

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Renato Marcos Endrizzi Sabbatini

Instituição: Universidade Estadual de Campinas

Departamento: Núcleo de Informática Biomédica

Endereço para correspondência: Caixa Postal 6005
13081-970 Campinas - SP

E-Mail: SABBATINI@BRUC.BITNET **Fax:** (0192) 39-4717

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Jaime de Oliveira Ilha; Paulo Marcondes Carvalho Jr.; Paulo Felipe Jr.; Goyta Fernandes Villela Jr.; Carlos Menegrone.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- PC 386 25 Mhz VGA, PC 486 33 MHz SVGA, ambos com coprocessador matemático.
- Workstation SUN Sparc 2 colorida.
- Acesso a rede UNINET da UNICAMP: VAX 785, VAX 9000, MicroVAX, IBM 3090 com VPF 300 Mips, rede SUN. Acesso externo à rede Internet. NeuronalWorks Prof. II.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Dept. Computer Sciences, Maryland University, USA.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Nome do Coordenador: Renato Marcos Endrizzi Sabbatini

Instituição: Universidade Estadual de Campinas

Departamento: Núcleo de Informática Biomédica

Endereço para correspondência: Caixa Postal 6005
13081-970 Campinas - SP

E-Mail: SABBATINI@BRUC.BITNET **Fax:** (0192) 39-4717

Composição da Equipe (Além do coordenador)

Jaime de Oliveira Ilha; Paulo Marcondes Carvalho Jr.; Paulo Felipe Jr.; Goyta Fernandes Villela Jr.; Carlos Menegrone.

Infraestrutura Básica Disponível (Hardware/Software)

- PC 386 25 Mhz VGA, PC 486 33 MHz SVGA, ambos com coprocessador matemático.
- Workstation SUN Sparc 2 colorida.
- Acesso a rede UNINET da UNICAMP: VAX 785, VAX 9000, MicroVAX, IBM 3090 com VPF 300 Mips, rede SUN. Acesso externo à rede Internet. NeuronalWorks Prof. II.

Cooperações Técnico-Científicas Existentes (Nacionais e Internacionais):

Dept. Computer Sciences, Maryland University, USA.

SISTEMAS BASEADOS EM REDES NEURAIS

1. FERRAMENTAS

1.1 NEUROED/NEUROL: DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE E LINGUAGEM DE SIMULAÇÃO DE MODELOS DE REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

Neste trabalho desenvolvemos um programa denominado **NEUROED**, para microcomputadores **IBM-PC**, capaz de representar diferentes citoarquitecturas e simular nestas o processo de geração e transmissão dos sinais elétricos entre os neurônios de uma rede. Um editor interativo pode ser usado para definir e modificar os padrões de conexão intercelular através de uma linguagem geradora de alto nível, denominada **NEUROL**, bem como outros parâmetros funcionais da rede. O programa pode ser utilizado para fins didáticos ou de pesquisa em anatomia e fisiologia nervosas, bem como na investigação das bases teóricas do funcionamento de neurocomputadores e dispositivos baseados na teoria das redes neurais.

1.2 NEURONET: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Com o objetivo de facilitar o ensino e a pesquisa em aplicações de redes neurais artificiais em Biologia e Medicina, desenvolveu-se um programa genérico, (*shell*) denominado **NEURONET I**, que simula em microcomputadores PC um perceptron de duas ou três camadas, auto- ou heteroassociativo, com entradas e saídas analógicas ou binárias, e regra de aprendizado tipo retropropagação. Os diversos módulos, funções e parâmetros do sistema permitem sua fácil e flexível utilização na implementação e experimentação com aplicações de sistemas conexionistas em Biomedicina. O programa é operado através de uma interface interativa de usuário baseada em menus.

1.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA PLACA COM UM PROCESSADOR NEURAL MASSIVAMENTE PARALELO (projeto)

O objetivo deste trabalho é produzir um hardware específico para adição a microcomputadores de alto desempenho (**CISC**) ou estações de trabalho (**RISC**), consistindo de uma placa dotada de um conjunto de neurochips programáveis do tipo **ETANN** (Intel) massivamente paralelos. Esta placa funcionará como um coprocessador neural paralelo de um computador. O projeto prevê também o desenvolvimento de um software de controle de execução da placa, na forma de módulos-objeto que poderão ser usados por programas aplicativos desenvolvido pelo usuário.

