

ESTUDOS PARA SEGMENTAÇÃO E EXTRAÇÃO DE CARACTERÍSTICAS EM IMAGENS DE TCAR DE TÓRAX DE PACIENTES COM DOENÇA PULMONAR INTERSTICIAL

Exame de Qualificação

Mariana Araujo Mioto ¹

Orientador: Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo-Marques ²

Co-orientador: Prof. Dr. Marcel Koenigkam-Santos ³

1. Programa de Pós Graduação Interunidades em Bioengenharia - USP
2. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto - USP
3. Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto - FMRP



Junho, 2016



Sumário

1 Introdução

- Doenças Pulmonares Intersticiais
- Contextualização
- Objetivo

2 Material e Métodos

- Linguagem Python
- Bases de Imagens
- Segmentação do Pulmão
 - Estudo 1
 - Estudo 2

3 Resultados Preliminares

- Reorganização da Base Local
- Pré-processamento
- Etapas da Segmentação
- Teste de Avaliação da Segmentação
- RNU
- Conclusão

4 Cronograma

5 Agradecimentos

Sumário

1 Introdução

Doenças Pulmonares Intersticiais

Contextualização

Objetivo

2 Material e Métodos

Linguagem Python

Bases de Imagens

Segmentação do Pulmão

Estudo 1

Estudo 2

3 Resultados Preliminares

Reorganização da Base Local

Pré-processamento

Etapas da Segmentação

Teste de Avaliação da Segmentação

RNU

Conclusão

4 Cronograma

5 Agradecimentos

Introdução - Doenças Pulmonares Intersticiais (DPIs)

- Introdução às Doenças Pulmonares Intersticiais
- As DPIs podem ser classificadas por:
 - Etiologia
 - Evolução
 - Progressão
 - Prognóstico

Introdução - Doenças Pulmonares Intersticiais (DPIs)

- Podemos destacar como doenças pulmonares intersticiais:
 - Fibrose Pulmonar Idiopática
 - Pneumonite de Hipersensibilidade
 - Sarcoidose
 - Colagenoses

Introdução - Pneumonia Intersticial Usual (PIU)

- Padrão histológico e radiográfico, associado à doenças pulmonares intersticiais
 - Apresentam características que são visíveis em exames de Tomografia Computadorizada de Alta Resolução (TCAR).
- A presença da doença associada ao PIU:
 - Prognóstico mais grave
 - Hipotéticas infecções
 - Substituição de tecido normal por fibrose

Introdução - Pneumonia Intersticial Usual (PIU)

- Depeursinge, 2015
- PIU - Padrão anatomopatológico
- Na prática clínica, é observado nos exames de TCAR:
 - Características de compatibilidade
 - Predomínio de achados na região basal e periférica
 - Anormalidade Reticular
 - Faveolamento
 - Características de inconsistência
 - Consolidação
 - Micronódulos
 - Achados, principalmente, na região superior do pulmão

Introdução - Contexto

Contexto Clínico - Análise da TCAR fornece ao radiologista:

- Martinez, 1998
 - Grau de inflamação do tecido e suas lesões por meio de padrões radiológicos
 - Reduz a realização de biopsias
- Zhao, 2013 e Depeursinge, 2015
 - Quantidade de exames gerados em um exame
 - Baixa reprodutibilidade
 - Interpretação do exame
 - Variação Inter e Intrapessoal

Introdução - Contexto

Contexto Computacional

- Bagci, 2012
 - Dificuldade em processar computacionalmente imagens de pulmão
 - Demora no processamento

Introdução - Objetivo

Proposta: Reconhecer computacionalmente o padrão radiológico de Pneumonia Intersticial Usual (PIU) em imagens de TCAR, e também reconhecer nestas imagens de TCAR características que descartariam a indicação de compatível com PIU.

Introdução - Metas

- Investigar e avaliar abordagens que realizem a segmentação das imagens de TCAR de tórax.
- Avaliar métodos de extração de características com o intuito de identificar os padrões radiológicos na TCAR de tórax que melhor caracterizam PIU.
- Classificar os padrões dos achados radiológicos que são encontrados.

