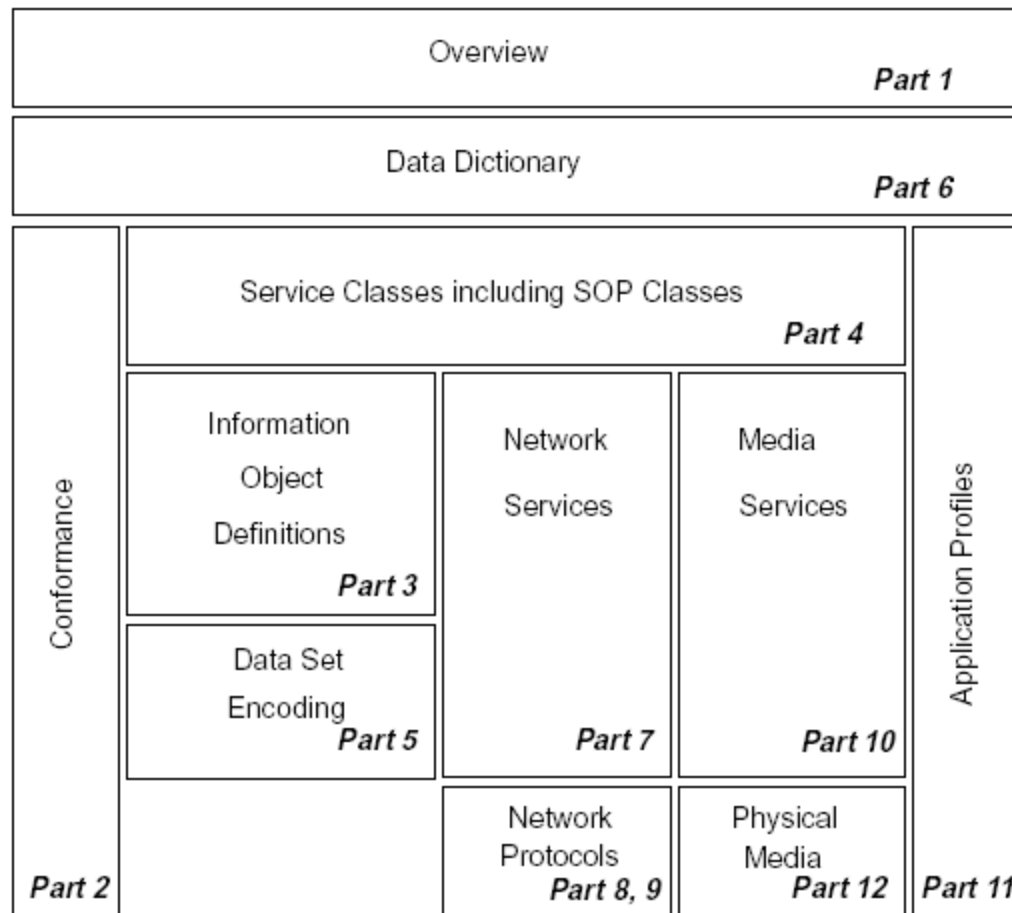
- Computação na medicina
  - exames computadorizados
  - padrão DICOM
  - visualização volumétrica
  - dispositivos móveis

# Objetivos

- utilizar as imagens DICOM armazenadas localmente para gerar as visualizações
- inspecionar em 2D e visualizar em 3D as imagens volumétricas de diferentes pontos de vista

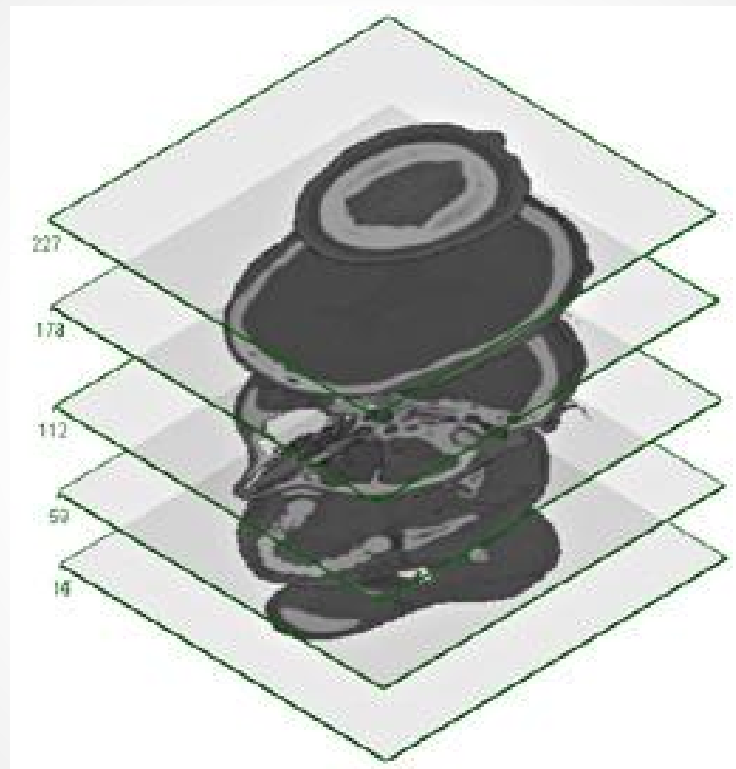
# Padrão DICOM

- Digital Imaging Communications in Medicine
- iniciou em 1983
- comitê formado pela American College of Radiology (ACR) e National Electrical Manufacturers Association (NEMA)
- uso de tags
- transferência sem alteração de qualidade