SISTEMAS BASEADOS EM REDES NEURAIS

1. FERRAMENTAS

1.1 NEUROED/NEUROL: DESENVOLVIMENTO DE UM AMBIENTE E LINGUAGEM DE SIMULAÇÃO DE MODELOS DE REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

Neste trabalho desenvolvemos um programa denominado **NEUROED**, para microcomputadores **IBM-PC**, capaz de representar diferentes citoarquitecturas e simular nestas o processo de geração e transmissão dos sinais elétricos entre os neurônios de uma rede. Um editor interativo pode ser usado para definir e modificar os padrões de conexão intercelular através de uma linguagem geradora de alto nível, denominada **NEUROL**, bem como outros parâmetros funcionais da rede. O programa pode ser utilizado para fins didáticos ou de pesquisa em anatomia e fisiologia nervosas, bem como na investigação das bases teóricas do funcionamento de neurocomputadores e dispositivos baseados na teoria das redes neurais.

1.2 NEURONET: DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE APOIO A DECISÃO BASEADO EM REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

Com o objetivo de facilitar o ensino e a pesquisa em aplicações de redes neurais artificiais em Biologia e Medicina, desenvolveu-se um programa genérico, (*shell*) denominado **NEURONET I**, que simula em microcomputadores PC um perceptron de duas ou três camadas, auto- ou heteroassociativo, com entradas e saídas analógicas ou binárias, e regra de aprendizado tipo retropropagação. Os diversos módulos, funções e parâmetros do sistema permitem sua fácil e flexível utilização na implementação e experimentação com aplicações de sistemas conexionistas em Biomedicina. O programa é operado através de uma interface interativa de usuário baseada em menus.

1.3 DESENVOLVIMENTO DE UMA PLACA COM UM PROCESSADOR NEURAL MASSIVAMENTE PARALELO (projeto)

O objetivo deste trabalho é produzir um hardware específico para adição a microcomputadores de alto desempenho (**CISC**) ou estações de trabalho (**RISC**), consistindo de uma placa dotada de um conjunto de neurochips programáveis do tipo **ETANN** (Intel) massivamente paralelos. Esta placa funcionará como um coprocessador neural paralelo de um computador. O projeto prevê também o desenvolvimento de um software de controle de execução da placa, na forma de módulos-objeto que poderão ser usados por programas aplicativos desenvolvido pelo usuário.

2. APLICAÇÕES MÉDICAS

2.1 UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS EM CASCATA PARA PREPROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

Neste projeto, desenvolvemos o protótipo de uma rede neural artificial capaz de processar seções seriais do cérebro, obtidas de tomografias CT ou MRI. As imagens resultantes, segmentadas e com suas bordas traçadas, são utilizadas como entrada para um software de planejamento tridimensional de radiocirurgia estereotáxica. O algoritmo foi implementado como uma simulação de software em um microcomputador, estruturada como três sub-redes em cascata (conectadas sequencialmente).

2.2 PREDIÇÃO DE ÓBITOS DE PACIENTES CRÍTICOS EM TRATAMENTO INTENSIVO

No presente trabalho, estudamos a potencialidade de um modelo de rede neural artificial, do tipo perceptron de três camadas, com regra de aprendizado por retropropagação, para realizar essa tarefa. Os dados de treino e teste foram derivados de uma base de dados brasileiras, a qual tinha sido utilizada previamente para calcular escores APACHE. Todas as redes estudadas foram capazes de convergência dentro de um pequeno erro global final. As percentagens máximas de acerto atingidas foram de 75% para o conjunto de testes e 99,6% para o conjunto de treinamento. A sensibilidade e especificidade máximas foram 60% e 80%, respectivamente. A abordagem baseada em rede neural funcionou bem para a predição prognóstica com um conjunto caracterizado por grande variabilidade, obtendo-se um desempenho ligeiramente inferior ao obtido pelo índice APACHE, porém com a vantagem de poder derivar seus parâmetros a partir de uma base de dados regional.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INSTRUÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR INTELIGENTE, BASEADO EM REDES NEURAIS (projeto)