Sumário

1 Introdução

Doenças Pulmonares Intersticiais
Contextualização
Objetivo

2 Material e Métodos

Linguagem Python
Bases de Imagens
Segmentação do Pulmão
Estudo 1
Estudo 2

3 Resultados Preliminares

Reorganização da Base Local
Pré-processamento
Etapas da Segmentação
Teste de Avaliação da Segmentação
RNU
Conclusão

4 Cronograma

5 Agradecimentos

Material e Métodos

- Linguagem: Python
 - Bibliotecas:
 - Scikit-image
 - Numpy
 - Pydicom
 - Matplotlib

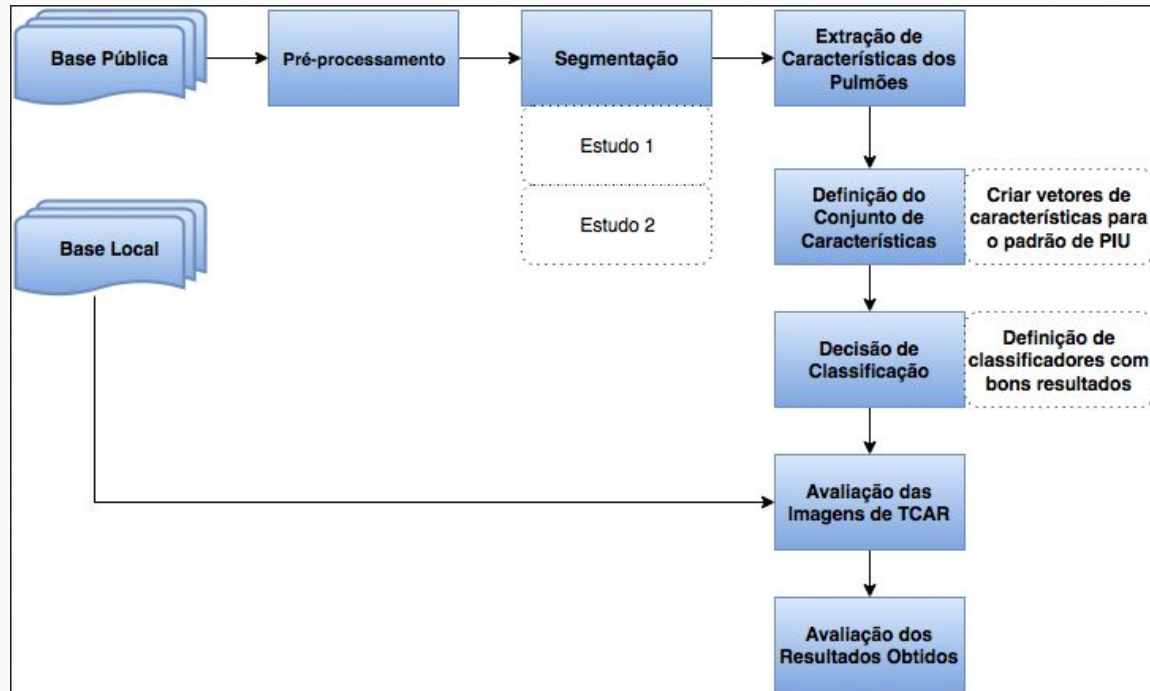
Material e Métodos

- Bases de imagens de TCAR - Características:
 - Base Pública
 - Depeursinge, 2011 - Hospital de Genebra
 - Formato DICOM
 - 128 pacientes / exames ~ 11 a 61 cortes tomográficos
 - Resolução: 512x512 pixels
 - Exames de pacientes saudáveis e com DPI
 - Conjunto de testes para algoritmos de pré-processamento e segmentação