# Visualização volumétrica

Visualização volumétrica é o conjunto de técnicas utilizadas na visualização de dados associados a regiões de um volume, tendo como principal objetivo a exibição do interior de objetos volumétricos (MCCORMICK; DEFANTI; BROWN, 1987)





# Plataforma Android

- SO móvel open-source baseado no Linux
- desenvolvido pela Google
- primeira versão em 2007
- Open Handset Alliance (OHA) criada em 2007
- 81% do mercado de dispositivos móveis (IDC, 2013)

## APPLICATIONS

Home

Contacts

Phone

Browser

...

## APPLICATION FRAMEWORK

Activity  
Manager

Window  
Manager

Content  
Providers

View  
System

Notification  
Manager

Package  
Manager

Telephony  
Manager

Resource  
Manager

Location  
Manager

XMPP  
Service

## LIBRARIES

Surface  
Manager

Media  
Framework

SQLite

OpenGL|ES

FreeType

WebKit

SGX

SSL

libc

## ANDROID RUNTIME

Core  
Libraries

Dalvik Virtual  
Machine

## LINUX KERNEL

Display  
Driver

Camera  
Driver

Bluetooth  
Driver

Flash Memory  
Driver

Binder (IPC)  
Driver

USB  
Driver

Keypad  
Driver

WiFi  
Driver

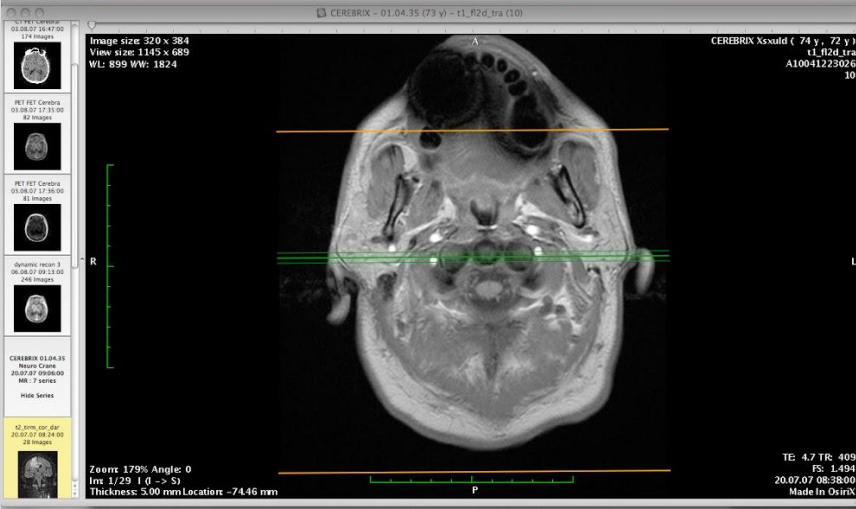
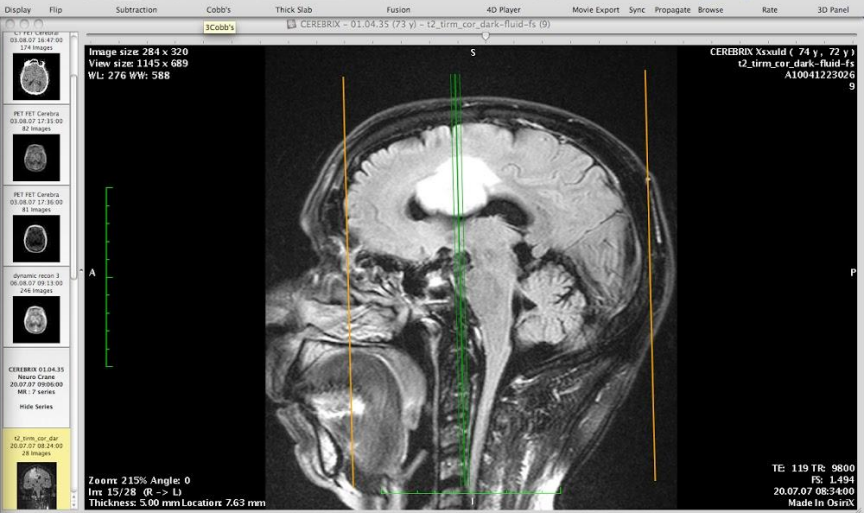
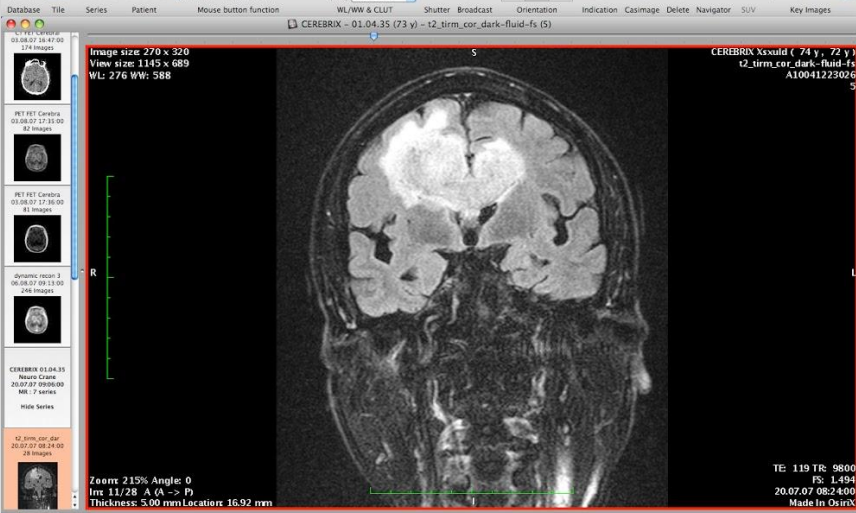
Audio  
Drivers

