

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS SENADOR HELVÍDIO NUNES DE BARROS
CURSO BACHARELADO EM SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

**SELF-ORGANIZING MAPS APLICADA A SEGMENTAÇÃO DE CANDIDATOS A
NÓDULO PULMONAR**

WILLYAMS MOREIRA SARAIVA

**PICOS - PI
2017**

WILLYAMS MOREIRA SARAIVA

**SELF-ORGANIZING MAPS APLICADA A SEGMENTAÇÃO DE CANDIDATOS A
NÓDULO PULMONAR**

Trabalho de Conclusão de Curso submetido à
Coordenação do Curso de Bacharelado em
Sistemas de Informação da Universidade
Federal do Piauí, Campus Senador Helvídio
Nunes de Barros, no período 2016.2 como
requisito para obtenção do título de Bacharel
em Sistemas de Informação.

Orientadora: Prof^ª. Ma. Alcilene Dalília de
Sousa.

PICOS – PI

2017

FICHA CATALOGRÁFICA

**Serviço de Processamento Técnico da Universidade Federal do Piauí
Biblioteca José Albano de Macêdo**

S243s Saraiva, Wilyams Moreira.

Self-organizing maps aplicada a segmentação de
candidatos a nódulo pulmonar / Wilyams Moreira Saraiva.– 2017.

CD-ROM : il.; 4 ¾ pol. (f.)

Trabalho de Conclusão de Curso (Curso Bacharelado em Sistemas de
Informação) – Universidade Federal do Piauí, Picos, 2017.

Orientador(A): Prof.^a Ma. Alcilene Dalília de Sousa

1. Nódulo Pulmonar Solitário- Inteligência Artificial.
2.Redes Neurais Artificiais. 3. *Self-organizing maps*. I. Título.

CDD 006.32

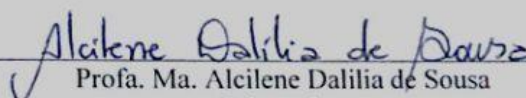
SELF-ORGANIZING MAPS APLICADA A SEGMENTAÇÃO DE CANDIDATOS A
NÓDULO PULMONAR

WILLYAMS MOREIRA SARAIVA

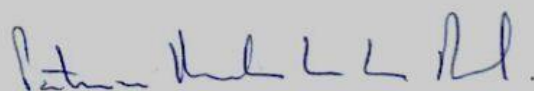
Monografia aprovada como exigência parcial para obtenção do grau de
Bacharel em Sistemas de Informação.

Data de Aprovação


Picos - PI, 11 de Janeiro de 2017



Profa. Ma. Alcilene Dalilia de Sousa
Orientadora



Profa. Ma. Patrícia Medyna Lauritzen de Lucena Drumond
Membro



Prof. Dr. Antonio Oseas de Carvalho Filho
Membro

RESUMO: A detecção dos nódulos pulmonares na maioria das vezes é diagnosticado em estágios avançados da doença o que diminui a chance de cura. Em alguns casos, como o câncer de pulmão, as diferenças entre nódulos podem ser imperceptíveis aos olhos humanos não treinados, dependendo então, de uma melhor avaliação. Com isso estudos estão sendo desenvolvidos com intuito de solucionar esses problemas. Este trabalho apresenta uma nova metodologia para segmentação de nódulos pulmonares, utilizando a Rede Neural Artificial *Self-Organizing Maps*. Os testes foram realizados utilizando um conjunto de imagens da base LIDC- IDRI, sendo utilizadas 714 imagens contendo 730 nódulos. A segmentação de nódulos pulmonares mostrou-se eficaz para identificação dos candidatos a nódulos pulmonares. Os resultados do algoritmo mostraram eficazes no qual localizou 96,3% dos nódulos considerados.

PALAVRAS-CHAVE: Nódulo Pulmonar Solitário; Segmentação; Redes Neurais Artificiais.