O objetivo deste trabalho é desenvolver um paradigma para CAI (Computer Assisted Instruction) inteligente, utilizando redes neurais em diversos pontos do sistema, em substituição às técnicas já experimentadas de engenharia do conhecimento, baseadas em lógica (ICAI). Será investigado o potencial oferecido por redes neurais artificiais nos seguintes pontos de um sistema de autoria e apresentação destinado ao ensino na área médica: 1) construção de um "modelo" do aluno através de aprendizado interativo da rede neural; ou seja, a rede aprenderá qual é o nível de conhecimento do estudante, suas preferências e estilo de utilização. A saída da rede ativará nodos de um hipertexto, oferecendo "visões" diferentes da estrutura e sequência instrucionais, dependendo do modelo ativado; 2) a rede neural resolverá casos de solução de problemas (diagnósticos, terapêuticos e prognósticos) gerados de forma combinatorial pelo módulo de simulação de casos clínicos.

2. APLICAÇÕES MÉDICAS

2.1 UTILIZAÇÃO DE REDES NEURAIS EM CASCATA PARA PREPROCESSAMENTO E CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS TOMOGRÁFICAS

Neste projeto, desenvolvemos o protótipo de uma rede neural artificial capaz de processar seções seriais do cérebro, obtidas de tomografias CT ou MRI. As imagens resultantes, segmentadas e com suas bordas traçadas, são utilizadas como entrada para um software de planejamento tridimensional de radiocirurgia estereotáxica. O algoritmo foi implementado como uma simulação de software em um microcomputador, estruturada como três sub-redes em cascata (conectadas sequencialmente).

2.2 PREDIÇÃO DE ÓBITOS DE PACIENTES CRÍTICOS EM TRATAMENTO INTENSIVO

No presente trabalho, estudamos a potencialidade de um modelo de rede neural artificial, do tipo perceptron de três camadas, com regra de aprendizado por retropropagação, para realizar essa tarefa. Os dados de treino e teste foram derivados de uma base de dados brasileiras, a qual tinha sido utilizada previamente para calcular escores APACHE. Todas as redes estudadas foram capazes de convergência dentro de um pequeno erro global final. As percentagens máximas de acerto atingidas foram de 75% para o conjunto de testes e 99,6% para o conjunto de treinamento. A sensibilidade e especificidade máximas foram 60% e 80%, respectivamente. A abordagem baseada em rede neural funcionou bem para a predição prognóstica com um conjunto caracterizado por grande variabilidade, obtendo-se um desempenho ligeiramente inferior ao obtido pelo índice APACHE, porém com a vantagem de poder derivar seus parâmetros a partir de uma base de dados regional.

2.3 DESENVOLVIMENTO DE UM SISTEMA DE INSTRUÇÃO ASSISTIDA POR COMPUTADOR INTELIGENTE, BASEADO EM REDES NEURAIS (projeto)

O objetivo deste trabalho é desenvolver um paradigma para CAI (Computer Assisted Instruction) inteligente, utilizando redes neurais em diversos pontos do sistema, em substituição às técnicas já experimentadas de engenharia do conhecimento, baseadas em lógica (ICAI). Será investigado o potencial oferecido por redes neurais artificiais nos seguintes pontos de um sistema de autoria e apresentação destinado ao ensino na área médica: 1) construção de um "modelo" do aluno através de aprendizado interativo da rede neural; ou seja, a rede aprenderá qual é o nível de conhecimento do estudante, suas preferências e estilo de utilização. A saída da rede ativará nodos de um hipertexto, oferecendo "visões" diferentes da estrutura e sequência instrucionais, dependendo do modelo ativado; 2) a rede neural resolverá casos de solução de problemas (diagnósticos, terapêuticos e prognósticos) gerados de forma combinatorial pelo módulo de simulação de casos clínicos.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.4 INFERÊNCIA AUTOMÁTICA EM BASES DE DADOS MÉDICOS, BASEADOS EM REDES NEURAIS COM APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (projeto)

O presente projeto tem por objetivo desenvolver um sistema para verificar a aplicabilidade do paradigma das redes neurais artificiais na descoberta automática de conhecimento a partir de bases de dados médicas. Como a abordagem conexionista tem revelado excelente desempenho no que diz respeito ao reconhecimento de padrões: objetiva-se a verificação da sua viabilidade na geração de um módulo de descoberta, que poderia funcionar como um sub-sistema de um sistema maior de gerenciamento de bases de conhecimento. O produto final do projeto poderia ser comparado, por exemplo, ao módulo de descoberta utilizado no sistema RX, em que pese a total diferença entre a forma de implementação deste último e aquela do trabalho ora proposto.