Power  
Management

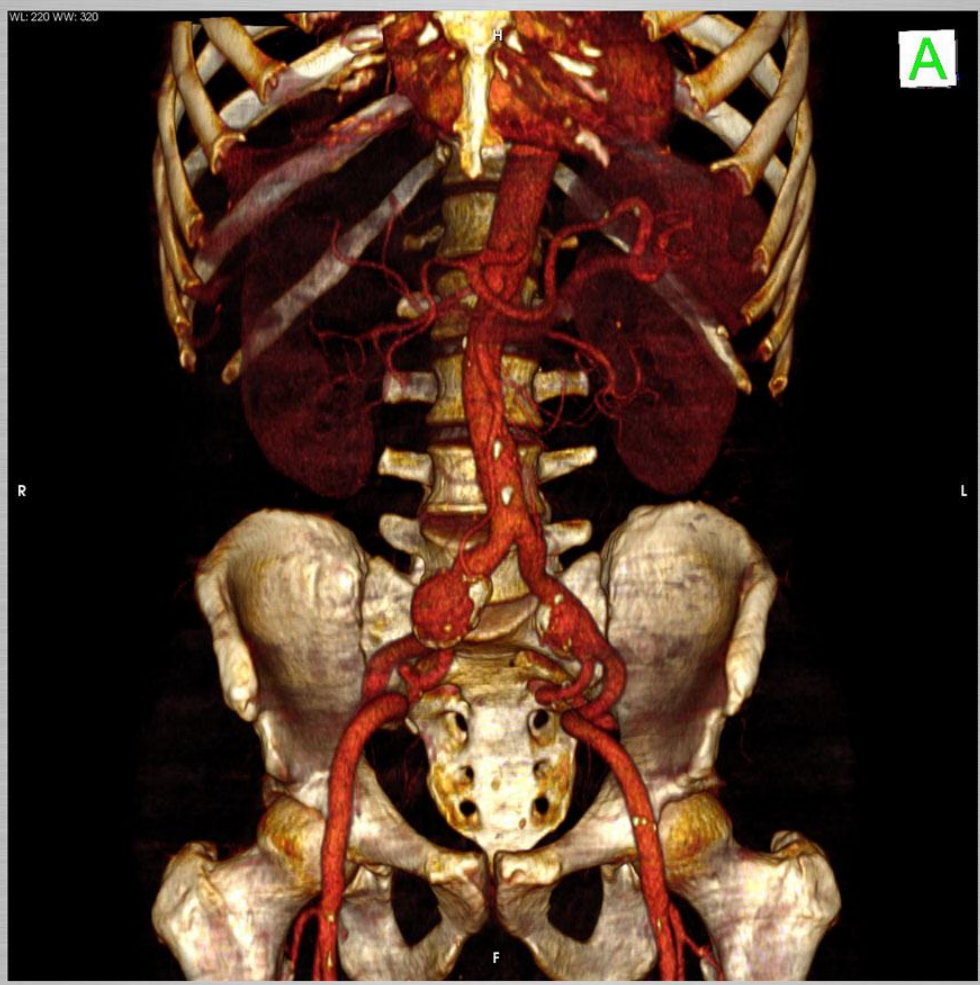
# Trabalho correlato “prático”

# Osirix

- iniciado em novembro/2003
- inicialmente desenvolvida para Mac-OS, open-source
- portada para iOs, versão paga
- visualização em 2D, 3D, 4D e 5D
- atualmente na versão 3.6.2



