

**UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO**  
**FACULDADE DE MEDICINA DE RIBEIRÃO PRETO**

**PAULO EDUARDO AMBRÓSIO**

**Redes neurais auto-organizáveis na caracterização de lesões  
intersticiais de pulmão em radiografia de tórax**

**RIBEIRÃO PRETO**  
**2007**

**Paulo Eduardo Ambrósio**

**Redes neurais auto-organizáveis na caracterização de lesões intersticiais de pulmão em radiografia de tórax**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Médicas.

Área de concentração:  
Clínica Médica – Investigação Biomédica.

Orientador:  
Prof. Dr. Clóvis Simão Trad

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

RIBEIRÃO PRETO  
Junho de 2007

# **Redes neurais auto-organizáveis na caracterização de lesões intersticiais de pulmão em radiografia de tórax**

**Paulo Eduardo Ambrósio**

Tese apresentada à Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Ciências Médicas.

Área de concentração:  
Clínica Médica – Investigação Biomédica

## **BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Clóvis Simão Trad (Orientador)

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FMRP/USP)

Prof. Dr. Paulo Mazzoncini de Azevedo Marques

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FMRP/USP)

Prof. Dr. José Antônio Baddini Martinez

Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FMRP/USP)

Profa. Dra. Ana Maria Marques da Silva

Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (FF/PUCRS)

Prof. Dr. Renato Tinós

Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo (FFCLRP/USP)

Ribeirão Preto, SP, 01 de junho de 2007

*Para Bernadete*

## **AGRADEÇO ...**

ao Dr. Clóvis, que compartilhou parte de seu enorme conhecimento e experiência, contribuindo na realização desse trabalho;

ao Paulo Mazzoncini, pelo incentivo à produção da pesquisa e pelas suas idéias que proporcionaram o direcionamento dos estudos;

ao Rodrigo, que participou de perto de grande parte do desenvolvimento do trabalho e contribuiu fortemente em sua realização;

à Rita, secretária do CCIFM, pelo apoio necessário em muitos momentos;

aos colegas do CCIFM, com quem pude conviver nesses anos de pesquisa;

a todos os professores do CCIFM, que sempre incentivaram o trabalho;

aos colegas professores do Centro Universitário Barão de Mauá, pelo convívio durante o período de realização dessa etapa, e em especial à professora Débora, pelos comentários sobre o texto;

a todos os meus familiares, amigos e colegas;

à minha mãe, Maria Aparecida, que sempre me apoiou em tudo, e sem ela não estaria aqui para realizar esse trabalho;

à minha esposa, Bernadete, pelo companheirismo, carinho, apoio, compreensão e amor, com quem compartilho todas as realizações;

a todas as pessoas que deixarei de citar nominalmente, cada uma sabe o papel que desempenhou.

*A mente que se abre a uma nova idéia  
jamais voltará ao seu tamanho original*

*Albert Einstein*

## RESUMO

AMBRÓSIO, Paulo E. **Redes neurais auto-organizáveis na caracterização de lesões intersticiais de pulmão em radiografia de tórax.** Tese (Doutorado em Ciências Médicas). 118 p. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2007.

O desenvolvimento tecnológico proporciona uma melhoria na qualidade de vida devido à facilidade, rapidez e flexibilidade no acesso à informação. Na área biomédica, a tecnologia é reconhecidamente uma importante aliada, permitindo o rápido desenvolvimento de métodos e técnicas que auxiliam o profissional na atenção à saúde. Recentes avanços na análise computadorizada de imagens médicas contribuem para o diagnóstico precoce de uma série de doenças. Nesse trabalho é apresentada uma metodologia para o desenvolvimento de um sistema computacional para caracterização de padrões em imagens pulmonares, baseado em técnicas de redes neurais artificiais. No estudo, buscou-se verificar a utilização de redes neurais auto-organizáveis como ferramenta de extração de atributos e redução de dimensionalidade de imagens radiográficas de tórax, objetivando a caracterização de lesões intersticiais de pulmão. Para a redução de dimensionalidade e extração de atributos, implementou-se um algoritmo baseado nos mapas auto-organizáveis (SOM), com algumas variações, obtendo-se uma redução dos cerca de 3 milhões de *pixels* que compõe uma imagem, para 240 elementos. Para a classificação dos padrões, utilizou-se uma rede *Perceptron* multi-camadas (MLP), validada com a metodologia *leave-one-out*. Com uma base contendo 79 exemplos de padrão linear, 37 exemplos de padrão nodular, 30 exemplos de padrão misto, e 72 exemplos de padrão normal, o classificador obteve a média de 89,5% de acerto, sendo 100% de classificação correta para o padrão linear, 67,5% para o padrão nodular, 63,3% para o padrão misto, e 100% para o padrão normal. Os resultados obtidos comprovam a validade da metodologia.

