



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
TECNOLOGIA EM ANÁLISE E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS

DANIEL PEREIRA DO NASCIMENTO

***DOCTOR EYES | LUNG NODULES - FERRAMENTA PARA DETECÇÃO DE
ACHADOS PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE NÓDULOS PULMONARES***

TERESINA, PIAUÍ

2019

DANIEL PEREIRA DO NASCIMENTO

DOCTOR EYES | LUNG NODULES - FERRAMENTA PARA DETECÇÃO DE ACHADOS
PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE NÓDULOS PULMONARES

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para
obtenção do diploma do Curso de Análise e
Desenvolvimento de Sistemas do Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do
Piauí. Campus Teresina Central.

Orientador: Prof. Dr. Thiago Alves Elias da
Silva

Coorientador: Prof. Me. Fernando Castelo
Branco Gonçalves Santana

TERESINA, PIAUÍ

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Nascimento, Daniel Pereira do

N244d Doctor eyes / Lung nodules : ferramenta para detecção de achados para auxílio no diagnóstico de nódulos pulmonares / Daniel Pereira do Nascimento. - 2019.

29 f.: il. p&b.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas) - Instituto Federal do Piauí, Campus Teresina Central, 2019.

Orientador : Prof. Dr. Thiago Alves Elias da Silva.

Coorientador : Prof. Me. Fernando Castelo Branco Gonçalves Santana.

1. Radiologista. 2. Medicina. 3. Imagiologia. 4. Tomografias. 5. Tórax.

I. Título.

CDD - 004.21

Elaborado por Sindya Santos Melo CRB 3/1085

DANIEL PEREIRA DO NASCIMENTO

DOCTOR EYES | LUNG NODULES - FERRAMENTA PARA DETECÇÃO DE ACHADOS
PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE NÓDULOS PULMONARES

Projeto apresentado à Banca Examinadora como requisito para aprovação na disciplina de Trabalho de Conclusão de Curso II do Curso Superior de Tecnologia em Análise e Desenvolvimento de Sistemas do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí.

Aprovado pela banca examinadora em _____.

BANCA EXAMINADORA:

**Prof. Dr. Thiago Alves Elias da
Silva**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. Me. Fernando Castelo
Branco Gonçalves Santana**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Prof. Me. Duany Dreyton
Bezerra Sousa**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

**Esp. Roberto César Teixeira
Dantas**

Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí - IFPI

TERESINA, PIAUÍ

2019

Dedico esse trabalho a minha mãe.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, a minha mãe e a toda a minha família.

RESUMO

Ao longo dos anos, a tecnologia vem sendo aprimorada e uma área que tem sido bastante beneficiada com isso é a medicina. Muitas técnicas foram aprimoradas com o uso de computadores. Uma das especialidades da medicina, a Imagiologia, cresce com técnicas cada vez mais sofisticadas, e o radiologista não deixa de ser beneficiado com isso. No entanto, os problemas causados por um diagnóstico equivocado podem ser inúmeros, e o radiologista não está imune de cometer erros. O presente trabalho tem o objetivo de trazer uma ferramenta capaz de localizar possíveis nódulos em imagens de tomografias computadorizadas de torax para auxiliar o profissional radiologista no diagnóstico.

Palavras-chaves: Tecnologia.Medicina.Imagiologia.Diagnóstico.Radiologista.Tomografias.Tórax.

ABSTRACT

Over the years, technology has been improved and one area that has benefited greatly from it is medicine. Many techniques have been enhanced with the use of computers. One of the medical specialties, Imagiology, grows with increasingly sophisticated techniques, and the radiologist is nonetheless benefiting from it. However, the problems caused by misdiagnosis can be numerous, and the radiologist is not immune from making mistakes. The present work aims to bring a tool capable of locating possible nodules in chest CT images to assist the radiologist in the diagnosis.

Key-words: Technology.Medicine.Imaging.Diagnosis.Radiologist.Tomography.Chest.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

TC	Tomografia Computadorizada
API	<i>Application Programming Interface</i>
MVC	<i>Model-View-Controller</i>

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	Contextualização	10
1.2	Justificativa	11
1.3	Objetivos	11
1.3.1	Objetivo Geral	11
1.3.2	Objetivos Específicos	11
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
2.1	Radiologia Intervencionista	12
2.2	Radiografia de Tórax	12
2.3	Radiografia Convencional	13
2.4	Tomografia Computadorizada de Tórax	13
2.5	Processamento de Imagens	14
2.6	Propriedades de uma imagem digital	14
2.7	Pixel	14
2.8	Região de Interesse	14
2.9	Limiarização	15
2.10	Segmentação	15
2.11	Reconhecimento	15
3	TRABALHOS RELACIONADOS	17
3.1	Diagnóstico auxiliado por computador na detecção de nódulos pulmonares pela tomografia computadorizada com múltiplos detectores: estudo preliminar de 24 casos	17
3.2	Proposta de uma solução computacional para detecção de nódulos pulmonares	17
3.3	Algoritmos para Diagnóstico Assistido de Nódulos Pulmonares Solitários em Imagens de Tomografia Computadorizada	17
4	<i>DOCTOR EYES</i> <i>LUNG NODULES</i> - FERRAMENTA PARA DETECÇÃO DE ACHADOS PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE NÓDULOS PULMONARES	19
4.1	Escala de Cinza	20
4.2	Limiarização	20
4.3	Binarização	20
4.4	Segmentação	21
4.5	Dilatação e Erosão	22

4.6	Aplicação de Máscara	22
4.7	Detecção dos Achados	23
4.8	Resultados	24
5	CONCLUSÃO	27
5.1	Apresentação em Eventos	27
5.2	Trabalhos Futuros	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Neste capítulo serão abordados sobre os métodos de diagnóstico de exames de imagem na Radiologia, suas mudanças no decorrer do tempo, bem como o surgimento da Imagiologia e as limitações existentes na análise manual feita pelo radiologista. Serão abordados também sobre as funções que o profissional desempenha, e sobre os objetivos que a ferramenta apresentada pretende atingir.

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO

Com a descoberta dos raios-x pelo físico alemão Wilhelm Conrad Roentgen, em 1895, começa a história da radiologia. Na ocasião, as aplicações médicas desta descoberta revolucionaram a medicina, pois tornou-se possível a visão do interior dos pacientes. A Radiologia brasileira e sul-americana iniciou-se em 1897, logo após a descoberta dos raios-x, com o médico mineiro José Carlos Ferreira Pires, que trouxe para Formiga, Minas Gerais, o primeiro aparelho de raio-x da América do Sul, fabricado sob a supervisão direta do próprio Roentgen [FENELON, 2008].