View Size: 1078 x 1078





OSIRIX

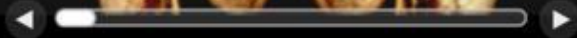
WL: 124 WW: 206

3D

Zoom: 100%

0 - 5356

Angle: 0°



Database



Viewer



Q&R



Help

# Trabalhos correlatos

<b>Características</b>	<b>Osirix</b>	<b>Hermann (2013)</b>
Ler arquivos DICOM	+	+
Visualização em duas dimensões	+	+
Tratamento das imagens	+	-
Visualização volumétrica	+	+
Rotação do volume	+	-



# Trabalhos correlatos

Visualização interna do volume	+	-
Vis. em mais de três dimensões	+	-
Separação do volume em componentes	+	-
Fatiamento do volume	+	-
Geração da imagem em mais de uma direção anatômica	+	+
Aplicação para dispositivos móveis	+	+

# Desenvolvimento

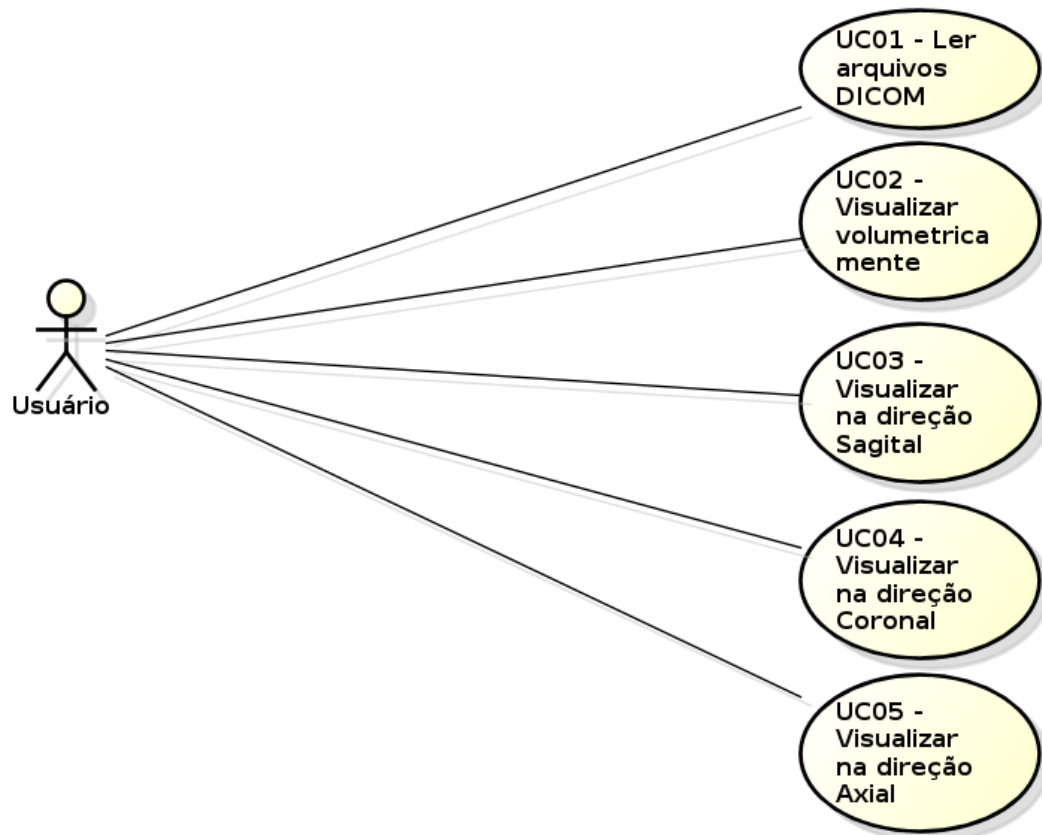
# Requisitos funcionais

- efetuar a leitura do cabeçalho e das imagens de um arquivo DICOM
- apresentar a sequência de imagens no formato 2D contidas no arquivo DICOM
- efetuar a renderização volumétrica das imagens DICOM no próprio dispositivo

# Requisitos não-funcionais

- ser implementado utilizando a linguagem Java
- ser implementado utilizando o ambiente de desenvolvimento Eclipse
- ser desenvolvido para executar em dispositivos móveis com o sistema operacional Android

# Especificação



# Diagrama de classes

## models

### Camera

- eyeX : Float
- eyeY : Float
- eyeZ : Float
- centerX : Float
- centerY : Float
- centerZ : Float
- upX : Float
- upY : Float
- upZ : Float

### Dicom

- name : String
- patient : DicomPatient
- spacingBetweenSlices : float
- file : File
- images : List