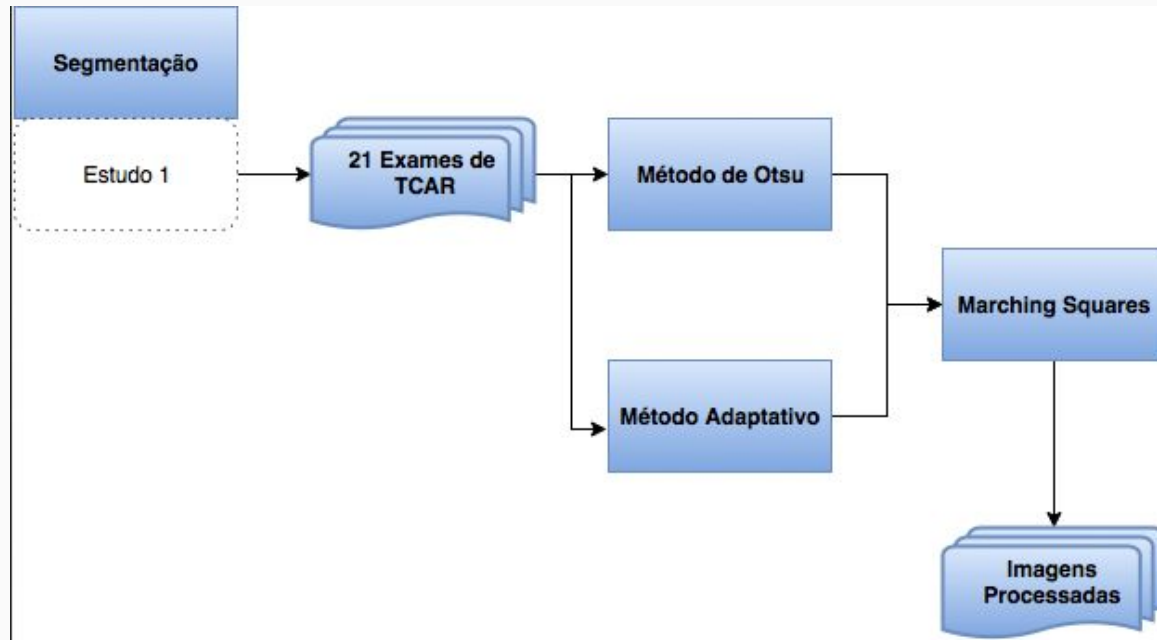
Material e Métodos

- Bases de imagens de TCAR - Características:
 - Base Local
 - Hospital das Clínicas de Ribeirão Preto - FMRP
 - Formato DICOM
 - 31 pacientes / exames ~380 a 480 cortes tomográficos
 - Resolução: 512x512 pixels
 - Várias doenças intersticiais diagnosticadas associadas ao padrão de PIU
 - Conjunto de teste local

Material e Métodos - Metodologia Geral



Material e Métodos - Estudo 1

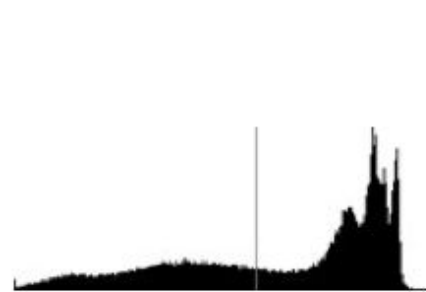


Material e Métodos - Estudo 1

- Método de Otsu

- É um método de Binarização Global para escolher o melhor threshold.
- Este baseia-se no histograma normalizado, como uma função de densidade de probabilidade discreta:

$$\sigma_{\omega}^2(t) = \omega_0(t)\sigma_0^2(t) + \omega_1(t)\sigma_1^2(t)$$



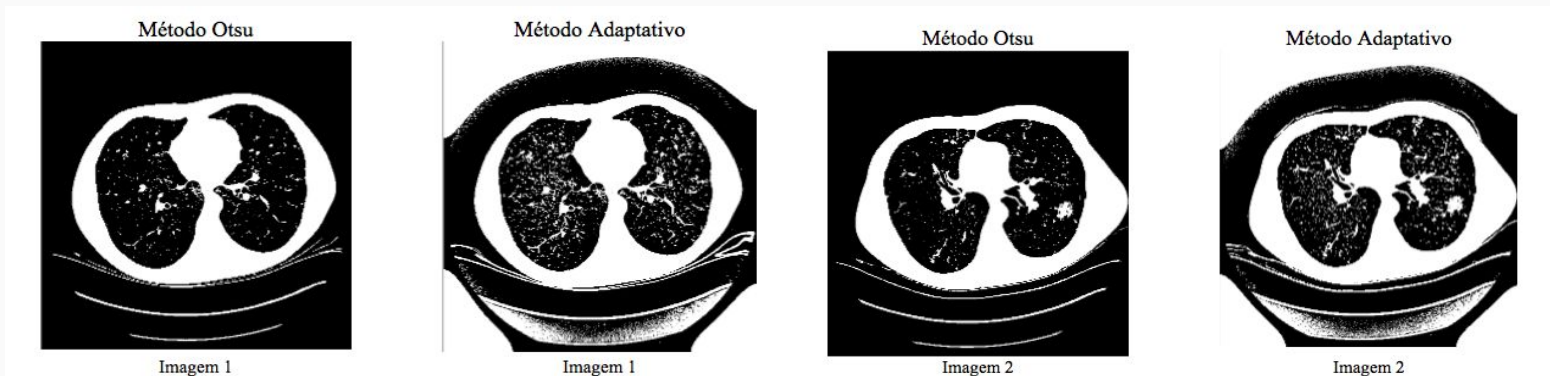
Material e Métodos - Estudo 1

- Método Adaptativo
 - É um método de Binarização Local para escolher o melhor threshold.
 - Este baseia-se em uma função que calcula a média da intensidade do pixel em uma vizinhança de tamanho pré-determinado circundante de cada pixel (vizinhanças locais)