A grande evolução da Radiologia deu-se a partir dos anos 70-80, com os grandes avanços tecnológicos e científicos, que permitiram um diagnóstico muito mais preciso. Desde então, a Radiologia vem obtendo grande espaço na prática médica. O advento de novos métodos diagnósticos tais como a ultra-sonografia, mamografia digital, densitometria óssea, tomografia computadorizada multislice, PET/CT e PET/RM, ressonância magnética 3T e radiologia digital, fez surgir uma "nova" especialidade, a Imaginologia ou Imagiologia. Isto é, o conjunto das técnicas de diagnóstico que fornecem ao médico uma imagem das diversas partes do corpo humano. [FENELON, 2008].

Juntamente com a Imagiologia, surgiu também o especialista - o médico imagiologista ou radiologista. O especialista em radiologia e diagnóstico por imagem atua geralmente como facilitador no processo de elaboração do diagnóstico final das doenças. A partir da análise dos exames de imagem, ele elabora um laudo com as hipóteses diagnósticas, colaborando com os clínicos e cirurgiões para um diagnóstico mais acurado. Ele também deve orientar e sugerir ao médico qual o método mais adequado a ser utilizado em determinado caso. Os instrumentos diagnósticos utilizados por ele são os métodos de imagem e, por isso, muitos o consideram um patologista *in vivo* [FENELON, 2008].

Com o intuito de contribuir junto ao profissional radiologista, no procedimento de análise das imagens das tomografias para que seja feito o diagnóstico do médico, este trabalho traz uma ferramenta capaz de localizar achados e possíveis nódulos na leitura das imagens.

1.2 JUSTIFICATIVA

As funções do radiologista ou imaginologista consistem em realizar exames de forma cuidadosa e eficiente (interação paciente-médico-máquina) e auxiliar no diagnóstico, promovendo assim o bem estar dos pacientes. Atualmente a área do Diagnóstico por Imagem/Imaginologia tem acompanhado a evolução tecnológica mundial da computação e da eletrônica, o que torna mais promissor o futuro da especialidade. Esta evolução tecnológica colocou a Imaginologia num lugar de destaque na prática clínica-cirúrgica, além dos benefícios para os doentes, representados por um diagnóstico mais rápido e preciso, menos invasivo e por tanto, com maior conforto [FENELON, 2008].

Desde sua descoberta, no final do século passado, os raios X têm sido utilizados como método de diagnóstico em medicina, através da Radiografia e da Radioscopia. Com o passar dos anos, o diagnóstico radiológico passou por significativo avanço tecnológico, pela produção de aparelhos de maior potência e qualidade, resultando em melhor aproveitamento da radiação. Um dos momentos mais importantes dessa evolução foi a introdução do computador, utilizado para a realização de cálculos matemáticos a partir da intensidade dos fótons de raios x [CARVALHO, 2007].

A ferramenta apresentada neste trabalho se enquadra juntamente com o médico especialista na análise feita pelo mesmo, auxiliando-o na detecção de achados nas imagens de tomografias computadorizadas de pulmão, colaborando com o profissional para um melhor diagnóstico de uma forma mais precisa.

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo Geral

Este trabalho tem como objetivo apresentar uma ferramenta capaz de detectar achados e auxiliar na localização de possíveis nódulos pulmonares, em imagens de tomografias computadorizadas de tórax enviadas através de uma interface amigável.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Fazer uso de imagens de tomografias computadorizadas de tórax a partir de uma base online existente;
- Implementar uma ferramenta capaz de localizar achados e possíveis nódulos pulmonares;
- Validar a ferramenta com as imagens da base de dados que contenham os nódulos previamente identificados.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste capítulo, com a finalidade de compreender melhor esse trabalho, serão abordados alguns dos conceitos médicos mais importantes sobre o contexto da Radiologia, sobre a tecnologia focada em processamento de imagens e a participação da mesma no contexto médico, principalmente no que se refere a manipulação das imagens de tomografias utilizadas pelo radiologista para a elaboração dos seus diagnósticos, que no procedimento manual feito atualmente inclui reanalisar as seções das tomografias quantas vezes forem necessárias para que possam chegar ao diagnóstico mais preciso.

2.1 RADIOLOGIA INTERVENCIONISTA

As diversas técnicas e tecnologias da imagiologia moderna permitem elaborar uma “cartografia” detalhada do corpo humano, onde as margens de erro são cada vez mais diminutas. A semiologia dos organismos vivos, que recorre à imagiologia médica contemporânea, serve para objetivar e visibilizar aquilo que durante vários séculos não passava de conjecturas [CASCAIS, 2001].

Desde a década de 1960 [AR, 1967], os procedimentos intervencionistas com raios X na medicina têm aumentado significativamente e continuam a crescer à medida que técnicas minimamente invasivas, assim como equipamentos com tecnologia cada dia mais sofisticada, vêm sendo desenvolvidos [CANEVARO, 2009].

Define-se Radiologia Intervencionista (RI) como aqueles “procedimentos que compreendem intervenções diagnósticas e terapêuticas guiadas por acesso percutâneo ou outros, normalmente realizadas sob anestesia local e/ou sedação, usando a imagem fluoroscópica para localizar a lesão ou local de tratamento, monitorar o procedimento, e controlar e documentar a terapia” [PROTECTION, 2000]. Meios de contraste são utilizados para a visualização de órgãos ou tecidos radio transparentes na tela de um monitor [CANEVARO, 2009].

A radiologia de intervenção possibilita que sejam evitadas intervenções cirúrgicas mais complexas e com maior grau de risco para os pacientes [SOURNIA, 1995].

2.2 RADIOGRAFIA DE TÓRAX

A radiografia do tórax, por ser um exame útil, pouco invasivo e de baixo custo, continua sendo um dos mais solicitados (30% a 50% das radiografias) [JH, 1992], mesmo após o grande avanço tecnológico que se verificou na área de diagnóstico por imagem [JOSE, 2005].

Também por sua versatilidade, a radiografia de tórax tende a ser requisitada em excesso e, muitas vezes, as solicitações são provenientes de atendimentos médicos de qualidade insatis-

fatória, nos quais os médicos não valorizam a relação médico-paciente e/ou a história clínica adequada [ANAMNESE, 2001].

2.3 RADIOGRAFIA CONVENCIONAL

A radiografia convencional é o processo de obtenção de imagens bidimensionais do corpo humano utilizando feixes de raios X e filme fotográfico. Foi a primeira técnica de radiodiagnóstico desenvolvida depois da descoberta dos raios X por Röntgen, e durante décadas, foi o único método de imagem existente [COLUNISTA PORTAL - EDUCAÇÃO, 2019].

Mesmo com o desenvolvimento de diferentes técnicas, como a tomografia computadorizada ou a ressonância magnética, ainda há muitos exames de radiografia convencional que não foram substituídos, por serem mais práticos, mais baratos ou mais úteis em determinados casos [COLUNISTA PORTAL - EDUCAÇÃO, 2019].