ABSTRACT: *Detection of lung nodules most often is diagnosed in advanced stages of the disease, which decreases the chance of cure. In some cases, such as lung cancer, differences between nodules may be imperceptible to untrained human eyes, depending on a better evaluation. With this, studies are being developed in order to solve these problems, this work presents a new methodology for segmentation of pulmonary nodules using the Self-Organizing Maps Artificial Neural Network. The tests were performed using a set of images from the LIDC-IDRI database, 714 images containing 730 nodules were used. Pulmonary nodule segmentation proved to be effective for identification of candidates for pulmonary nodules. The results of the algorithm were effective in locating 96.3% of the nodules considered.*

KEYWORDS: *Lung Nodule; Segmentation; Artificial neural networks.*

1 INTRODUÇÃO

O câncer de pulmão é um dos tipos de câncer mais comuns. Todos os anos mais de um milhão de pessoas morrem de câncer de pulmão no mundo. É o tipo de tumor maligno com maior incidência desde a década de 1920, apresentando aumento de 2% ao ano na sua incidência mundial (INCA, 2016).

A forma mais comum de detectar a presença de nódulos pulmonares é por meio de exames de Raio X e por exames de Tomografia Computadorizada. Para que um tumor seja visto em um exame de Raio X, ele deve ter aproximadamente 1 cm³, que para um tumor já é considerado grande. O exame de tomografia computadorizada é um exame de radiografia na qual faz imagens de todo o tórax como se fossem finas fatias transversais ao comprimento do corpo. Assim o médico radiologista consegue ver em mais detalhe as partes do pulmão, podendo obter diagnósticos precisos.

Na literatura existem métodos capazes de auxiliar os profissionais da área médica na detecção do câncer pulmonar, como por exemplo, *Computer-Aided Diagnosis* (CADs). CADs são sistemas computacionais, muitas vezes acoplados a equipamentos médicos, com a finalidade de auxiliar na tomada de decisão a respeito de um diagnóstico que permite uma segunda opinião para o profissional responsável.

Em determinados casos as alterações dos tecidos pulmonares são imperceptíveis aos olhos humanos, dificultando o processo de diferenciação entre o que são nódulos ou não, ou ainda se são malignos ou benignos. Diante disso, faz-se necessário o uso de novas tecnologia e

ferramentas computacionais que auxiliem profissionais a alcançar um diagnóstico mais preciso na detecção de Nódulos Pulmonares.

Nesse contexto, pode-se citar a fase de segmentação de nódulos pulmonares, uma importante etapa para análise de dados de imagens, na qual é definida a delimitação de regiões de interesse dentro de uma imagem para uma aplicação específica. Para realização desta fase foi utilizada uma Rede Neural Artificial (RNA) que é amplamente utilizada em diversas áreas do conhecimento, especialmente na área visão computacional nas fases de segmentação e classificação. Neste trabalho, foi utilizada a Rede Neural do tipo *Self-Organizing Maps* (SOM), para segmentar os candidatos a nódulos pulmonares.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Na literatura existem diversas metodologias voltadas para detecção de nódulos pulmonares, entre elas podemos destacar algumas técnicas que serviram de estudo para o desenvolvimento deste trabalho.

Franco (2014), propôs uma nova metodologia de segmentação entre dois tipos de neoplasias pulmonares, sendo analisadas e testadas em várias configurações de RNA's distintas utilizando descritores geométricos e atributos extraídos de TC's como entradas nas RNA do tipo *Backpropagation*. A rede Neural implementada utilizando a ferramenta toolbox *Matlab*, obtendo uma taxa de erro na fase de teste de 9,03% não favorável na fase de treinamento, por outro lado destacou-se por obter uma taxa de acerto de 98%.

Nunes *et al.* (2014), apresenta um algoritmo automático para segmentação de nódulos pulmonares após a seleção de uma região de interesse em imagens obtidas em exames de TC. A partir da imagem segmentada, foram calculados os valores de alguns descritores de imagens, os quais foram relacionados com o processo de caracterização de lesões. Foi uma comparação entre os resultados obtidos por exames de tomografia computadorizada e pelo algoritmo desenvolvido utilizando a ferramenta *Matlab*, na qual obteve uma taxa de acerto de 93%.

Carvalho Filho (2013), desenvolveu uma metodologia para a detecção automática de nódulos pulmonares, utilizando técnicas de processamento de imagens e reconhecimento de padrões. Em seu trabalho, ele utilizou a técnica de *Quality Threshold Clustering* (QT) para realizar a segmentação dos candidatos a nódulos, fez a classificação entre nódulos e não nódulos baseado na extração de características de forma e textura, e aplicou a técnica de aprendizado supervisionado Máquina de Vetor de Suporte (MVS), obtendo uma taxa de sensibilidade 85% e especificidade de 97,73%.