$$T(x,y) = \frac{(P_{Menor} + P_{Maior})}{2}$$

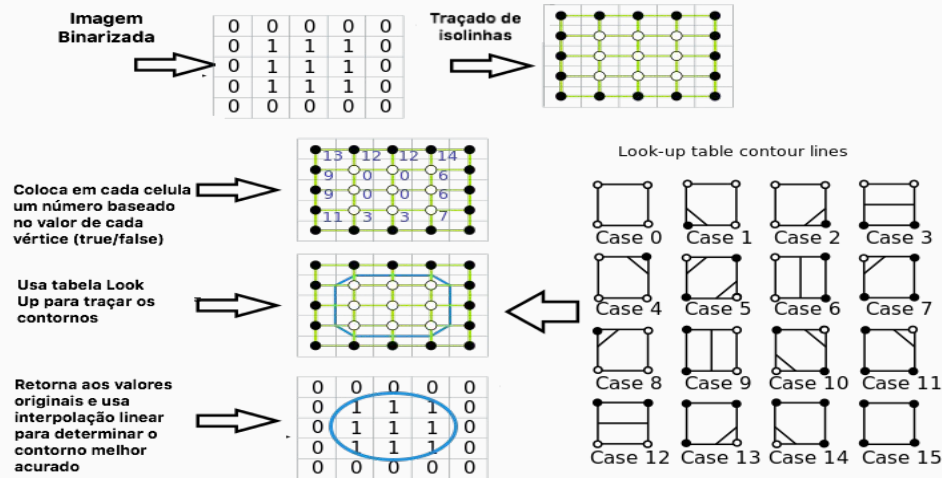
Resultados Visuais - Estudo 1

- Resultados visuais para Método Otsu e Adaptativo
 - 902 imagens binarizadas - 21 exames da base pública