O equipamento de radiografia é composto pelo tubo de raios X, filtros, colimadores, mesa de altura ajustável, detector (receptor) da imagem, mesa de controle do operador e processadora dos filmes. O receptor da imagem é o filme radiográfico colocado dentro de um chassi (ou cassete) e posicionado sob a mesa de exames ou em um suporte no caso da radiografia feita com o paciente em pé [COLUNISTA PORTAL - EDUCAÇÃO, 2019].

2.4 TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA DE TÓRAX

O exame de tomografia computadorizada (TC) de tórax ou torácico serve para auxiliar o médico no diagnóstico de diversas patologias (doenças) do pulmão e da caixa torácica, mas também na avaliação de patologia das estruturas do mediastino como doenças cardiovasculares, incluindo os grandes vasos (angio-TC), entre outras [SAUDEBEMESTAR.PT, 2019].

Esta técnica tem como base o recurso a radiação ionizante, de forma semelhante à radiologia convencional (Raio X), mas com uma maior exposição relativa. A imagem produzida resulta de um princípio simples: um emissor emite a radiação fazendo-a atravessar o corpo humano (neste caso o tórax), sendo depois recebida (por um receptor), permitindo a sua análise pelo médico radiologista. No caso da tomografia computadorizada, são efetuados diversos “cortes” nos tecidos a analisar, e através de algoritmos complexos e sistemas computacionais (daí a palavra computadorizada), são geradas as imagens usadas para diagnóstico médico [SAUDEBEMESTAR.PT, 2019].

A denominação "tomografia axial computadorizada"(TAC) prende-se com a tecnologia usada inicialmente para a formação de imagem. No entanto, esta tecnologia (axial) foi substituída pela helicoidal, entretanto desenvolvida. O exame passou, então, a denominar-se unicamente por tomografia computadorizada (TC). Ou seja, as designações “TC do tórax” e “TAC do tórax” referem-se ao mesmo exame [SAUDEBEMESTAR.PT, 2019].

2.5 PROCESSAMENTO DE IMAGENS

O Processamento de imagens é certamente uma área em crescimento. Diversos temas científicos são abordados e em alguns casos de caráter interdisciplinar. Entre eles podemos citar: a compreensão de imagens, a análise em multi-resolução e em multi-frequência, a análise estatística, a codificação e a transmissão de imagens, etc. Mas o que faz do processamento de imagens uma disciplina tão particular e complexa? O que faz com que não tenhamos ainda sistemas de alta performance de reconhecimento de caracteres ou de formas mais complexas? A resposta a estas questões serão discutidas ao longo deste artigo onde apresentaremos problemas e aplicações que demandam técnicas especializadas de processamento de imagens com o intuito de compreender e responder a estas questões [ALBUQUERQUE, 2002].

Processar uma imagem consiste em transformá-la sucessivamente com o objetivo de extrair mais facilmente a INFORMAÇÃO nela presente. Cabe neste momento fazer uma comparação entre o Processamento de Imagem e área de Computação Gráfica, técnica que encontramos frequentemente aplicadas através de sequências animadas na televisão ou em filmes de cinema. A Computação Gráfica parte de uma INFORMAÇÃO precisa para obter uma imagem ou um filme. O Processamento de Imagens parte da imagem (de uma informação inicial que é geralmente captada por uma câmera) ou de uma sequência de imagens para obtermos a “INFORMAÇÃO” [ALBUQUERQUE, 2002].

2.6 PROPRIEDADES DE UMA IMAGEM DIGITAL

Uma imagem digital é uma imagem $f(x,y)$ discretizada tanto espacialmente quanto em amplitude. Portanto, uma imagem digital pode ser vista como uma matriz cujas linhas e colunas identificam um ponto na imagem, cujo valor corresponde ao nível de cinza da imagem naquele ponto [MARQUES FILHO, VIEIRA NETO, 1999].

2.7 PIXEL

Um pixel é o elemento básico em uma imagem. A forma mais comum para o pixel é a forma retangular ou quadrada. O pixel é também um elemento de dimensões FINITAS na representação de uma imagem digital. Frequentemente, a organização de uma imagem sob a forma de uma matriz de pixels é feita em uma simetria quadrada, na forma de um tabuleiro de xadrez. Isto se deve a facilidade de implementação eletrônica, seja dos sistemas de aquisição seja dos sistemas de visualização de imagens [ALBUQUERQUE, 2002].

2.8 REGIÃO DE INTERESSE

Um conceito importante em processamento de imagens é a Região de Interesse. Entende-se como Região de Interesse a região definida automaticamente a partir de parâmetros obtidos

na própria imagem (ou por um usuário) onde o processamento estará totalmente concentrado. Podemos, por exemplo, definir uma região de interesse onde sabemos por antecedência que a iluminação de fundo é constante ou foi corrigida. Normalmente, nas técnicas de processamento de imagens iremos sempre encontrar problemas no tratamento das bordas da imagem. A criação de regiões de interesse faz com que apareçam também problemas nas bordas das regiões de interesse. A solução deste problema é completamente dependente do problema ao qual o processamento de imagens está associado, ao que conhecemos e podemos levar em consideração anteriormente ao processamento [ALBUQUERQUE, 2002].

2.9 LIMIARIZAÇÃO

O princípio da limiarização consiste em separar as regiões de uma imagem quando esta apresenta duas classes (o fundo e o objeto). Devido ao fato da limiarização produzir uma imagem binária à saída, o processo também é denominado, muitas vezes, binarização. A forma mais simples de limiarização consiste na bipartição do histograma, convertendo os pixels cujo tom de cinza é maior ou igual a um certo valor de limiar (T) em brancos e os demais em pretos [MARQUES FILHO, VIEIRA NETO, 1999].

2.10 SEGMENTAÇÃO

A segmentação consiste na primeira etapa de processamento da imagem quando consideramos uma análise do ponto de vista da INFORMAÇÃO nela presente. O termo segmentação vem do termo em inglês "*image segmentation*", criado durante os anos 80. Esta área representa até hoje uma linha de pesquisa importante do processamento de imagens, principalmente por ela estar na base de todo o processamento da informação em uma imagem [ALBUQUERQUE, 2002].

Existem diversas técnicas de segmentação de imagens, mas não existe nenhum método único que seja capaz de segmentar todos os tipos de imagem. Globalmente, uma imagem em níveis de cinza pode ser segmentada de duas maneiras: ou consideramos a semelhança entre os níveis de cinza ou consideramos as suas diferenças. A detecção de um contorno de um objeto, através de matrizes do tipo Passa-Alta, é um exemplo de técnicas baseado nas diferenças [ALBUQUERQUE, 2002].

2.11 RECONHECIMENTO

Reconhecimento é a parte do processamento que vai classificar os objetos a partir de informações encontradas na imagem, geralmente tendo como apoio uma base de conhecimento previamente estabelecida. Esta fase é normalmente aplicada após uma fase de segmentação e parametrização da imagem. A fase de parametrização identifica e calcula parâmetros nos objetos

segmentados. Um exemplo de parâmetros pertinentes a um objeto é o seu perímetro ou sua área [ALBUQUERQUE, 2002].