França Filho (2013), utilizou um método computacional baseado em técnicas tradicionais e propriedades matemáticas para segmentação de imagens pulmonares. O algoritmo foi desenvolvido voltado para a segmentação automática de imagens do pulmão baseado na combinação de técnicas de processamento de imagens coletadas de tomografia computadorizada com propriedades matemáticas extraídas das imagens de pulmão, as quais servem de base para a estrutura do algoritmo. O trabalho utilizou duas técnicas típicas para segmentação de imagens e, a partir da observação do comportamento e desempenho apresentado, foi desenvolvido um novo método para a segmentação pulmonar que minimizou as deficiências encontradas nos algoritmos estudados. Em seus resultados obteve uma taxa de acerto de 98,2%.

Wu *et al* (2010), apresentam uma metodologia para desenvolver um esquema de diagnóstico de carcinoma de pulmão com base em RNA *feed-forward*, com intuito de ajudar os radiologistas em distinguir nódulos malignos e benignos. Para a classificação em seu trabalho foram extraídas 21 características e 5 parâmetros clínicos de forma cuidadosa selecionando e quantificando-as, na qual serviu como dados de entrada para a RNA. Em seus resultados obteve uma precisão de 96,6% de 117 imagens sendo 58 benignos e 59 malignos, porém a taxa de sensibilidade foi de 85,7%.

Ambrósio (2007), em sua dissertação propôs a utilização de Redes Neurais artificiais SOM, como ferramenta de extração de características e redução de dimensionalidade de imagens de radiografias do tórax objetivando a caracterização de lesões intersticiais do pulmão. Para a fase de classificação de padrões utilizou a Rede Neural *Perceptron* multicamadas (MLP), obtendo uma taxa média de acerto de 89,5%.

Em todos os trabalhos citados nesta seção, pode-se observar que a segmentação aparece como uma etapa essencial para o processo de detecção de doenças pulmonares, podendo influenciar o resultado das etapas seguintes. As redes Neurais Artificiais possibilitam a solução de uma grande variedade de problemas como: problemas de segmentação, classificação, otimização e categorização. O método de segmentação utilizando a SOM, se mostrou relevante pois a SOM tem a capacidade de aprender com exemplos, velocidade no processamento, generalizar e adaptabilidade.

3 METODOLOGIA PROPOSTA

Esta seção descreve conceitos essenciais ao desenvolvimento do método proposto para segmentação automática de candidatos a nódulos pulmonares utilizando a SOM. A figura 1 apresenta passo a passo das metodologias utilizadas.

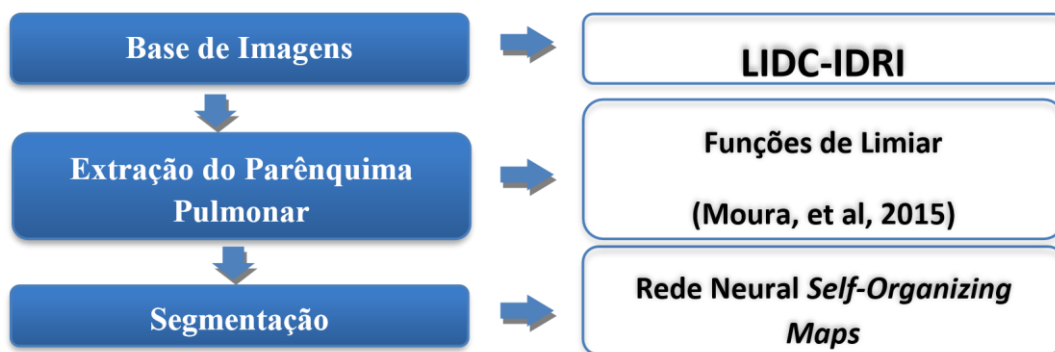


Figura 1. Metodologia proposta para segmentação de nódulos pulmonares.

A princípio encontra-se uma base de imagens, no caso do presente trabalho foi a LIDCIDRI; Logo após, é feita a extração do parênquima pulmonar utilizando a metodologia de funções de limiar e por fim para segmentação dos candidatos a nódulo pulmonar foi utilizado a Rede Neural Artificial *Self-Organizing Maps*.

3.1 BASE DE IMAGENS

A base de imagens utilizada foi a LIDC-IDRI. É uma base pública de exames de Tomografia Computadorizada (TC) de nódulos pulmonares. Essa base é disponibilizada pelo *National Cancer Institute of EUA* (NCI) e foi criada a partir de um repositório de imagens de câncer. A base é resultado da associação entre o consórcio de instituições conhecido como *Lung Image Database Consortium* (LIDC) e o *Image Database Resource Initiative* (IDRI). Desta associação LIDC-IDRI resultou em uma base contendo 1012 casos, seguindo os mesmos padrões de marcação e diagnóstico da LIDC. Cada exame contém um arquivo XML contendo as marcações e as avaliações de quatro especialistas, as marcações são exatamente a localização dos nódulos em cada exame, com isso pode-se validar o resultado e verificar o algoritmo proposto localizou ou não o nódulo. A Figura 2 representa duas imagens contidas na base LIDC-IDRI.

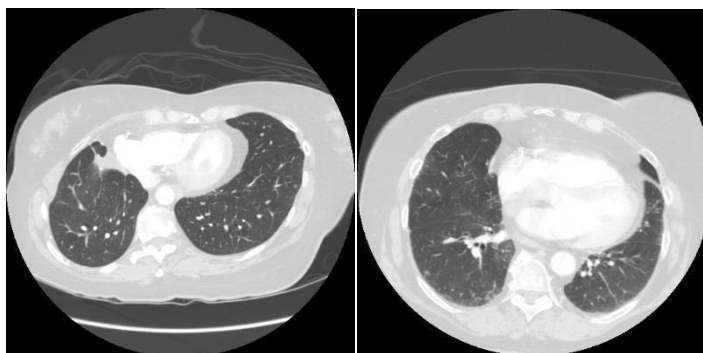


Figura 2- imagens de tomografia computadorizada da base LIDC-IDRI

3.2 EXTRAÇÃO DO PARÊNQUIMA PULMONAR

Para a extração do parênquima pulmonar, primeiro a imagem é filtrada com o filtro *wiener* que pode ser visualizada na Figura 3 (b), em seguida a imagem filtrada é binarizada utilizando o limiar 0,51. Depois é calculado o maior valor de intensidade de uma coluna central da imagem. Se esse valor for igual a 0, significa que a imagem não foi limiarizada corretamente. A imagem filtrada é binarizada novamente utilizando o limiar 0,01. Assim, o limiar é definido de acordo com a imagem.

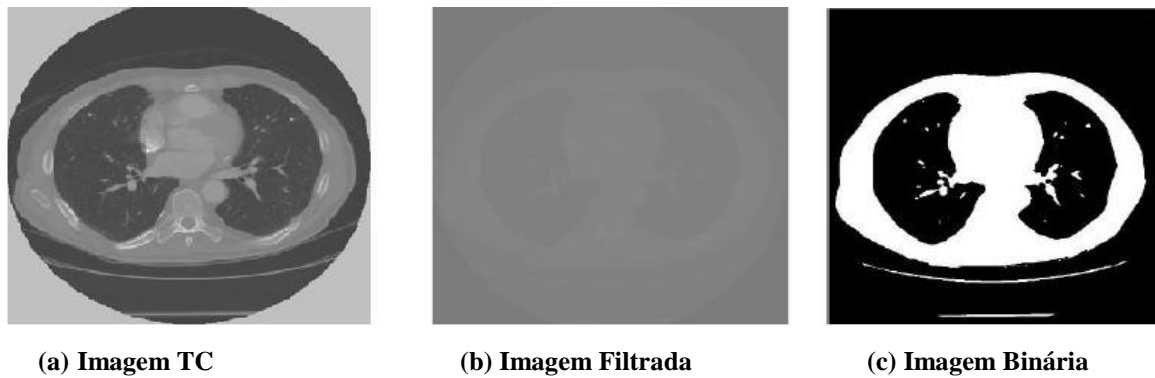


Figura 3. Resultado do filtro *Wiener* e da função binária.

Fonte: (MOURA,2015)

A partir da imagem binária é obtida uma máscara como ilustrado na Figura 4(a). A máscara é gerada da seguinte forma: segmentando a caixa torácica, segmentando a região exterior a caixa torácica e aplicando a operação *not* nesta imagem. Cada um desses passos gera uma nova imagem que é a entrada do passo seguinte. A operação *not* em uma imagem binária gera uma nova imagem atribuindo aos pixels cujo valor é igual a 1 o valor 0 e aos pixels cujo valor é igual 0 o valor 1 (Moura et al. 2015).

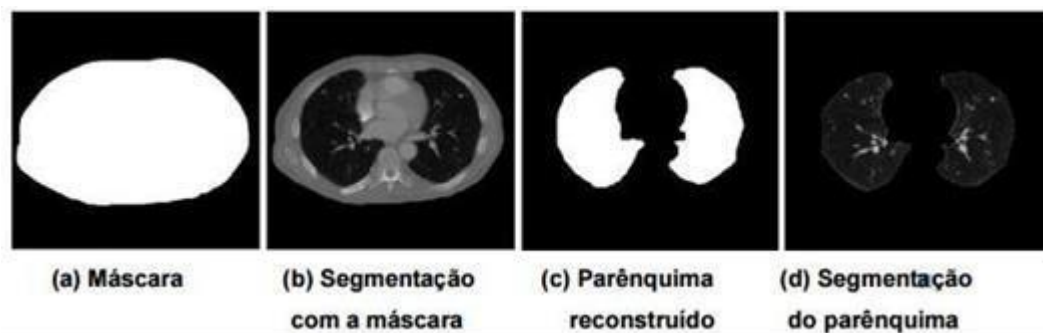


Figura 4. Fases de segmentação do parênquima pulmonar

3.3 SEGMENTAÇÃO DOS CANDIDATOS A NÓDULOS PULMONARES

A segmentação tem como finalidade isolar partes de uma imagem. Nesse caso, essas partes referem-se aos candidatos à nódulos pulmonares, responsável pela extração e reconstrução do parênquima pulmonar, pela remoção das estruturas presentes na imagem que não são necessárias para a detecção, reduzindo a área de processamento da imagem obtendo como resultado a área de interesse. Para segmentação dos candidatos a nódulos pulmonares foi utilizado a Rede Neural Artificial SOM.

3.3.1 - SELF ORGANIZING MAPS

Uma rede neural tem a habilidade de aprender e generalizar. A generalização se refere ao fato de a rede neural causar saídas apropriadas para entradas que não estavam presentes durante o treinamento (aprendizagem). Estas capacidades de processamento de informação tornam possíveis para as redes neurais resolverem problemas complexos que são atualmente intratáveis (HAYKIN, 2001).

A SOM é uma rede não-supervisionado, nesse tipo de treinamento somente os dados de entrada estão disponíveis para a rede. A SOM aceita padrões de N-dimensões como entrada e os mapeia para um conjunto de neurônios de saída, o qual representa o espaço dos dados a serem agrupados. O mapa (camada competitiva) de saída, que é tipicamente bidimensional, representa as posições dos neurônios em relação aos seus vizinhos. A camada de entrada onde todos os neurônios são conectados ao neurônio de saída. Conforme pode ser observada na Figura 5.

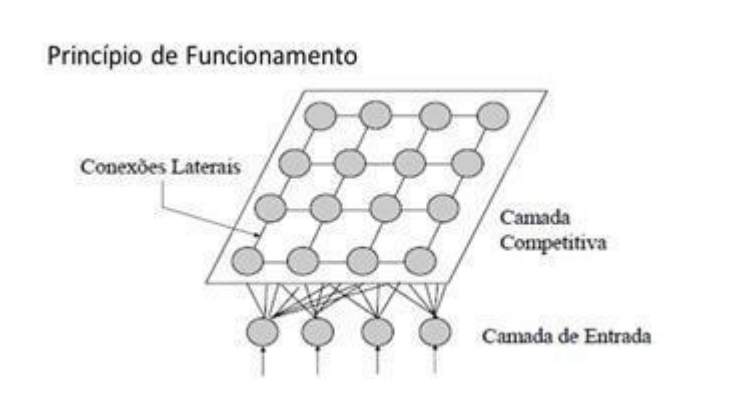


Figura 5. Arquitetura Básica da Rede Neural Artificial SOM
Fonte: (HAYKIN, 2001)

A ideia é que neurônios topologicamente próximos respondam de maneira semelhante a entradas semelhantes. Para isso todos os neurônios da camada de entrada são conectados aos neurônios de saída. Se a entrada é normalizada, o neurônio vencedor é aquele que apresentar maior valor para o produto escalar. Para entradas não normalizadas, deve ser calculado o

neurônio vencedor pela menor distância euclidiana entre a entrada e os pesos do neurônio. A rede SOM é indicada para problemas de clusterização. Quando um neurônio vence, o seu vetor de pesos é corrigido na direção do vetor de entrada e os seus vizinhos também recebem uma correção menor na direção do vetor de entrada.