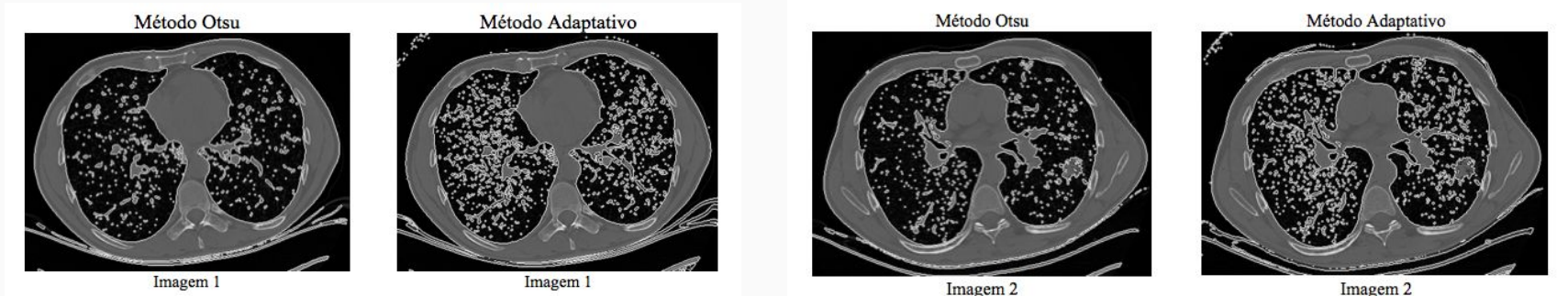
Material e Métodos - Estudo 1

- Método de contorno: *Marching Squares*

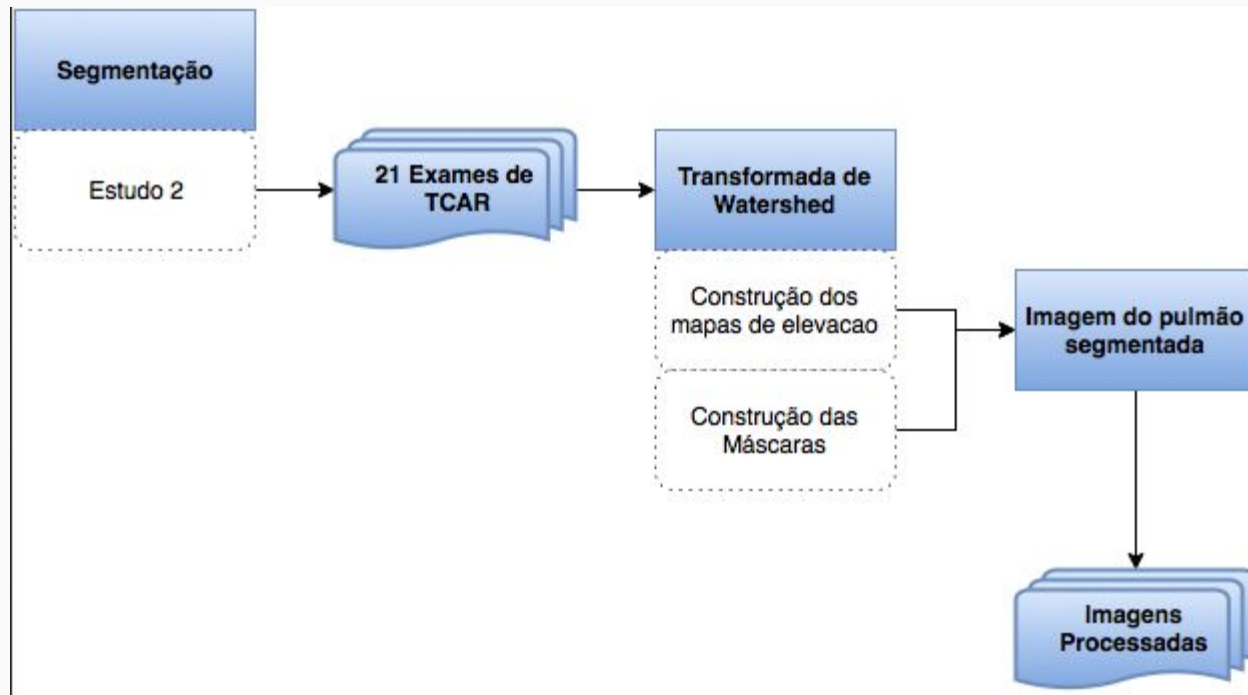


Resultados Visuais - Estudo 1

- Resultados para *Marching Squares*
 - Ruídos foram contornados



Material e Métodos - Estudo 2

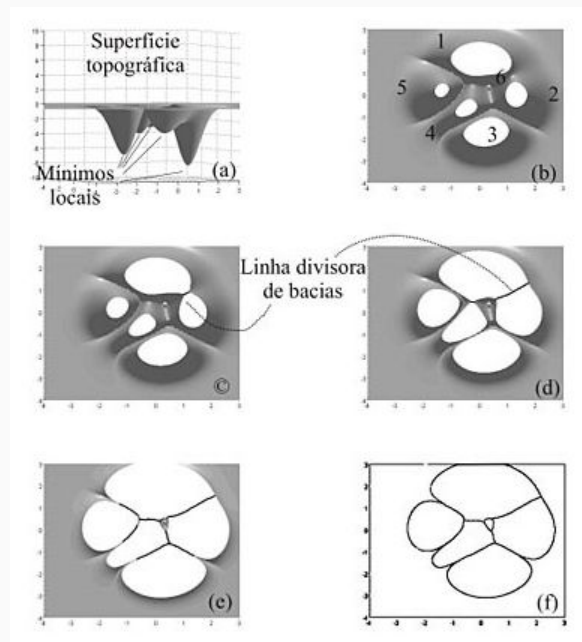


Material e Métodos - Estudo 2

1. Transformada de Watershed

Consiste em considerar a imagem como sendo um relevo topográfico onde cada altura deste relevo é associada a uma intensidade de cinza.