2.5 UM SISTEMA DE HIPERTEXTO COM REDES NEURAIS NEBULOSAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTROS MÉDICOS (projeto)

O objetivo deste projeto é investigar a aplicabilidade de redes neurais artificiais como estrutura capaz de identificar casos de interesse para o médico a partir do banco de dados clínicos, e, assim, servir como base de conhecimento e decisão para a ativação de módulos do sistema que o caracterizem como uma aplicação ativa. Será elaborada e treinada uma rede neural que identifique casos de interesse (segundo qualquer classificação desejada). O médico será responsável por fornecer uma bateria de casos para treinamento, classificando manualmente o seu grau de interesse. Adicionalmente, esta abordagem será comparada com técnicas tradicionais (regras de produção) visando avaliar não só o desempenho como a dificuldade do médico definir o que ele deseja nas duas abordagens. Caberá também investigar a utilização de uma abordagem mista (regras + rede), tanto quanto o grau de eficiência, quanto a facilidade do médico em especificar seu interesse.

2.6 RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PADRÕES E SEQUÊNCIAS COMPORTAMENTAIS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

A identificação, isolamento e quantificação dos padrões e sequências presentes no comportamento de um animal, são pontos centrais da metodologia etológica. Neste trabalho, o programa NEURONET foi treinado a reconhecer padrões (perfis não sequenciais) e sequências comportamentais de exemplo, classificadas previamente por um observador humano; até atingir o critério de 98.7% de acertos. Utilizando perfis e sequências de teste, a rede neural foi capaz de identificar o padrão correto em cerca de 90% das mesmas. O presente trabalho pode demonstrar de forma definitiva a viabilidade e grande utilidade dos sistemas computacionais neuromórficos em etologia.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.4 INFERÊNCIA AUTOMÁTICA EM BASES DE DADOS MÉDICOS, BASEADOS EM REDES NEURAIS COM APRENDIZADO NÃO SUPERVISIONADO (projeto)

O presente projeto tem por objetivo desenvolver um sistema para verificar a aplicabilidade do paradigma das redes neurais artificiais na descoberta automática de conhecimento a partir de bases de dados médicas. Como a abordagem conexionista tem revelado excelente desempenho no que diz respeito ao reconhecimento de padrões: objetiva-se a verificação da sua viabilidade na geração de um módulo de descoberta, que poderia funcionar como um sub-sistema de um sistema maior de gerenciamento de bases de conhecimento. O produto final do projeto poderia ser comparado, por exemplo, ao módulo de descoberta utilizado no sistema RX, em que pese a total diferença entre a forma de implementação deste último e aquela do trabalho ora proposto.

2.5 UM SISTEMA DE HIPERTEXTO COM REDES NEURAIS NEBULOSAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE REGISTROS MÉDICOS (projeto)

O objetivo deste projeto é investigar a aplicabilidade de redes neurais artificiais como estrutura capaz de identificar casos de interesse para o médico a partir do banco de dados clínicos, e, assim, servir como base de conhecimento e decisão para a ativação de módulos do sistema que o caracterizem como uma aplicação ativa. Será elaborada e treinada uma rede neural que identifique casos de interesse (segundo qualquer classificação desejada). O médico será responsável por fornecer uma bateria de casos para treinamento, classificando manualmente o seu grau de interesse. Adicionalmente, esta abordagem será comparada com técnicas tradicionais (regras de produção) visando avaliar não só o desempenho como a dificuldade do médico definir o que ele deseja nas duas abordagens. Caberá também investigar a utilização de uma abordagem mista (regras + rede), tanto quanto o grau de eficiência, quanto a facilidade do médico em especificar seu interesse.