3 TRABALHOS RELACIONADOS

Neste capítulo são apresentados os trabalhos que se assemelham a este, levando em consideração aqueles que usam procedimentos semelhantes e/ou buscam trazer os mesmos objetivos.

3.1 DIAGNÓSTICO AUXILIADO POR COMPUTADOR NA DETECÇÃO DE NÓDULOS PULMONARES PELA TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA COM MÚLTIPLOS DETECTORES: ESTUDO PRELIMINAR DE 24 CASOS

Esse trabalho tem o objetivo de avaliar o desempenho de um programa para auxílio na detecção de nódulos pulmonares em tomografia computadorizada com múltiplos detectores (TCMD). Foram avaliadas 24 tomografias computadorizadas de tórax. O estudo compreendeu 12 pacientes do sexo feminino e 12 do sexo masculino, com idades variando entre 35 e 77 anos [CAPOBIANCO DANY JASINOWODOLINSKI, 2008].

As imagens foram analisadas independentemente pelo método da dupla leitura e pelo programa diagnóstico auxiliado por computador (DAC). Os nódulos encontrados nos diferentes processos foram registrados e os dados comparados [CAPOBIANCO DANY JASINOWODOLINSKI, 2008].

Neste trabalho preliminar de 24 casos, o programa testado não conseguiu superar de forma significativa a sensibilidade da dupla leitura realizada de rotina neste serviço [CAPOBIANCO DANY JASINOWODOLINSKI, 2008].

3.2 PROPOSTA DE UMA SOLUÇÃO COMPUTACIONAL PARA DETECÇÃO DE NÓDULOS PULMONARES

A solução proposta por esse trabalho utiliza a segmentação da área pulmonar, segmentação e rotulação de objetos candidatos a nódulos pulmonares, extração de características empregando descritores de textura e forma e classificação dos objetos candidatos a nódulos pulmonares [ROBERTO, 2018].

Na etapa de segmentação menos de 2% dos nódulos foram perdidos e a classificação ficou com 78,44% de sensibilidade e 88,59% de acurácia média [ROBERTO, 2018].

3.3 ALGORITMOS PARA DIAGNÓSTICO ASSISTIDO DE NÓDULOS PULMONARES SOLITÁRIOS EM IMAGENS DE TOMOGRAFIA COMPUTADORIZADA

Esse trabalho visa desenvolver uma ferramenta computacional para sugerir sobre a malignidade ou benignidade de Nódulos Pulmonares Solitários, através da análise de medidas de

textura e geometria obtidas a partir das imagens de tomografia computadorizada [SILVA, 2004].

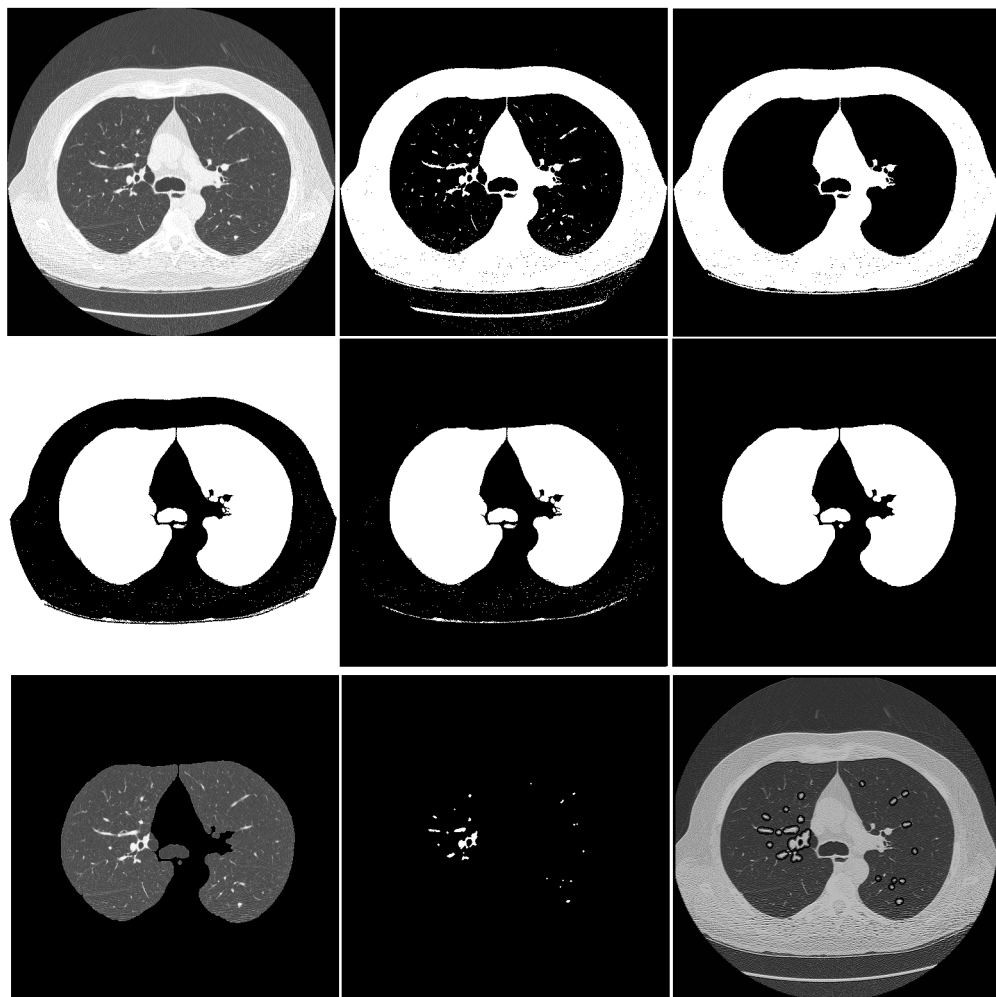
São propostos quatro grupos de métodos com o objetivo de sugerir o diagnóstico para o nódulo. Os grupos de métodos são divididos de acordo com suas características comuns. O Grupo I trata dos métodos baseados em textura adaptados para 3D. O Grupo II também trata da textura dos nódulos. O Grupo III descreve apenas medidas baseadas na geometria do nódulo. Por fim, o Grupo IV analisa os métodos do coeficiente de Gini e do esqueleto dos nódulos [SILVA, 2004].

Foi analisada uma amostra de 36 nódulos, sendo 29 benignos e 7 malignos, os resultados preliminares são promissores na caracterização dos nódulos pulmonares [SILVA, 2004].

4 DOCTOR EYES | LUNG NODULES - FERRAMENTA PARA DETECÇÃO DE ACHADOS PARA AUXÍLIO NO DIAGNÓSTICO DE NÓDULOS PULMONARES

A ferramenta apresentada neste trabalho objetiva contribuir com o profissional radiologista, auxiliando a evidenciar os achados nas imagens de tomografias computadorizadas de pulmão, no procedimento de análise das imagens feita pelo médico. Esta ferramenta faz a leitura da imagem de tomografia computadorizada de tórax, em seguida o pré-processamento da mesma, como pode ser observado na sequência do diagrama abaixo, e o envio da imagem resultante para o diretório especificado no servidor, de onde será capturada a lista de imagens para o usuário efetuar o download.