### DicomPatient

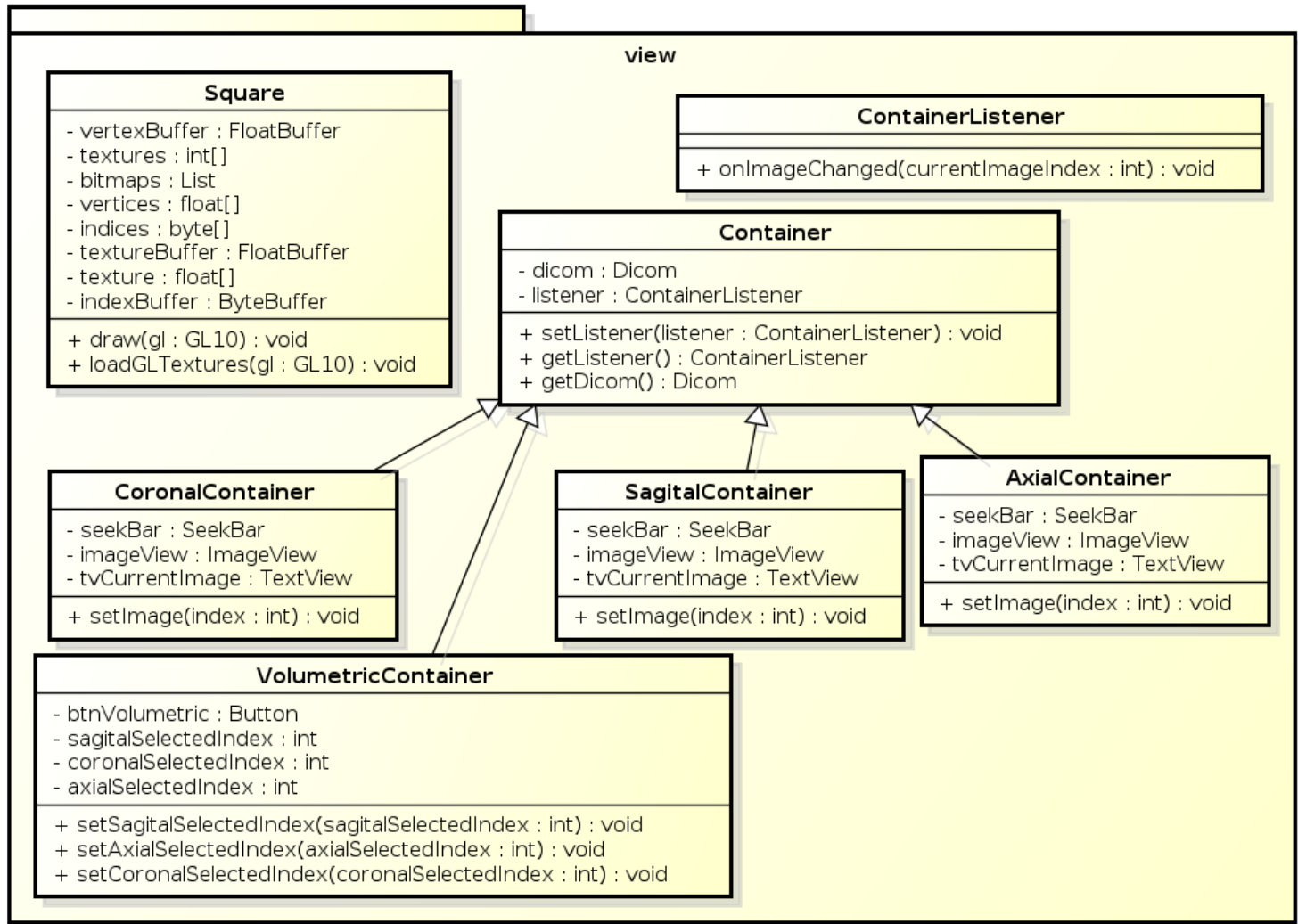
- name : String
- gender : String

### DicomImage

- file : File
- pixelData : int[]
- matrix : int[][]
- bitmap : Bitmap
- bitsAllocated : int
- pixelRepresentation : int
- columns : int
- rows : int
- imageType : String
- bigEndian : boolean

- + createBitmap(pixelData : int[]) : Bitmap
- + getBitmap() : Bitmap
- + applyBoundingBox(minX : int, maxX : int, minY : int, maxY : int) : void





## activities

### DicomFilesActivity

- listView : ListView
- adapter : DicomFileAdapter
- loadFiles() : void

### VolumetricViewerActivity

- surfaceView : GLSurfaceView
- camera : Camera
- dicom : Dicom
- renderer : VolumetricViewerRenderer

### ViewerActivity

- dicom : Dicom
- sagitalView : LinearLayout
- sagitalContainer : SagitalContainer
- axialView : LinearLayout
- axialContainer : AxialContainer
- coronalView : LinearLayout
- coronalContainer : CoronalContainer
- volumetricView : LinearLayout
- volumetricContainer : VolumetricContainer

### VolumetricViewerRenderer

- square : Square
- camera : Camera
- vertices : float[]
- textureBuffer : FloatBuffer
- texture : float[]
- vertexBuffer : FloatBuffer
- + onDrawFrame(gl : GL10) : void
- + onSurfaceChanged(gl : GL10, width : int, height : int) : void
- + onSurfaceCreated(gl : GL10, config : EGLConfig) : void
- + getCamera() : Camera
- + setCamera(camera : Camera) : void

## reader

### DicomReader

- stack : List  
- file : File  
- listener : DicomReaderListener  
- lazy : boolean  
- maxImages : int  
- dicom : Dicom  
- read() : Dicom