- Superfície topográfica, com alguns vales, onde os mínimos locais se destacam
- Vista superior da superfície com a inundação em andamento
- Crescimento das áreas
- Crescimento das áreas
- Crescimento das áreas
- Objetos segmentados



Material e Métodos - Estudo 2

- Algoritmo para Transformada de Watershed
 - Mapa de elevação
 - Operador Sobel: Cálculo da matriz de magnitude
 - Calcula o gradiente - matriz 3x3
 - Representação topográfica

Resultados Visuais - Estudo 2

- Resultados Transformada de Watershed
 - Operador Sobel - Mapa de Elevação

Mapa de Elevação

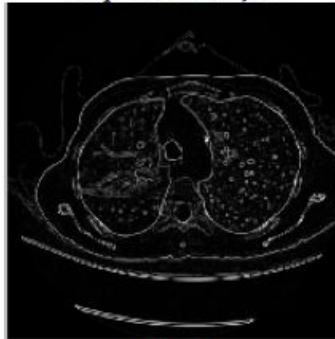


Imagem 1

Mapa de Elevação

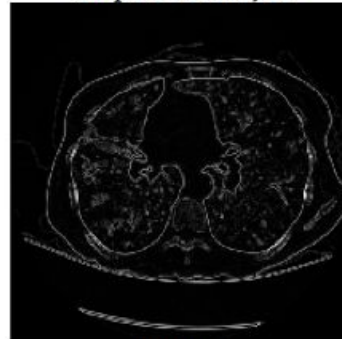


Imagem 2

Material e Métodos - Estudo 2

- Algoritmo para Transformada de Watershed
 - Construção das Máscaras
 - Estudo do histograma
 - Binarização da Imagem original

Resultados Preliminares - Estudo 2

- Avaliação da Segmentação - Estudo 2
 - Resultados Transformada de Watershed
 - Estudo de histogramas - máscaras binárias
 - Remoção dos pequenos ruídos: métodos morfológicos

Máscara encontrada

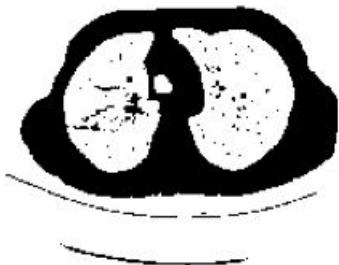


Imagem 1

Máscara encontrada

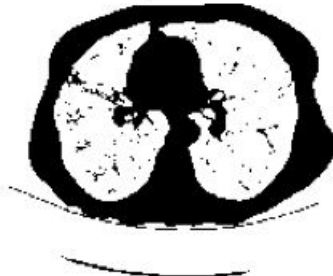


Imagem 2

Após remoção de ruídos

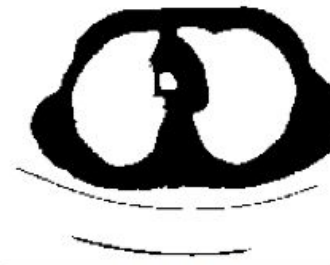


Imagem 1

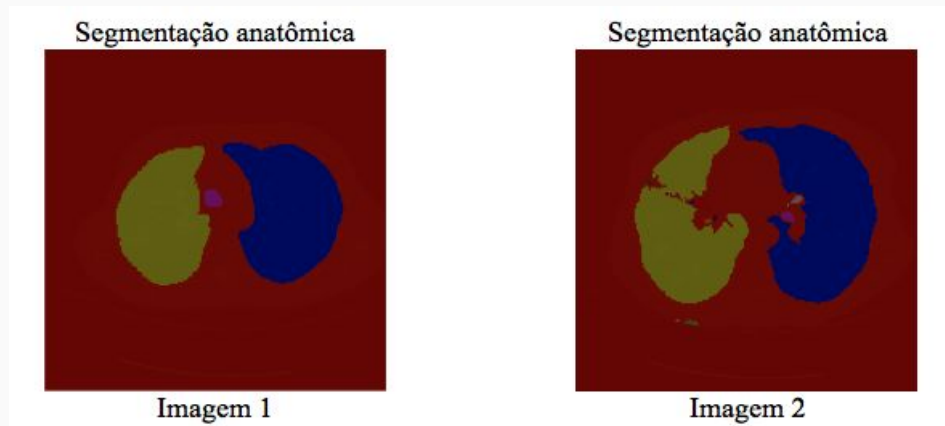
Após remoção de ruídos



Imagem 2

Resultados Visuais - Estudo 2

- Resultados Transformada de Watershed
 - 451 imagens resultantes contendo a segmentação anatômica do pulmão.



Sumário

1 Introdução

- Doenças Pulmonares Intersticiais
- Contextualização
- Objetivo

2 Material e Métodos

- Linguagem Python
- Bases de Imagens
- Segmentação do Pulmão
 - Estudo 1
 - Estudo 2

3 Resultados Preliminares

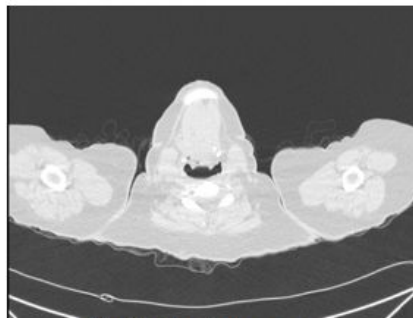
- Reorganização da Base Local
- Pré-processamento
- Teste de Avaliação da Segmentação RNU
- Conclusão

4 Cronograma

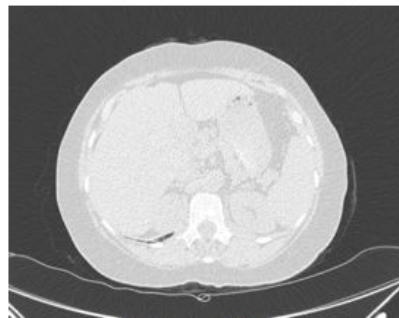
5 Agradecimentos

Resultados Preliminares

- Reorganização das bases de imagens de TCAR
 - Tipo de imagem
 - Diminuição do número de imagens
 - Retirada das imagens que não apresentavam estrutura do pulmão



Região da raiz do pescoço



Região do diafragma

Resultados Preliminares

- Pré-processamento
 - Diminuição da escala de cinza das imagens originais em 21 exames da base pública
 - Níveis de cinza de 0 a 65535 para 0 a 255
 - Caracterização de textura

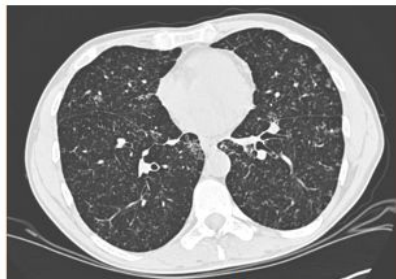


Imagem de TCAR uint16



Imagem de TCAR uint16

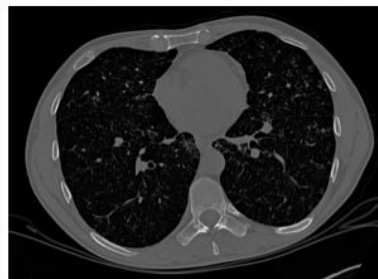


Imagem uint8

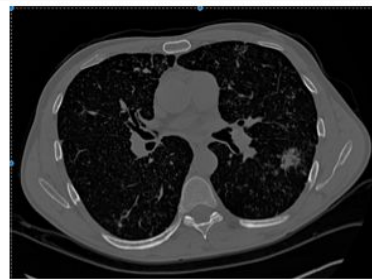


Imagem uint8

Resultados Preliminares

- Teste: Avaliação da Segmentação
 - Inspeção visual de 21 exames
 - Análise semi-quantitativa