Tabela 1 – Diagrama



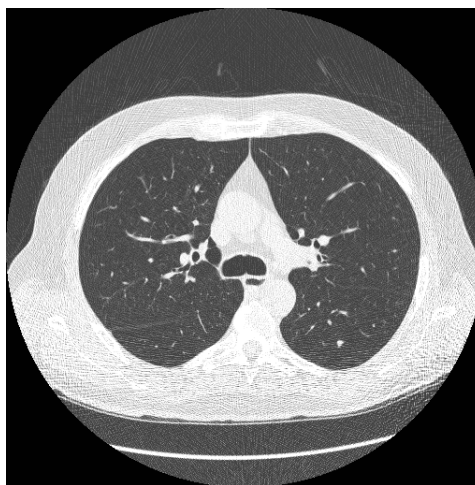
A base de dados *VIA Image and Data Management System* utilizada para conseguir as imagens pode ser encontrada em <<http://www.via.cornell.edu/visionx/simba/>>. Foram utilizadas 15 seções da tomografia de código W0001, 1 seção da tomografia de código W0002, 7 seções da tomografia de código W0003, 23 seções da tomografia de código W0004 e 14 seções da

tomografia de código W0005. Totalizando 60 seções de tomografias, sendo um paciente por tomografia, que podem ser acessadas publicamente através da base de dados.

4.1 ESCALA DE CINZA

Com auxílio da classe *BufferedImage*, para manipulação de imagens utilizando a linguagem JAVA, a imagem recebida através de uma interface gráfica amigável é passada para uma escala de cinza.

Tabela 2 – Escala de Cinza



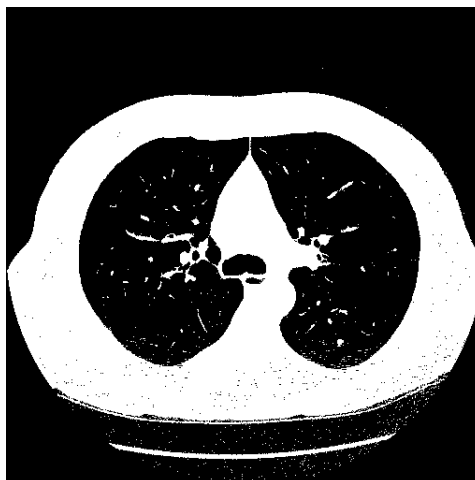
4.2 LIMIAZIZAÇÃO

A imagem resultante em escala de cinza é percorrida por completa para identificar o valor da tonalidade média, encontrando o valor máximo e o mínimo e realizando a média aritmética, que será usado como limiar.

4.3 BINARIZAÇÃO

Nesse passo a imagem é percorrida por completo para que possa ser verificado se o valor da tonalidade de cada pixel é maior ou menor que o limiar encontrado convertendo a respectiva tonalidade para 255, caso seja acima do limiar, ou para 0 se for abaixo do mesmo.

Tabela 3 – Binarização



4.4 SEGMENTAÇÃO

Todos os pixels, de cada uma das oito regiões de interesse da imagem, são lidos e então é verificada a tonalidade de cor do mesmo e dos pixels de sua vizinhança. Para aquele que tiver a tonalidade 255, terá seus vizinhos verificados e o conjunto de pixels que tiver pelo menos 7 elementos vizinhos de mesma tonalidade tem suas posições armazenadas para em seguida em uma nova varredura receberem a nova tonalidade de pixels, cor preta, para que sejam assim removidos temporariamente da imagem.

Após uma remoção de ruídos e ao percorrer a imagem novamente os pixels recebem uma inversão de tonalidades, 0 para 255 e 255 para 0. Fazendo assim a inversão de cores na imagem.

As regiões de interesse da imagem são percorridas novamente para que o fundo com pixels de tonalidade branca seja removido.

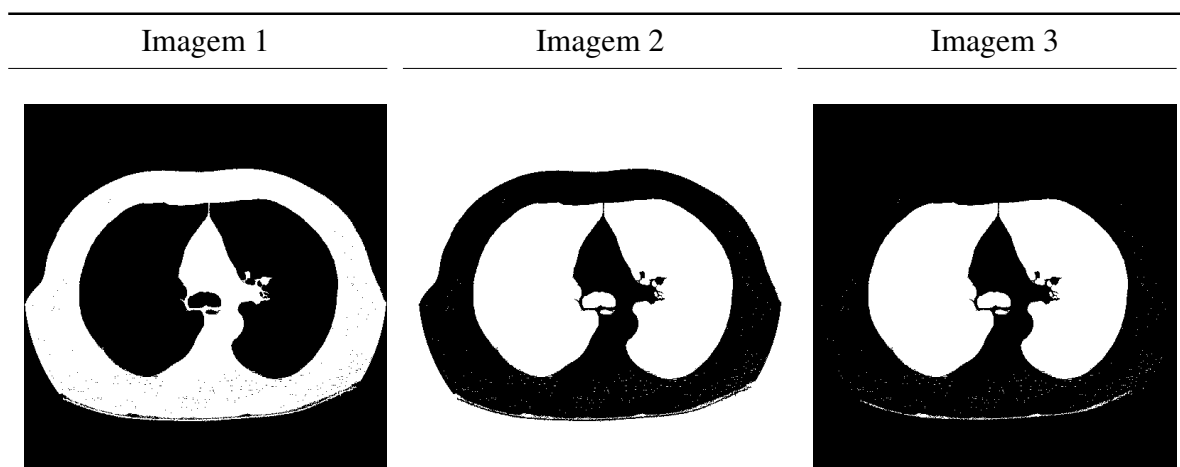
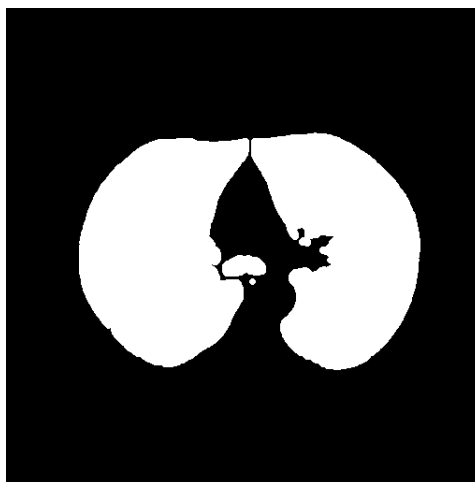


Tabela 4 – Segmentação

4.5 DILATAÇÃO E EROÇÃO

Nesse passo é feita a dilatação morfológica da imagem de forma que sejam eliminados pequenos ruídos, então a mesma tem as cores invertidas, os pixels com tonalidade 255 recebem 0 e os de tonalidade 0 recebem 255. Os pixels de tonalidade 255 recebem valor 0 para que o fundo branco seja removido.