---

+ lazy(lazy : boolean) : DicomReader  
+ maxImages(max : int) : DicomReader  
+ setListener(listener : DicomReaderListener) : void  
- readImages() : List  
+ readPatient(reader : DicomDirReader) : DicomPatient  
+ getLastDicomReaded() : Dicom

### DicomReaderListener

+ onChange(status : String) : void

### DicomImageReader

- LIMiAR : int  
- file : File  
- dicom : Dicom  
- image : DicomImage  
- maxX : int  
- minX : int  
- maxY : int  
- minY : int  
- matrix : int[][]

---

+ read() : DicomImage  
- readImageDataSet(dicomObject : DicomObject, bitsAllocated : int) : byte[]  
- limiat(pixel : int) : int  
- read16BitsImage(pixels : byte[]) : short[]

## adapters

### BaseListAdapter

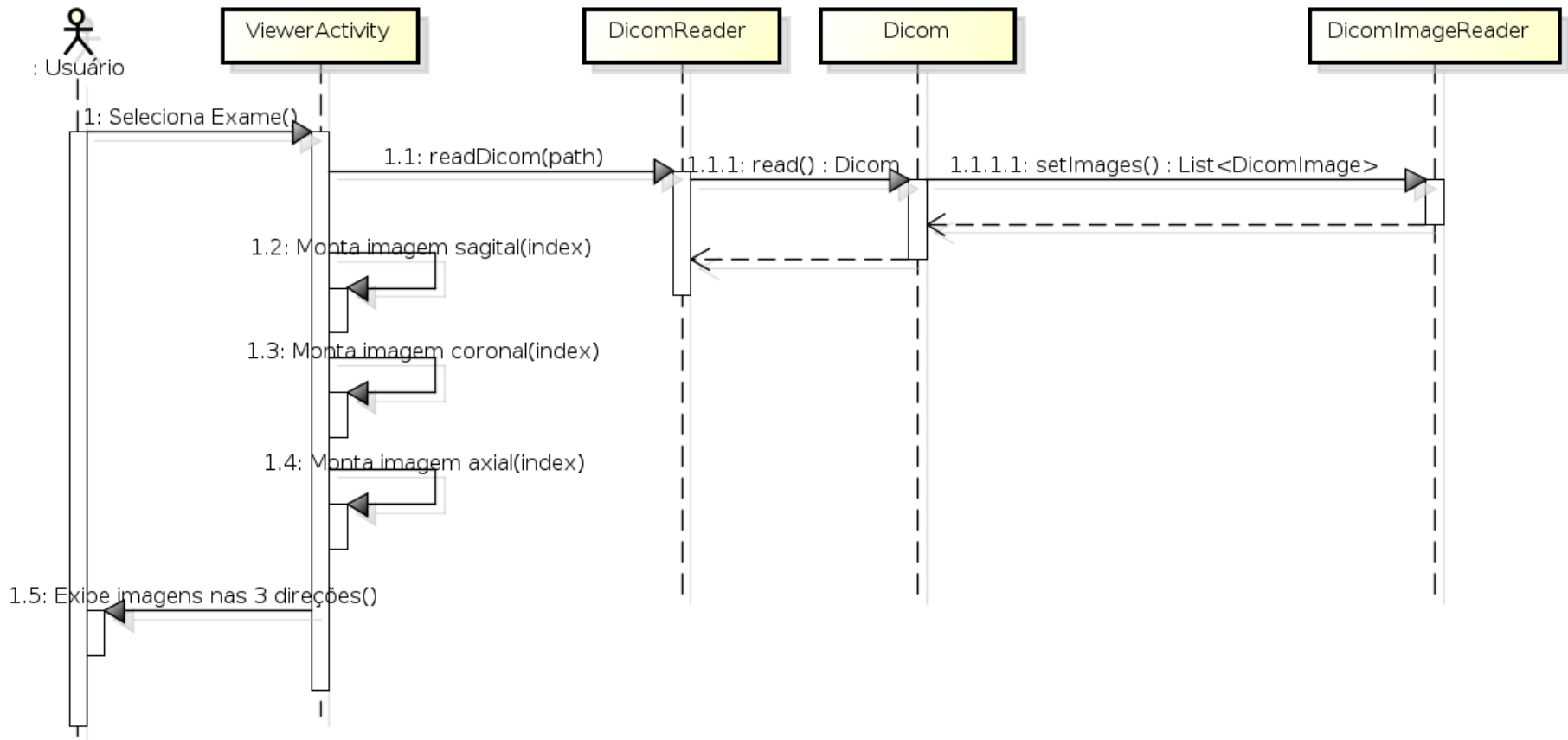
- context : Context  
- itens : List  
- inflater : LayoutInflater

+ addItem(item : Object) : void  
+ getLayoutInflater() : LayoutInflater  
+ getCount() : int  
+ getItem(position : int) : Object

### DicomFileAdapter

+ getView(position : int, convertView : View, parent : ViewGroup) : View

sd Diagram de sequencia



# Implementação

- Técnicas e ferramentas utilizadas
  - Eclipse
  - Android SDK
  - OpenGL-ES
  - DCM4CHE

```
private int limiar(int pixel) {  
    if(pixel < LIMIAR) {  
        return 0;  
    } else {  
        return 255;  
    }  
}
```

...

```
limiar = limiar(value);  
matrix[x][y] += limiar << 24;  
matrix[x][y] += value << 16;  
matrix[x][y] += value << 8;  
matrix[x][y] += value;
```

# Operacionalidade



# Escolha do exame

Selecione um arquivo

joelho\_dalton

head

Visualização em 2D

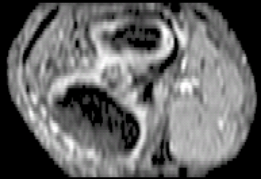
Sagital (28/55)



Coronal (256/512)



Axial (256/512)



Volumétrica

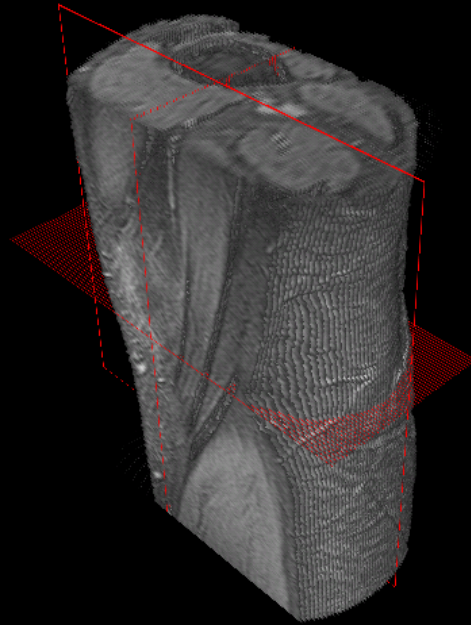
Eye X Eye Y Eye Z

3	3	3
---	---	---

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS  
Total de imagens: 55

# Visualização volumétrica



# Resultados e discussão

# Testes da geração do volume

- 2 exames utilizados nos testes, um do crânio e outro do joelho
- Exame do crânio:
  - 22 fatias de  $256 \times 256 = 1.441.792$  pixels
- Exame do joelho:
  - 55 fatias de  $512 \times 512 = 14.417.920$  pixels

# Testes da geração do volume

- Leitura dos arquivos DICOM
  - utilização da biblioteca DCM4CHE
  - leitura somente de imagens de 16 bits
  - delimitação através de bounding-box