Segmentação da TCAR Segmentação Anatômica

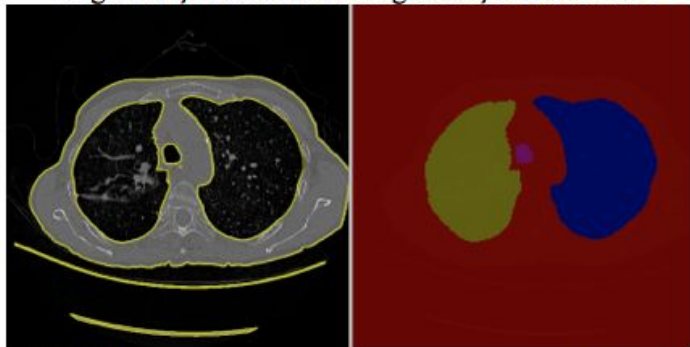


Imagem 1

Imagem 1

Segmentação da TCAR Segmentação Anatômica

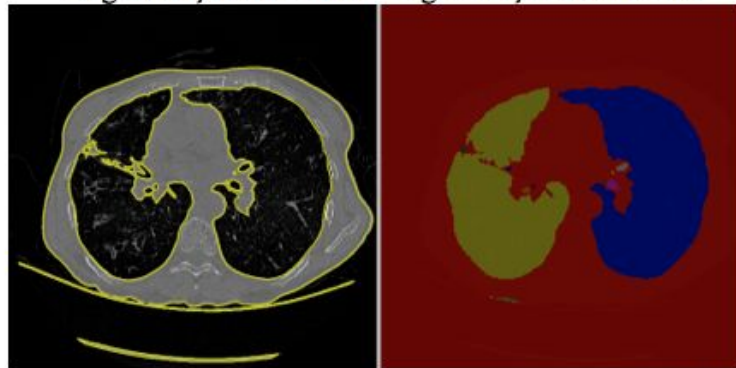


Imagem 2

Imagem 2

Resultados Preliminares

- Teste: Avaliação da Segmentação
 - Escala da Qualidade da Segmentação Anatômica
 - Ótima, segmentação sem falhas
 - Boa, segmentação com falhas pontuais
 - Adequada, segmentação com poucas falhas
 - Regular, com falhas que podem comprometer o estudo
 - Ruim, falhas que comprometeriam o estudo
 - 19 exames: boa e adequada
 - 1 exame: ótima
 - 1 exame: regular

Resultados Preliminares

- Teste estatístico: Região Não Uniforme
 - Medida
 - Calculo estatístico que leva em consideração a área da imagem alvo binarizada em relação à área do fundo da imagem:

$$RNU = \left(\frac{A_1}{A_1 + A} \right) \times \left(\frac{\sigma_{A_1}^2}{\sigma^2} \right)$$

Resultados Preliminares

Tabela 2. Avaliação Região Não Uniforme

Média Região Não-Uniforme

	Otsu	Adaptativo	<i>Watershed</i>
Exame 1	0.1955	0.2159	0.1345
Exame 2	0.1136	0.2596	0.1126
Exame 3	0.1167	0.1675	0.1100
Exame 4	0.1372	0.1846	0.1282
Exame 5	0.2377	0.2793	0.2347
Exame 6	0.1371	0.2341	0.1231
Exame 7	0.1348	0.2512	0.1278
Exame 8	0.1229	0.2880	0.1217
Exame 9	0.2125	0.2154	0.1125
Exame 10	0.1379	0.2126	0.1219
Exame 11	0.1260	0.2095	0.1190

Tabela 2. Avaliação Região Não Uniforme

Média Região Não-Uniforme

	Otsu	Adaptativo	<i>Watershed</i>
Exame 12	0.1888	0.1930	0.1698
Exame 13	0.2196	0.2251	0.1876
Exame 14	0.1664	0.1777	0.1234
Exame 15	0.1785	0.2110	0.1455
Exame 16	0.1323	0.1410	0.1239
Exame 17	0.2178	0.2270	0.1568
Exame 18	0.1827	0.1899	0.1347
Exame 19	0.1846	0.2052	0.1656
Exame 20	0.1217	0.1333	0.1017
Exame 21	0.1685	0.1899	0.1235

Resultados Preliminares

Conclusão

- A técnica empregada no segundo Estudo 2:
 - Retorna uma segmentação anatômica dos pulmões de boa qualidade
 - Obtivemos a separação da área do pulmão das outras estruturas encontradas no TCAR
 - Permite a avaliação do parênquima pulmonar - etapa de extração de características por atributos de textura

Sumário

1 Introdução

- Doenças Pulmonares Intersticiais
- Contextualização
- Objetivo

2 Material e Métodos

- Linguagem Python
- Bases de Imagens
- Segmentação do Pulmão
 - Estudo 1
 - Estudo 2

3 Resultados Preliminares

- Reorganização da Base Local
- Pré-processamento
- Etapas da Segmentação
- Teste de Avaliação da Segmentação
- RNU
- Conclusão

4 Cronograma

5 Agradecimentos

Cronograma

Atividades	2015		2016		2017	
	1º Sem	2º Sem	1º Sem	2º Sem	Janeiro	Fevereiro
1- Disciplinas	x	x	x			
2- Qualificação			x			
3- Revisão Bibliográfica	x	x	x			
4- Codificação		x	x	x		
5- Validação			x	x		
6- Artigo			x	x	x	
7- Dissertação Final				x	x	x

Sumário

1 Introdução

- Doenças Pulmonares Intersticiais
- Contextualização
- Objetivo

2 Material e Métodos

- Linguagem Python
- Bases de Imagens
- Segmentação do Pulmão
 - Estudo 1
 - Estudo 2

3 Resultados Preliminares

- Reorganização da Base Local
- Pré-processamento
- Etapas da Segmentação
- Teste de Avaliação da Segmentação
- RNU
- Conclusão

4 Cronograma

5 Agradecimentos

Agradecimentos

- Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo-Marques
- Ao Prof. Dr. Marcel Koenigkam-Santos
- Aos membros da banca
- Às agências financiadoras: CAPES, FAPESP e CNPq