Tabela 5 – Dilatação e Erosão



4.6 APLICAÇÃO DE MÁSCARA

A imagem resultante é sobreposta com a imagem de entrada com os pixels de mesma posição. A imagem é novamente binarizada para que possam sobrar apenas os pixels de tonalidade de valor 255.

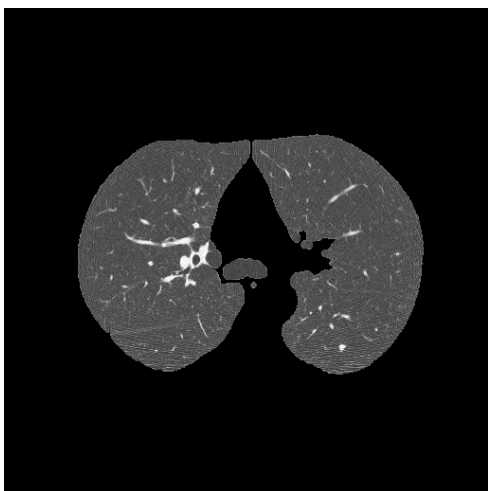
Imagem 1	Imagem 2
	

Tabela 6 – Aplicação de Máscara

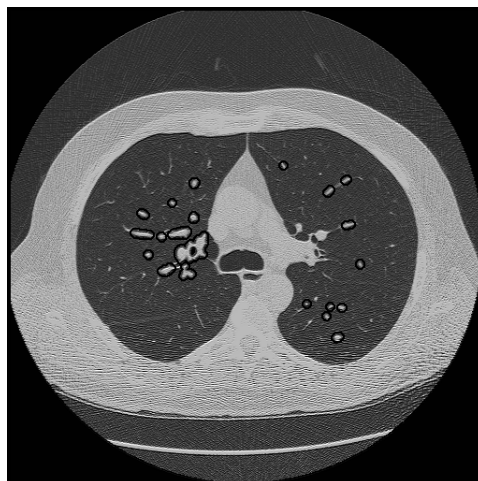
4.7 DETECÇÃO DOS ACHADOS

É feita a identificação dos contornos das formas na imagem resultante, percorrendo a imagem e identificando o pixel de borda mais 2 posições e armazenando suas posições em um *array*.

A imagem de entrada é percorrida e o *array* com as posições armazenadas é utilizado para identificar na imagem de entrada a posição do pixel que irá receber a tonalidade 0, utilizada como cor do contorno.

Destacando assim o desenho de cada achado na imagem considerando como os possíveis nódulos. Em seguida a imagem resultante é disponibilizada para que o usuário possa fazer o download.

Tabela 7 – Detecção dos Achados



Doctor Eyes | Lung Nodules

Lung Nodules

Ferramenta para auxílio no diagnóstico de nódulos pulmonares

Procurar...

Upload

Selecione uma *imagem* para fazer o upload.

Resultados

Ações

W0001_Nodule_1_2020-0-31_12-42-58.bmp

Baixar Resultado

4.8 RESULTADOS

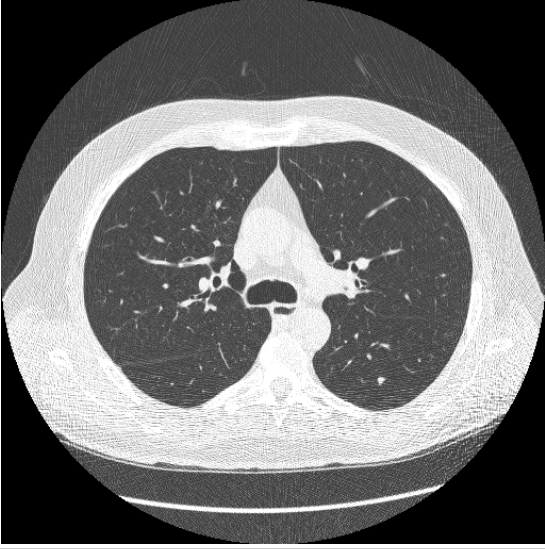
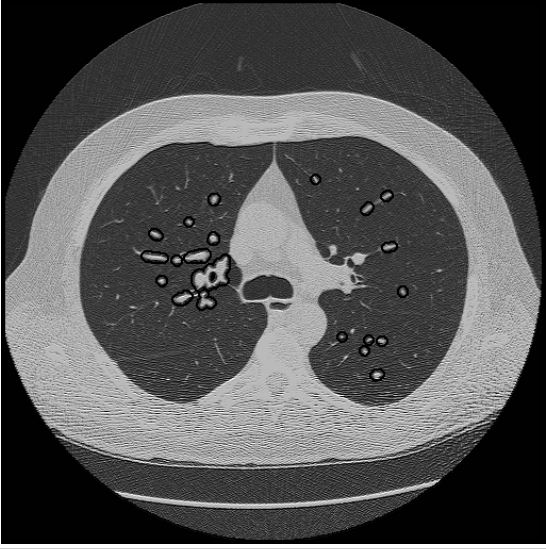
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 8 – W0001 Section 1 - Nesta seção da tomografia o nódulo foi detectado juntamente com alguns dos vasos

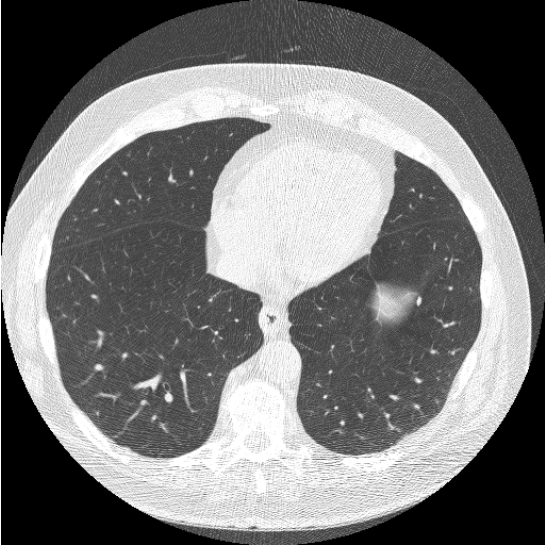
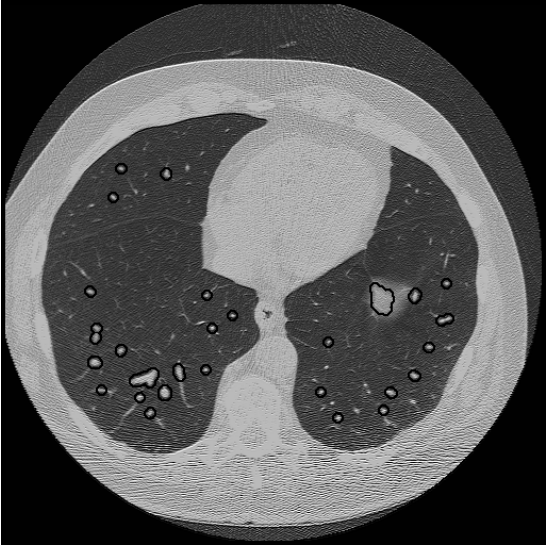
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 9 – W0002 Section 1 - Nesta seção da tomografia parte do nódulo foi detectado juntamente com alguns dos vasos