# Testes da geração do volume

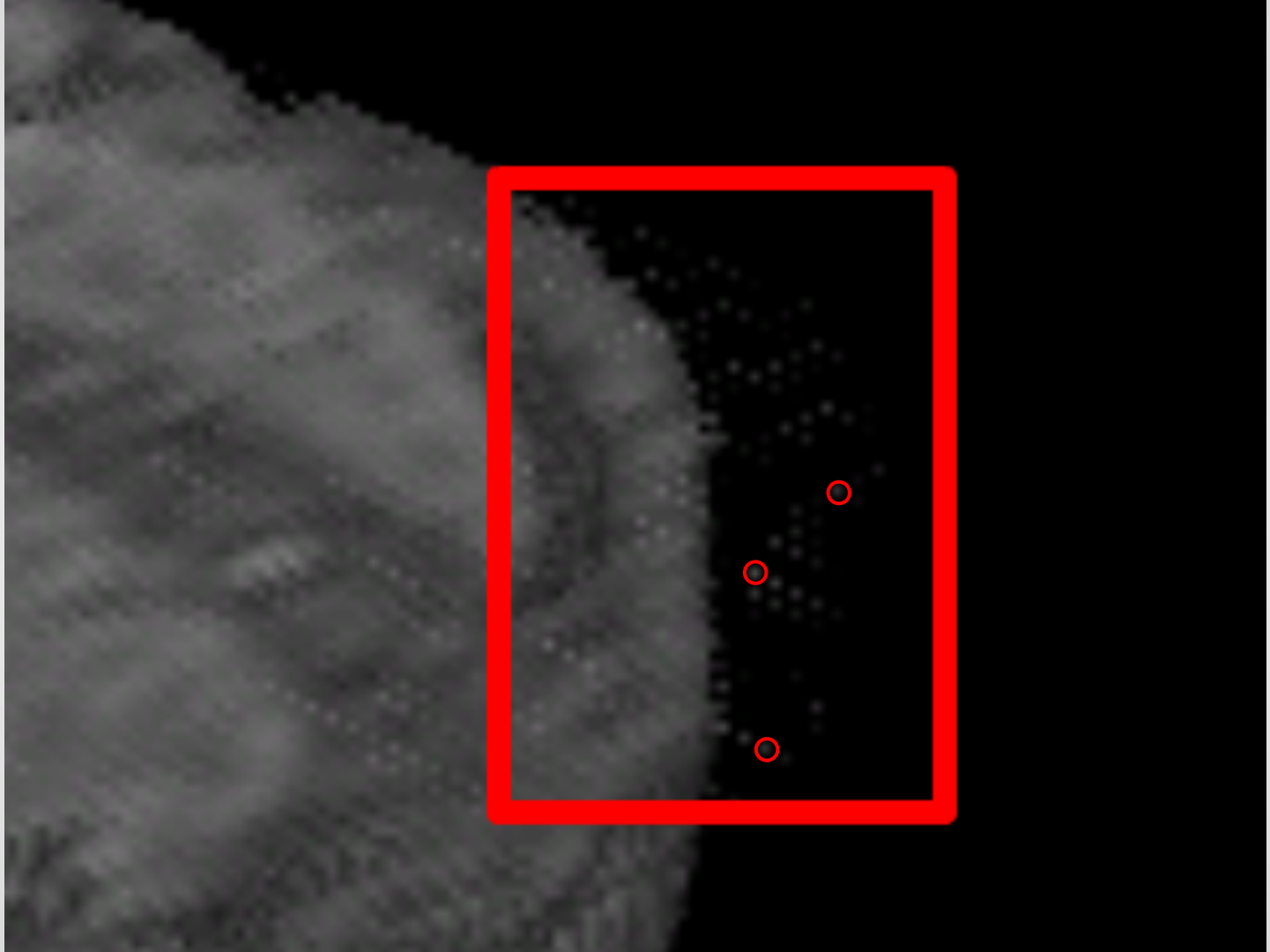
- Geração do volume

  - cada fatia com uma imagem como textura

  - definição de um limiar para determinar qual pixel faz parte do corpo

  - indicação da imagem selecionada em ambas as direções

  - distância entre fatias visível ao usuário





# Consumo de memória e desempenho

- Simulador Android SDK, rodando Android 2.2
  - necessidade de aumentar heap size para a leitura de todas imagens
  - processamento mais lento comparado ao device

# Consumo de memória e desempenho

- Samsung Galaxy Tab 2, com Android 4.1.1
  - processador 1ghz
  - 1 GB de memória
  - heap size fixo, dificultando a leitura de todas as imagens do exame
  - processamento real

# Consumo de memória

	Simulador		Dispositivo	
Momento	Crânio	Joelho	Crânio	Joelho
Fatias	22	10	22	10
Início da app	2,277 MB	2,277 MB	6,927 MB	6,927 MB
Leitura dos arquivos	9,442 MB	113,100 MB	12,563 MB	28,131 MB
Visualização 2D	9,484 MB	113,140 MB	12,480 MB	27,396 MB
Visualização volumétrica	9,508 MB	113,147 MB	14,763 MB	37,428 MB

# Desempenho

	Simulador		Dispositivo	
Operação	Crânio	Joelho	Crânio	Joelho
Fatias	<b>22</b>	<b>55</b>	<b>22</b>	<b>10</b>
Leitura dos arquivos	2,825 s	136,369 s	0,630 s	2,333 s
Criação da imagem coronal	0,079 s	0,291 s	0,153 s	0,212 s
Criação da imagem axial	0,073 s	0,236 s	0,055 s	0,056 s
Mont. da tela de vis. 2D	0,317 s	0,985 s	0,049 s	0,057 s

# Conclusões

- Atende aos requisitos propostos
- Fatiamento das imagens nas três direções
- Visualização volumétrica
- Aplicação desenvolvida para Android

# Conclusões

## - Limitações

- número restrito de imagens do exame, dependendo da memória do dispositivo
- rotação e fatiamento do volume
- espaço entre fatias visível ao usuário
- qualidade do volume gerado de exames com poucas imagens

# Extensões

- otimização no processo de leitura dos arquivos DICOM, incluindo a possibilidade de ler imagens além de 16 bits
- redução do uso de memória no processo de leitura dos arquivos DICOM, para que seja possível realizar a leitura de qualquer exame em um dispositivo físico

# Extensões

- realizar a rotação do volume
- realizar o fatiamento do volume nas três direções
- desenhar a superfície do volume, tomando como referência os pontos externos de cada imagem, e assim realizar o desenho do corpo externo do volume



# Demonstração

**Fim!**

Obrigado!

# Visualização em duas dimensões

Visualização em 2D

Sagital (14/55) Coronal (256/512)



Axial (256/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55

Visualização em 2D

Sagital (46/55) Coronal (256/512)



Axial (256/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização



Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55

# Visualização em duas dimensões

Visualização em 2D

Sagital (28/55) Coronal (117/512)



Axial (256/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55

Visualização em 2D

Sagital (28/55) Coronal (379/512)



Axial (256/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55

# Visualização em duas dimensões

Visualização em 2D

Sagital (28/55) Coronal (256/512)



Axial (124/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55

Visualização em 2D

Sagital (28/55) Coronal (256/512)



Axial (395/512) Volumétrica

Eye X Eye Y Eye Z

3 3 3

Abrir visualização

Paciente: DALTON SOLANO DOS REIS

Total de imagens: 55