3.3.2 ALGORITMO SOM

O algoritmo responsável pela formação do mapa consiste de quatro etapas, sendo a primeira a inicialização do mapa, seguido de três processos essenciais que são o processo competitivo, o processo cooperativo e a adaptação sináptica. Uma breve descrição pode ser visualizada nos passos:

- Passo 1: Inicialização da taxa de aprendizagem, raio topológico, função de vizinhança, número de iterações e da matriz de pesos sinápticos com valores aleatórios (entre 0 e 1), pois a vizinhança topológica é simétrica em relação ao ponto máximo definido pelo neurônio vencedor que nesse caso é igual a 1 e sua amplitude decresce monotonamente com o aumento da distância lateral, decaindo para 0 quando a distância do neurônio vencedor tende ao infinito.
- Passo 2: Calcular as distâncias dos dados com a matriz de pesos de modo a encontrar o neurônio vencedor: $i(x)$ no passo de tempo n usando o critério da mínima distância euclidiana, onde $x(n)$ é a entrada ao neurônio j no instante n e l é o número de neurônios na grade. Para encontrar o neurônio vencedor foi utilizada seguinte fórmula:

$$i(x) j = \arg \min_j \|x(n) - w_j\|, j = 1, 2, \dots, l \quad (1)$$

- Passo 3: Atualizar os vetores de pesos sinápticos de todos os neurônios usando a seguinte equação de atualização:

$$w_j(n+1) = w_j(n) + \eta(n) h_{ji}(x)(n)(x(n) - w_j(n)) \quad (2)$$

Onde $\eta(n)$ é o parâmetro da taxa de aprendizagem e h_{ji} , $i(x)(n)$ é a função de vizinhança centrada em torno do neurônio vencedor $i(x)$. Vale ressaltar que para ocorrer a convergência do mapa é necessário reduzir o grau de vizinhança relativo ao neurônio vencedor ao longo do treinamento.

- Passo 4: Retorne ao passo 2 e repita o processo até que um critério de parada seja alcançado. O critério de parada se dá quando os pesos da rede convergem para uma situação de relativa estabilidade em que eles ficam nos centros de massa de agrupamentos de padrões de entrada.

Durante o processo iterativo do treinamento e devido à atualização da vizinhança, os vetores de pesos sinápticos tendem a seguir a distribuição dos vetores de entrada, conduzindo a uma ordenação topológica do mapa. Assim neurônios adjacentes tenderão a ter vetores de pesos sinápticos similares, ocorrendo assim os agrupamentos. O algoritmo de segmentação por agrupamento refere-se a um dado conjunto de objeto. Agrupá-los em subconjuntos de acordo com as propriedades de cada objeto, é um processo é computacionalmente intenso. A figura 6 mostra o resultado do agrupamento.

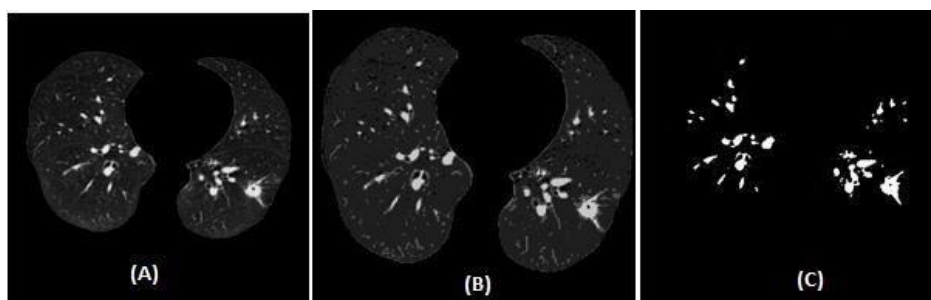


Figura 6 - Fases de agrupamento dos candidatos a nódulos

4 RESULTADOS

A segmentação de nódulos pulmonares utilizando a SOM tem se mostrado eficaz para identificação dos candidatos a nódulos pulmonares. Apesar das dificuldades encontradas em algumas imagens como iluminação não uniforme e ruídos, a presença dessas interferências em uma imagem requer dos algoritmos de segmentação um esforço adicional durante o reconhecimento dos objetos presentes na mesma.

Os testes foram realizados com 714 imagens utilizando a base pública LIDC- IDRI, contendo 730 nódulos. O algoritmo localizou 703 nódulos e perdeu 27 nódulos e obteve uma taxa de 96,3% de acerto na segmentação dos candidatos a nódulos pulmonares. A taxa de erros foi de 3,7% devido aos nódulos apresentarem um nível de intensidade muito próximo ao do parênquima pulmonar. O objetivo dos testes é comprovar que o método é capaz de segmentar os nódulos presentes nas imagens. A Figura 7 mostra os resultados do algoritmo de segmentação dos candidatos a nódulos pulmonares presentes nas imagens de TC do tórax.

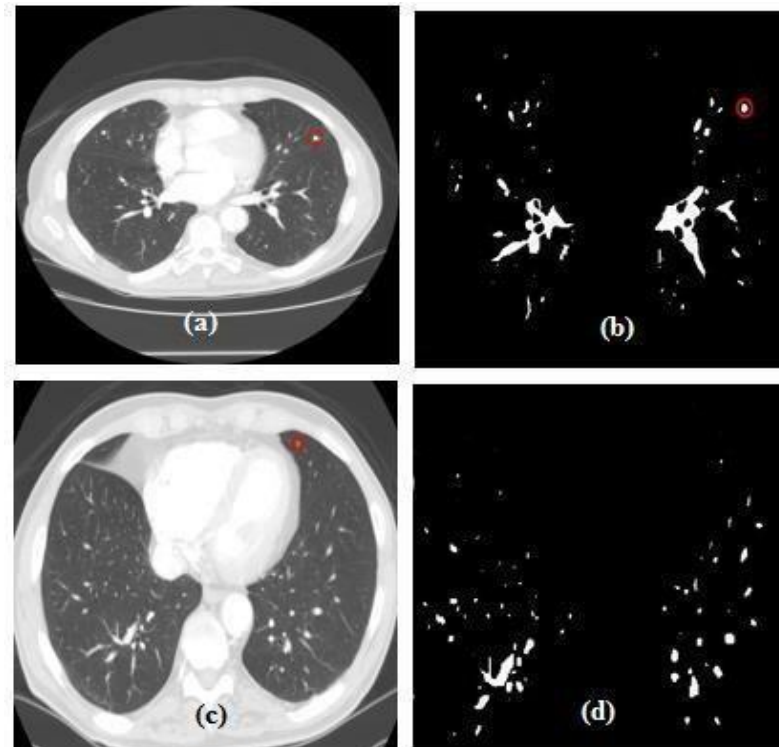


Figura 7 - Resultado do algoritmo de segmentação de candidatos a nódulos pulmonares

A Figura 7(a) e 7(c) contém imagens de TC indicando a localização dos nódulos, a Figura 7(b) e 7(d) contém as regiões que correspondem aos candidatos a nódulos que foram segmentadas e a Figura 7(b) mostra que o algoritmo localizou corretamente com a indicação do nódulo. Já na Figura 7(d) o algoritmo não foi capaz de localizar o nódulo pelo fato do nódulo possuir uma tonalidade muito próxima a parênquima na qual dificultou o processo de clusterização.

5 CONCLUSÃO E TRABALHOS FUTUROS

Neste trabalho apresentou-se uma nova metodologia para segmentação automática dos candidatos a nódulos pulmonares usando SOM. Os resultados obtidos foram significativos, o algoritmo conseguiu localizar 703 nódulos de 730 nódulos do total de 714 imagens e obteve uma taxa de acerto de 96,3%.

As vantagens do uso da SOM é que o processo de aprendizagem é rápido, consegue alcançar taxa de erros menores e o treinamento é computacionalmente leve. A desvantagem é que na fase de treinamento da SOM, algumas variáveis como os pesos, a largura topológica e o número de iteração devem ser modificados até que a condição de parada seja atendida, ou seja, até que a rede aprenda a generalizar e agrupar de forma adequada.

Para trabalhos futuros pretende-se, utilizar outras ferramentas de implementação dos algoritmos afim de comparar os resultados. Testar mais imagens da base LIDC-IDRI e em outras bases de imagens públicas disponíveis, para aperfeiçoar o método de segmentação proposto, com o objetivo de aumentar as taxas de acertos.

6 PUBLICAÇÕES

Trabalho Original

WILLYAMS M. SARAIVA. MAURA.G.R.DA ROCHA;. DRUMOND, P. M. L. L; SOUSA, A. D.; CARVALHO FILHO, A. O. **Self-Organizing Maps aplicada a Segmentação de Candidatos a Nódulo Pulmonar.**

In: XV Congresso Brasileiro de Informática em Saúde 2016 Disponível em: http://www.sbis.org.br/biblioteca_virtual/cbis/Anais_CBIS_2016_Diversos.pdf (pag 265). Acesso em 13 de dezembro de 2016.

ROCHA, M. G. R.; SARAIVA, W. M.; DRUMOND, P. M. L. L.; CARVALHO FILHO, A. O.; SOUSA, A. D.; **Segmentação de Candidatos a Nódulo Pulmonar baseado em Tomografia Computadorizada.** Journal of Health Informatics. , v.8, p.1071 - 1080, 2016.

7 REFERÊNCIAS

ARMATO III SG, MCLENNAN G, BIDAUT L, MCNITT-GRAY MF, MEYER CR, REEVES AP, ZHAO B. **The Lung Image Database Consortium (LIDC) and Image Database Resource Initiative (IDRI):** a completed reference database of lung nodules on CT scans. Med. Phys.38 (2011), pp. 915–931.

AMBRÓSIO PE. **Redes Neurais Auto – Organizáveis na Caracterização de Lesões Intersticiais de Pulmão em Radiografia do Tórax.** Tese de Doutorado na área de ciências médicas –Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, São Paulo, 2007.

CARVALHO FILHO AO. **Detecção automática de nódulos pulmonares solitários usando quality threshold clustering e mvr.** Dissertação de Mestrado na área de Ciência da Computação. (Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Eletricidade) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013.

FRANCO ML, PATROCÍNIO NAC, NUNES LM. **Redes Neurais Artificiais Aplicadas na Classificação de Tumores Pulmonares.** XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2014.

FRANÇA FILHO CB. **Método Computacional Baseado em Técnicas Tradicionais e Propriedades Matemáticas para Segmentação de Imagens Pulmonares.** Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2013.

HAYKIN S. **Redes Neurais: Princípios e prática / SIMON HAYKIN; TRAD. PAULO MARTINS ENGEL.** 2.ed. - Porto Alegre: Bookman, 2001.

INSTITUTO NACIONAL DE CÂNCER (INCA). “**O que é o câncer**”. 2016. Disponível em: <<http://www2.inca.gov.br/wps/wcm/connect/cancer/site/oquee>>. Acesso em: 22 fevereiro 2016.

MOURA MJC, SOUSA AD, OLIVEIRA IA, MESQUITA LN, DRUMOND PMLL. **Segmentação Automática de Candidatos a Nódulos Pulmonares em Imagens de Tomografia Computadorizada**, Campus Senador Helvídio Nunes de Barros – Universidade do Piauí (UFPI). 2015. p. 1-10.

NUNES LM, FRANCO ML, Patrocínio NAC. **Segmentação e Caracterização de Nódulos Pulmonares**. XXIV Congresso Brasileiro de Engenharia Biomédica – CBEB, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia – MG, 2014.

KOHONEN, T. **Self-Organization and Associative Memory**. Berlin, Springer-Verlag, 1989 (1), (2)

WUYONGJUN, NA WANG, HONGSHENG ZHANG, LIJUAN QIn. **Application of Artificial Neural Networks in the Diagnosis of Lung Cancer by Computed Tomography**. Sixth International Conference on Natural Computation (ICNC 2010).



TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA PUBLICAÇÃO DIGITAL NA BIBLIOTECA
“JOSÉ ALBANO DE MACEDO”

Identificação do Tipo de Documento

- () Tese
() Dissertação
() Monografia
(X) Artigo

Eu, **Willyams Moreira Saraiva**, autorizo com base na Lei Federal nº 9.610 de 19 de Fevereiro de 1998 e na Lei nº 10.973 de 02 de dezembro de 2004, a biblioteca da Universidade Federal do Piauí a divulgar, gratuitamente, sem ressarcimento de direitos autorais, o texto integral da publicação *Self-organizing maps aplicada a segmentação de candidatos a nódulo pulmonar* de minha autoria, em formato PDF, para fins de leitura e/ou impressão, pela internet a título de divulgação da produção científica gerada pela Universidade.

Picos-PI 25 de janeiro de 2017.

Willyams Moreira Saraiva
Assinatura