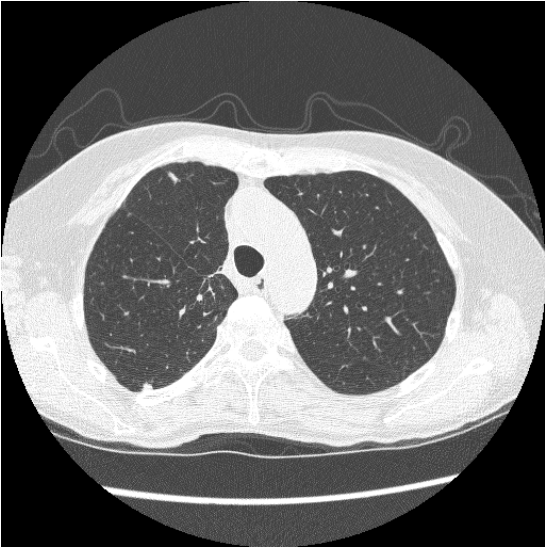
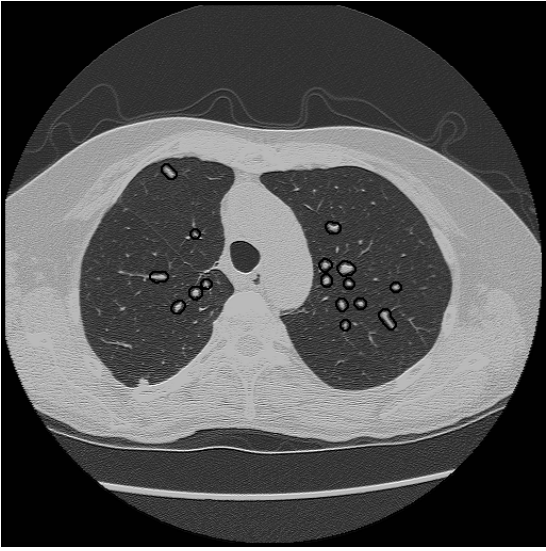
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 10 – W0003 Section 1 - Nesta seção da tomografia alguns dos vasos foram detectados, porém o nódulo que está junto a pleura não foi detectado

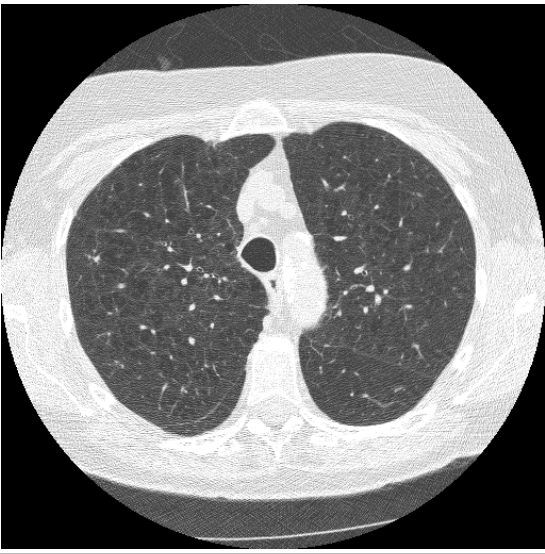
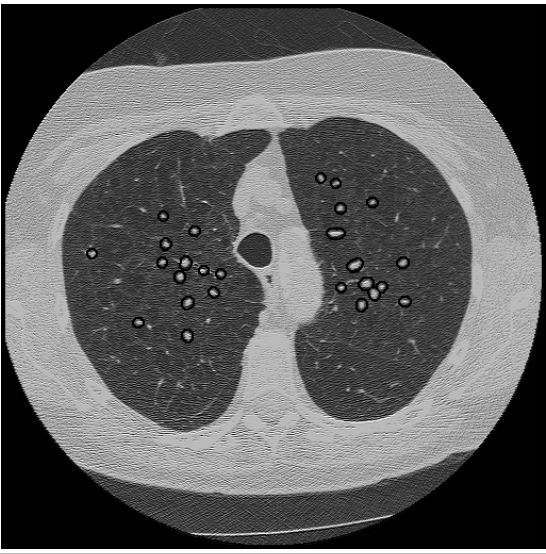
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 11 – W0004 Section 2 - Nesta seção da tomografia o nódulo foi detectado juntamente com alguns dos vasos

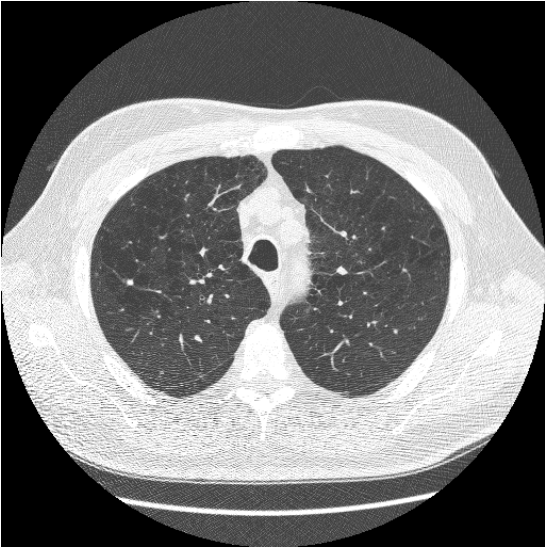
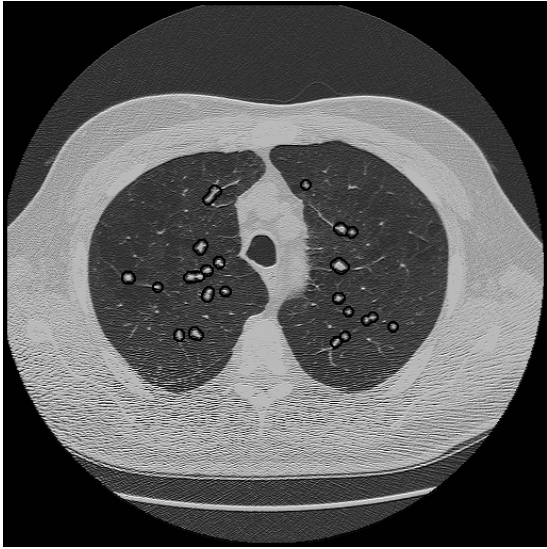
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 12 – W0005 Section 1 - Nesta seção da tomografia o nódulo foi detectado juntamente com alguns dos vasos

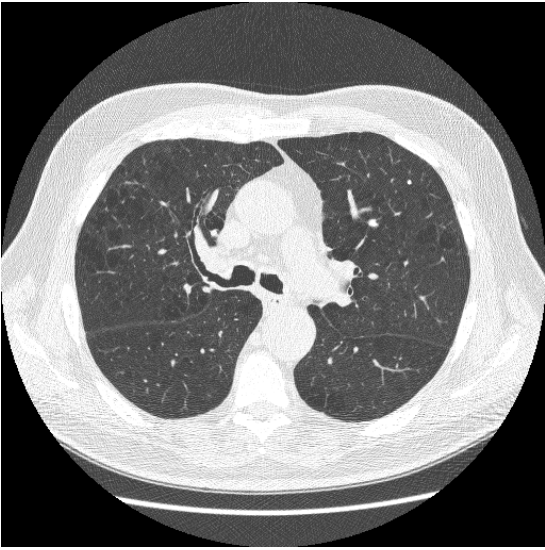
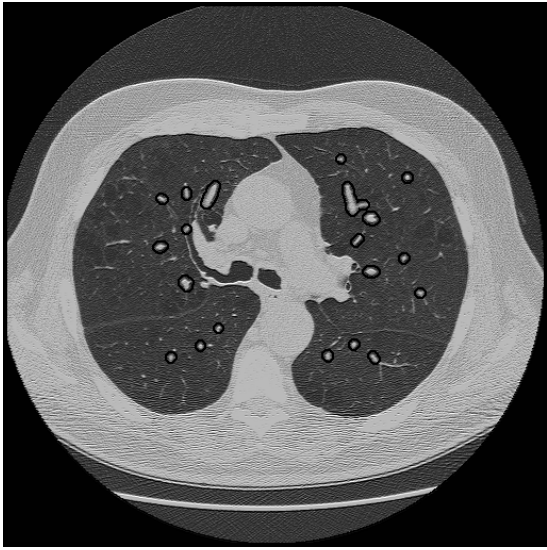
Imagem de Entrada	Resultado
	

Tabela 13 – W0005 Section 2 - Nesta seção da tomografia o nódulo foi detectado juntamente com alguns dos vasos

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou a ferramenta *Doctor Eyes | Lung Nodules* para auxílio no diagnóstico de nódulos pulmonares fazendo a detecção de achados nas imagens, capaz de fazer a leitura e pré-processamento de imagens de tomografias computadorizadas de tórax, para identificar possíveis nódulos pulmonares.

Para desenvolvimento da ferramenta foram testadas arquiteturas utilizando algoritmos para o pré-processamento das imagens, até chegar na arquitetura atual em que se consegue identificar os achados que são possíveis nódulos pulmonares na imagem do exame de tomografia computadorizada de tórax.

5.1 APRESENTAÇÃO EM EVENTOS

A proposta inicial desta ferramenta foi selecionada para participar do *Pitch Américas* 2019, que ocorreu no Rio de Janeiro, onde ficou selecionada entre as 10 melhores startups concorrentes.

5.2 TRABALHOS FUTUROS

Alguns melhoramentos como evolução no layout, redimensionamento manual das imagens pelo usuário nos casos que forem necessários, ajustes na forma de compartilhamento das imagens utilizando bibliotecas de gerenciamento de segurança e permissões para múltiplos usuários, bem como ajustes nos códigos de pré-processamento ainda podem ser implementados futuramente para aprimorar o procedimento das funcionalidades da ferramenta.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, M. P. de Albuquerque e Marcelo Portes de. *Processamento de Imagens: Métodos e Análises*. [S.l.]: Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas – CBPF/MCT, 2002. Citado 3 vezes nas páginas 14, 15 e 16.
- ANAMNESE, P. C. In: Porto CC. *Semiologia médica*. 4. ed. [S.l.]: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001. Citado na página 13.
- AR, M. *Interventional diagnostic radiology a new subspecialty*. [S.l.]: Am J. Radiol, 1967. Citado na página 12.
- CANEVARO, L. *Aspectos físicos e técnicos da Radiologia Intervencionista*. [S.l.]: Revista Brasileira de Física Médica, 2009. Citado na página 12.
- CAPOBIANCO DANY JASINOWODOLINSKI, G. S. J. *Diagnóstico auxiliado por computador na detecção de nódulos pulmonares pela tomografia computadorizada com múltiplos detectores: estudo preliminar de 24 casos*. [S.l.]: Universidade Federal de São Paulo e Centro de Medicina Diagnóstica Fleury, 2008. Citado na página 17.
- CARVALHO, A. C. P. *História da Tomografia Computadorizada*. [S.l.]: Rev Imagem, 2007. Citado na página 11.
- CASCAIS, A. F. *A cabeça entre as mãos: Egas Moniz, a psicocirurgia e o prémio Nobel*. [S.l.]: Edições Afrontamento, 2001. Citado na página 12.
- COLONISTA PORTAL - EDUCAÇÃO. 2019. Disponível em: <<https://www.portaleducacao.com.br/conteudo/artigos/medicina/radiografia-convencional/35840>>. Citado na página 13.
- FENELON, D. S. *A Evolução da Radiologia - Os Avanços da Imagiologia e Radiologia Diagnóstica*. [S.l.]: Editorial 2008, 2008. Citado 2 vezes nas páginas 10 e 11.
- JH, C. A. J. *Interpretação radiológica*. 5. ed. [S.l.]: Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1992. Citado na página 12.
- JOSE, F. A. M. *Relação entre a qualidade do exame clínico e o acerto na requisição da radiografia de torax*. [S.l.]: Radiol Bras, 2005. Citado na página 12.
- MARQUES FILHO, VIEIRA NETO. *Processamento Digital de Imagens*. [S.l.]: Rio de Janeiro: Brasport, 1999. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- PROTECTION, I. C. on R. *Avoidance of radiation injuries from medical interventional procedures*. [S.l.]: Annals of the ICRP, 2000. Citado na página 12.
- ROBERTO, L. F. F. *Proposta de uma solução computacional para detecção de nódulos pulmonares*. [S.l.]: ANAIS DO SIMPÓSIO BRASILEIRO DE COMPUTAÇÃO APLICADA À SAÚDE (SBCAS), 2018. Citado na página 17.
- SAUDEBEMESTAR.PT. 2019. Disponível em: <<https://www.saudebemestar.pt/pt/exame/imagiologia/tc-de-torax/>>. Citado na página 13.

SILVA, A. C. *Algoritmos para Diagnóstico Assistido de Nódulos Pulmonares Solitários em Imagens de Tomografia Computadorizada*. [S.l.]: PUC-RJ, 2004. Citado na página 18.

SOURNIA, J.-C. *História da Medicina*. [S.l.]: Instituto Piaget, 1995. Citado na página 12.