2.6 RECONHECIMENTO AUTOMÁTICO DE PADRÕES E SEQUÊNCIAS COMPORTAMENTAIS UTILIZANDO REDES NEURAIS ARTIFICIAIS

A identificação, isolamento e quantificação dos padrões e sequências presentes no comportamento de um animal, são pontos centrais da metodologia etológica. Neste trabalho, o programa NEURONET foi treinado a reconhecer padrões (perfis não sequenciais) e sequências comportamentais de exemplo, classificadas previamente por um observador humano; até atingir o critério de 98.7% de acertos. Utilizando perfis e sequências de teste, a rede neural foi capaz de identificar o padrão correto em cerca de 90% das mesmas. O presente trabalho pode demonstrar de forma definitiva a viabilidade e grande utilidade dos sistemas computacionais neuromórficos em etologia.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.8 MONITORIZAÇÃO DE POTENCIAIS EVOCADOS CEREBRAIS AUDITIVOS E VISUAIS UTILIZANDO A ABORDAGEM CONEXIONISTA (projeto)

O objetivo do presente projeto de pesquisa é desenvolver um sistema computacional baseado na abordagem conexionista para identificação de potenciais evocados cerebrais gerados por estímulos visuais e auditivos, em tempo real ou não. Baseados neste modelo, pretende-se: a) Definir uma melhor topologia para a realização desta tarefa procurando dimensionar um número ideal de camadas e de elementos processadores (neurodos) por camada; b) Realizar um estudo comparativo entre alguns dos principais algoritmos de aprendizado, tais como backpropagation e hebbiano, buscando o ideal para o processo; c) Avaliar a performance da Rede Neural na determinação dos potenciais evocados, avaliando estes sinais nos domínios do tempo e da frequência.

3. MODELAGEM EM REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

3.1 UM MODELO MATEMÁTICO E COMPUTACIONAL DA EPILEPSIA REFLEXA EM RATOS

Propomos, no presente estudo, um modelo matemático contínuo, não linear, de parâmetros agregados, que explica as características observadas de um tipo de epilepsia reflexa experimental provocada em roedores por estimulação sonora intensa, denominada crise audiogênica. O modelo, expresso na forma de um conjunto de equações diferenciais ordinárias, e que descreve o comportamento oscilatório e dinâmico de quatro populações neurais centrais inibitórias e excitatórias, bem como a interação entre as mesmas, foi simulado em computador através de um programa especialmente desenvolvido, denominado AUDIOGEN, e seu desempenho comparado com os dados observados experimentalmente. Através da exploração sistemática de parâmetros do modelo, foi possível reproduzir todos os tipos de crises audiogênicas observadas experimentalmente, assim como suas propriedades temporais, de forma compatível com os dados obtidos anteriormente.

PUBLICAÇÕES

Arruda-Botelho, A.G.; Sabbatini, R.M.E. - A high-level language and microcomputer program for the description and simulation of neural architectures. *Resumos da VI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia*, Caxambú, MG, p. 682, agosto 1991.

Dourado, S.C.; Sabbatini, R.M.E. - A cascaded neural network model for processing 2D 3D tomographic brain images. *Resumenes I Congreso Latinoamericano de Informatica en Sahid*. IMIA-ALAC, La Habana, Cuba, Febrero 1992.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

2.8 MONITORIZAÇÃO DE POTENCIAIS EVOCADOS CEREBRAIS AUDITIVOS E VISUAIS UTILIZANDO A ABORDAGEM CONEXIONISTA (projeto)

O objetivo do presente projeto de pesquisa é desenvolver um sistema computacional baseado na abordagem conexionista para identificação de potenciais evocados cerebrais gerados por estímulos visuais e auditivos, em tempo real ou não. Baseados neste modelo, pretende-se: a) Definir uma melhor topologia para a realização desta tarefa procurando dimensionar um número ideal de camadas e de elementos processadores (neurdos) por camada; b) Realizar um estudo comparativo entre alguns dos principais algoritmos de aprendizado, tais como backpropagation e hebbiano, buscando o ideal para o processo; c) Avaliar a performance da Rede Neural na determinação dos potenciais evocados, avaliando estes sinais nos domínios do tempo e da frequência.

3. MODELAGEM EM REDES NEURAIS BIOLÓGICAS

3.1 UM MODELO MATEMÁTICO E COMPUTACIONAL DA EPILEPSIA REFLEXA EM RATOS

Propomos, no presente estudo, um modelo matemático contínuo, não linear, de parâmetros agregados, que explica as características observadas de um tipo de epilepsia reflexa experimental provocada em roedores por estimulação sonora intensa, denominada crise audiogênica. O modelo, expresso na forma de um conjunto de equações diferenciais ordinárias, e que descreve o comportamento oscilatório e dinâmico de quatro populações neurais centrais inibitórias e excitatórias, bem como a interação entre as mesmas, foi simulado em computador através de um programa especialmente desenvolvido, denominado AUDIOGEN, e seu desempenho comparado com os dados observados experimentalmente. Através da exploração sistemática de parâmetros do modelo, foi possível reproduzir todos os tipos de crises audiogênicas observadas experimentalmente, assim como suas propriedades temporais, de forma compatível com os dados obtidos anteriormente.

PUBLICAÇÕES

Arruda-Botelho, A.G.; Sabbatini, R.M.E. - A high-level language and microcomputer program for the description and simulation of neural architectures. *Resumos da VI Reunião Anual da Federação de Sociedades de Biologia*, Caxambú, MG, p. 682, agosto 1991.

Dourado, S.C.; Sabbatini, R.M.E. - A cascaded neural network model for processing 2D 3D tomographic brain images. *Resumenes I Congreso Latinoamericano de Informatica en Sahid*. IMIA-ALAC, La Habana, Cuba, Febrero 1992.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Felipe Jr., P.; Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Beseggio, R.E.; Terzi, R.G.G. - Outcome prediction for critical patients under intensive care, using backpropagation neural networks. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992

Sabbatini, R.M.E. - A multilayered neural network for processing 2D tomographic images in neurosurgery. *Proceed. IEEE Nuclear Science and Medical Imaging Symposium*, Orlando FL, USA, outubro de 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Applications of connectionist systems in Biomedicine. In: Lun, K.C. et al. (Eds.) - *Proceed. 7th World Congress on Medical Informatics (MEDINFO 92)*. International Federation of Medical Informatics. North Holland, Amsterdam, setembro 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Reconhecimento automático de padrões e sequências comportamentais utilizando redes neurais artificiais. *Anais do IX Encontro Anual de Etologia*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, outubro de 1991.

Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Felipe Jr., P.; Freitas, N.C. - NEURONET: um sistema shell conexionista para classificação automática de padrões em Biomedicina. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992.

Zepka, R.F.; Sabbatini, R.M.E. - Computer simulation of a quantitative model for reflex epilepsy. In: Dvorák, I; Holden, A.V. (Eds) - *Mathematical Approaches to Brain Functioning Diagnostics (Proceeding in Non-Linear Science)*. Manchester: Manchester University Press, p. 249-256, 1991.

1º WORKSHOP NACIONAL EM REDES NEURONAIS E 1ª ESCOLA DE REDES NEURONAIS

Felipe Jr., P.; Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Beseggio, R.E.; Terzi, R.G.G. - Outcome prediction for critical patients under intensive care, using backpropagation neural networks. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992

Sabbatini, R.M.E. - A multilayered neural network for processing 2D tomographic images in neurosurgery. *Proceed. IEEE Nuclear Science and Medical Imaging Symposium*, Orlando FL, USA, outubro de 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Applications of connectionist systems in Biomedicine. In: Lun, K.C. et al. (Eds.) - *Proceed. 7th World Congress on Medical Informatics (MEDINFO 92)*. International Federation of Medical Informatics. North Holland, Amsterdam, setembro 1992.

Sabbatini, R.M.E. - Reconhecimento automático de padrões e sequências comportamentais utilizando redes neurais artificiais. *Anais do IX Encontro Anual de Etologia*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC, outubro de 1991.

Sabbatini, R.M.E.; Carvalho-Júnior, P.M.; Felipe Jr., P.; Freitas, N.C. - NEURONET: um sistema shell conexionista para classificação automática de padrões em Biomedicina. *Anais do I Fórum Nacional de Ciência e Tecnologia em Saúde*. Caxambu, MG, novembro 1992.

Zepka, R.F.; Sabbatini, R.M.E. - Computer simulation of a quantitative model for reflex epilepsy. In: Dvorák, I; Holden, A.V. (Eds) - *Mathematical Approaches to Brain Functioning Diagnostics (Proceeding in Non-Linear Science)*. Manchester: Manchester University Press, p. 249-256, 1991.