**Palavras-chave:** Redes neurais artificiais. Extração de características. Diagnóstico auxiliado por computador. Imagens médicas. Lesões intersticiais pulmonares.

## ABSTRACT

AMBRÓSIO, Paulo E. **Self-organizing neural networks in the characterization of interstitial lung diseases in chest radiographs.** Thesis (Doctoral). 118 p. Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2007.

The technological development provides an improvement in the quality of life due to easiness, speed and flexibility in the access to the information. In the biomedical area, the technology is admitted as an important allied, allowing the fast development of methods and techniques that assist the professional in the health care. Recent advances in the computerized analysis of medical images contribute for the precocious diagnosis of a series of diseases. In this work a methodology for the development of a computational system for characterization of patterns in pulmonary images, based in techniques of artificial neural networks is presented. In the study, has searched for the verification the use of self-organizing neural networks as a feature extraction and dimensionality reduction tool of chest radiographs, willing to characterize interstitial lung disease. For the dimensionality reduction and feature extraction, an algorithm based on Self-Organizing Maps (SOM) was implemented, with some variations, getting a reduction of about 3 million pixels that it composes an image, for 240 elements. For the pattern classification, a Multilayer Perceptron (MLP) was used, validated with the leave-one-out methodology. With a database containing 79 samples of linear pattern, 37 samples of nodular pattern, 30 samples of mixed pattern, and 72 samples of normal pattern, the classifier provided an average result of 89.5% of right classification, with 100% of right classification for linear pattern, 67.5% for nodular pattern, 63.3% for mixed pattern, and 100% for normal pattern. The results prove the validity of the methodology.

**Keywords:** Artificial neural networks. Feature extraction. Computer-aided diagnosis. Medical images. Interstitial lung disease.



Pesquisa aprovada pelo Comitê de Ética em Pesquisa do Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, em 05 de outubro de 2004.

Processo nº 10758/2004

## LISTA DE FIGURAS

---

Figura 2.1 -	Representação de um neurônio de McCulloch e Pitts .....	40
Figura 2.2 -	Representação ilustrativa de um mapa auto-organizável de Kohonen .....	43
Figura 3.1 -	Reprodução de imagens radiográficas apresentando aspecto normal (A) e com diagnóstico de fibrose pulmonar idiopática (B) .....	49
Figura 3.2 -	Esquema da divisão da imagem em 12 partes para sistematizar a inspeção visual .....	50
Figura 4.1 -	Demarcação do contorno de um pulmão, realizada manualmente .....	64
Figura 4.2 -	Ilustração representando a extração da área de interesse (região interna ao contorno do pulmão) .....	65
Figura 4.3 -	Divisão da imagem em regiões .....	66
Figura 4.4 -	Etapas do processo de segmentação. A: contorno do pulmão realizado na imagem original; B: subtração da região externa ao contorno; C: divisão da imagem em seis partes .....	66
Figura 4.5 -	Esquema da divisão das imagens originais em 12 partes .....	67
Figura 4.6 -	Exemplo da inclusão de elementos adicionais em uma imagem .....	68
Figura 4.7 -	Esquema da subdivisão de uma das partes da imagem em quatro partes de mesmo tamanho .....	69
Figura 4.8 -	Fluxo completo dos processos envolvidos na extração de atributos das imagens .....	77

## Gracias por visitar este Libro Electrónico

Puedes leer la versión completa de este libro electrónico en diferentes formatos:

- HTML(Gratis / Disponible a todos los usuarios)
- PDF / TXT(Disponible a miembros V.I.P. Los miembros con una membresía básica pueden acceder hasta 5 libros electrónicos en formato PDF/TXT durante el mes.)
- Epub y Mobipocket (Exclusivos para miembros V.I.P.)

Para descargar este libro completo, tan solo seleccione el formato deseado, abajo:

