

REDE NEURAL ARTIFICIAL APLICADA EM UM SISTEMA DE AUXÍLIO NO RASTREIO DE DEPRESSÃO E DE QUALIDADE DE VIDA DE IDOSOS

Paulo Sergio Dainez¹
Elisangela Cordts Longo Dainez²

Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP
e-mails: {[p123250,e123438](mailto:p123250,e123438@dac.unicamp.br)}@dac.unicamp.br
Av. Albert Einstein, 400.
CEP 13083-852, Campinas, SP, Brasil

Resumo - As redes neurais artificiais (RNA) têm sido usadas com sucesso como técnicas de inteligência artificial aplicada no auxílio ao diagnóstico clínico e em classificação de padrões. O presente trabalho desenvolve uma aplicação de RNA com objetivo de auxiliar a triagem e o diagnóstico de depressão em idosos de acordo com os fatores bio-psicossociais. Os dados para o treinamento da rede foram obtidos a partir dos instrumentos clínicos WHOQOL-bref e GDS 15, aplicados a um grupo de 12 idosos. Após o processo de treinamento a rede foi capaz de estimar a saída com um erro máximo de 4,6%, este resultado demonstra a viabilidade desta aplicação. Portanto, esta ferramenta pode ser empregada para determinar o estado de humor depressivo, reduzindo assim, a bateria de testes utilizados para esse fim, não desgastando o idoso e o familiar com excessivas questões, bem como agiliza o processo de triagem, diagnóstico e pesquisa clínica.

Palavras-chave - Rede neural artificial, diagnóstico de depressão.

Abstract - Artificial neural networks (ANN) have been used successfully as artificial intelligence techniques applied in aid clinical diagnosis and pattern classification. This paper develops an application of ANN in order to assist the screening and diagnosis of depression in the elderly according to the bio-psychosocial factors. Data for network training were obtained from clinical instruments WHOQOL-bref and GDS 15, applied to a group of 12 seniors. After the training process, the network was able to estimate the output with a maximum error of 4.6%, this result demonstrates the feasibility of this application. Therefore, this tool can be used to determine the state of depressed mood, thus reducing the battery of tests used for this purpose, not wearing the old and familiar issues with excessive questions, and streamlines the process of screening, diagnosis and clinical research.

Keywords - Artificial neural network, diagnosis of depression.

1 Introdução

As redes neurais artificiais (RNAs) têm sido usadas com sucesso como técnicas de inteligência artificial aplicada no auxílio ao diagnóstico clínico (Sun et al., 2011) e em classificação de padrões (Grassi et al., 2002; Buscema et al., 2007; Leighty et al., 2008). Devido a sua capacidade de aprendizado e de generalização, as RNA são capazes de aproximar funções complexas e não lineares.

Conforme Haykin (1999), as RNA são formadas por unidades simples de processamento massivamente conectadas, estas unidades de processamento são denominadas neurônios artificiais, que podem ser modelados por um somatório de produtos, onde cada entrada do neurônio x_j^{n-1} é multiplicada por seu respectivo peso $w_{i,j}^n$, conforme Figura 1 e Equação 1, o resultado deste somatório é denominado de ativação interna do neurônio u_i^n , o qual pode ser aplicado em uma função não linear do tipo sigmóide, para obter-se o valor da saída do neurônio y_i^n (Equação 2).

$$u_i^n = \sum_{j=1}^L w_{i,j}^n \cdot x_j^{n-1} + b_i^n \quad (1)$$

¹ Engenheiro eletricista, doutorando em Engenharia Elétrica, Departamento Sistemas e Controle de Energia -UNICAMP

² Psicóloga e farmacêutica, mestra em Ciências Biomédicas/Neurologia, Departamento de Ciências Médicas - UNICAMP

$$y_i^n = f(p \cdot u_i^n) = \tanh(u_i^n) = \frac{e^{p \cdot u_i^n} - e^{-p \cdot u_i^n}}{e^{p \cdot u_i^n} + e^{-p \cdot u_i^n}} \quad (2)$$

Nas RNAs o conhecimento está armazenado e distribuído nos pesos das conexões entre os neurônios da rede. Desta forma o processo de aprendizagem se resume ao processo de ajuste dos pesos das conexões, de modo que o algoritmo de treinamento deve minimizar o erro entre um conjunto de saídas desejadas d_k e um conjunto de saídas calculadas pela rede y_k , para um conjunto de entradas x_k (Yang et al., 1998).

Este treinamento é chamado de aprendizado supervisionado, ou seja, somente após a convergência do processo de treinamento, a rede pode ser utilizada na aplicação desejada.

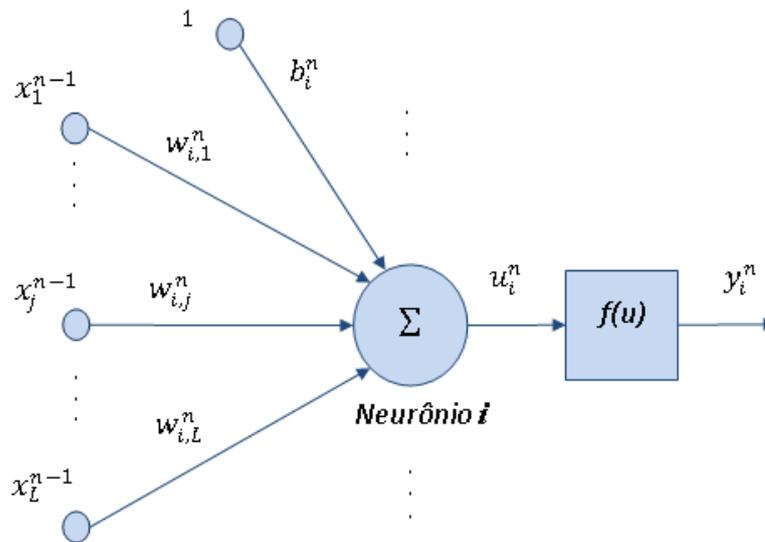


Figura 1: Modelo de neurônio artificial

O presente trabalho desenvolve um mapeamento com RNA do instrumento WHOQOL-bref (FLECK et al,2000) – o qual mensura a qualidade de vida - com a Escala de Depressão Geriátrica – GDS 15 (ALMEIDA e ALMEIDA, 1999), com objetivo de auxiliar o diagnóstico de depressão em idosos de acordo com os fatores bio-psicossociais, empregando apenas um instrumento de avaliação.

2 Depressão e Qualidade de Vida

A depressão apresenta pontuações epidemiológicas preocupantes na população idosa. De acordo com a pesquisa de Almeida (1999), efetuada no Pronto-Socorro de Saúde Mental da Santa Casa de São Paulo, 7,3% dos atendimentos eram indivíduos acima de 60 anos de idade, sendo o diagnóstico mais comum de transtorno de humor (40%); destes a maior parte dos casos (78,2%) referia-se a episódio depressivo maior.

As causas da depressão na população idosa são multifatoriais, podendo ser de origem endógena (neurobiológicos, genéticos) e exógena (psicossociais). Vale ressaltar que os fatores endógenos e exógenos apresentam uma forte relação de interdependência, (Stoppe Jr, 2007).

Os fatores psicossociais são importantes agentes causadores de depressão geriátrica, e estão relacionados às mudanças e perdas significativas que ocorrem nesta fase da vida. Ao ingressar na terceira idade, o indivíduo apercebe-se de um momento de cisão, explicitada principalmente, pela perda do trabalho e da situação financeira devido a aposentadoria; do novo papel familiar, exercendo agora a função de avô ou avó, não mais e de pai ou mãe; e da presença ou o surgimento de enfermidades típicas da velhice, os quais provocam dores e privações sociais. Esses fatores podem incitar uma visão negativa sobre a vida e o envelhecimento, alterando o estado de humor do geronte, (Alexopoulos, 1999).

Todavia, a visão que o idoso detém sobre sua existência refere-se a qualidade de vida. Esta é definida, segundo WHOQOL GROUP (apud Fleck et al,2000), com “a percepção do indivíduo de sua posição na vida no contexto da cultura e sistema de valores nos quais vive e em relação aos seus objetivos, expectativas, padrões e preocupações...”.

Para ilustrar essa definição cita-se por exemplo, um idoso com problemas sócio-econômico. Estes pode não ter humor saudável, exibindo preocupações, pensamentos ruminantes, ansiedade e depressão frente suas demandas de vida. Por outro lado, geronte com transtornos depressivo, pelo próprio processo neuropsicológico e psicológico da doença, Grawe (2007), focaliza sua atenção nos eventos negativos de sua vida, maximizando-os, bem como minimizando as situações agradáveis vividas, dessa maneira, interferindo em seu bem-estar e satisfação, portanto prejudicando sua qualidade de vida. Logo, a qualidade de vida é intrinsecamente ligada ao *status* emocional, e desse modo, um interfere de modo complexo sobre o outro.

2.1 Metodologia Clínica

A pesquisa caracteriza-se como descritiva. O tipo de investigação é de campo. O método de investigação, análise e tratamento dos dados é de acordo com a abordagem quantitativa.

2.1.1 População

A amostra estudada é composta de 12 indivíduos com idade acima de 60 anos todos integrantes de um grupo de terceira idade da comunidade. As entrevistas tiveram o tempo de duração médio de 20 minutos.

2.1.2 Instrumentos

O estudo empregou o instrumento WHOQOL-bref (FLECK et al,2000), que mensurar a qualidade de vida apresentando 26 questões, sendo duas gerais sobre qualidade de vida e as demais 24 questões divididas por domínios: físico, psicológico, relações sociais e meio ambiente. Outro instrumento utilizado foi a Escala de Depressão Geriátrica – GDS 15 (ALMEIDA e ALMEIDA, 1999), teste de rastreio e indicador do estado de humor do idoso, podendo ser empregado clinicamente na detecção de casos de depressão e monitoramento da gravidade dos sintomas depressivos em idosos; composto por 15 questões sobre como o geronte tem se sentido na última semana.

2.1.3 Análise dos Dados

A análise estatística do WHOQOL-bref emprega a orientação de Fleck et al (2000) para os cálculos dos domínios: físico, psíquico, social e ambiental. Por sua vez, a análise do resultado do instrumento GDS-15 adota a classificação de Yesavage (*apud* ALMEIDA e ALMEIDA, 1999) - do qual convencionou: 0 a 4 pontos – Eutímicos (não deprimidos); 5 a 10 pontos – Depressão leve ou moderada; 11 a 15 pontos – Depressão grave ou severa.

Tabela 1: A média dos escores do GDS-15 e dos Domínios do WHOQOL-bref (n=12)

GDS-15		DOMÍNIO WHOQOL			
		Físico	Psíquico	Social	Ambiental
Eutímico	8	73	82	71	70
Depressão leve	4	48	70	56	56
Total	12	65	78	72	65

3 Desenvolvimento da Rede Neuronal Artificial

A rede perceptron de múltiplas camadas (MLP, abreviação em inglês, multi-layer perceptron) é uma RNA organizada em três ou mais camadas em série, onde todos os neurônios de uma camada estão conectados a todos os neurônios da camada seguinte, sendo o sinal da rede propagado da entrada para saída. Cada camada da rede pode ser representada em notação matricial, conforme a Equação (3).

$$Y^n = f^n(W^n Y^{n-1} + B^n) \quad (3)$$

Deste modo, conforme a Figura 2, as variáveis de entrada aplicadas a rede MLP são os resultados das 26 questões do WHOQOL-bref e a única saída é o resultado do GDS-15, para determinar o número ideal de neurônios da camada intermediária, utilizou-se 4 configurações diferentes, 20, 30, 40 e 50 neurônios. Empregou-se ainda a tangente hiperbólica com função de ativação da camada intermediária e a função linear na camada de saída.

4 O Processo de Treinamento da Rede

O Algoritmo usado no treinamento da rede é o de retro propagação (backpropagation) do erro quadrático médio (EQM) com um método de segunda ordem (Levenberg-Marquardt), taxa de aprendizado variável e treinamento por lote. Neste método a função custo do EQM da saída da rede (Equação 4), deve ser minimizada através dos ajustes dos pesos no sentido contrario ao do gradiente ($\nabla J(W)$) desta função, conforme Equações 5 e 6.

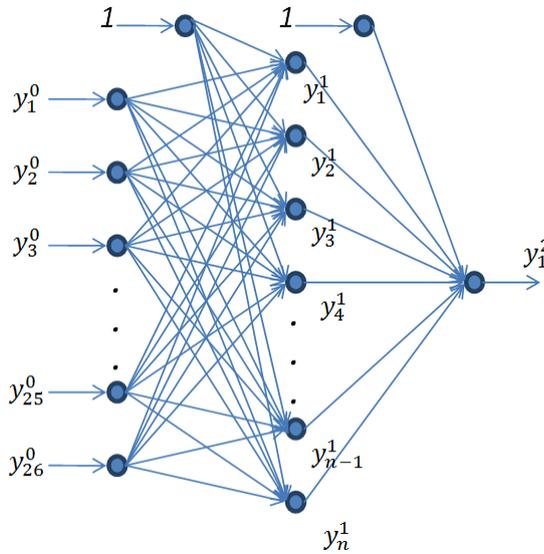


Figura 2: Arquitetura da rede MLP

$$J = \frac{1}{T} \sum_{n=1}^T (d_n - y_n)^2 \quad (4)$$

Onde d_n é a saída desejada, y_n é a saída calculada pela rede e T é o total de elementos no conjunto de treinamento.

$$W[t + 1] = W[t] + \Delta W[t] \quad (5)$$

$$\Delta W[t] = -\alpha \cdot (\nabla^2 J(W))^{-1} \cdot \nabla J(w) \quad (6)$$

$$\nabla J(W) = \frac{2}{T} \sum_{n=1}^T (d_n - y_n) \frac{\partial y_n}{\partial W} \quad (7)$$

$$\nabla^2 J(W) \cong 2 \cdot J^T J \quad (8)$$

Nos métodos de segunda ordem o gradiente é multiplicado pelo inverso da matriz hessiana acelerando o processo de convergência (conforme Equação 6), no método de Levenberg-Marquardt a matriz hessiana ($\nabla^2 J(W)$) é aproximada pela equação (8), que deve ser semi definida positiva, onde J é o vetor jacobiano, e α é taxa de aprendizado, que é ajustada a cada época do treinamento para que o ajuste dos pesos ΔW seja o melhor possível em cada iteração.

Os dados estão separado em 10 indivíduos para o conjunto de treinamento e 2 indivíduos o conjunto de validação. Os dados ainda devem ser normalizados antes de serem aplicados nas entradas e saída da rede MLP.

Como critérios de parada do treinamento foram adotados: número máximo de épocas (1000), valor mínimo para o EQM do conjunto de treinamento (10^{-4}), validação cruzada com o EQM do conjunto de validação.

Os valores dos pesos da rede são inicializados aleatoriamente e próximos de zero, durante o processo de treinamento da MLP, o algoritmo irá ajustar os pesos da rede para minimizar o EQM da variável de saída da rede, de modo que ao final do treinamento a MLP mapeie o conjunto de entrada e saída.

Logo, o conjunto de dados de treinamento e validação são fundamentais para o resultado do processo de treinamento da rede, caso este conjunto seja suficientemente representativo e o treinamento converja, a MLP será capaz de representar o mapeamento da função desejada.

5 Análise e Discussão dos Resultados

Na Tabela x1 pode-se visualizar o EQM, e o maior erro para uma das saídas do conjunto total elementos (conjunto de treinamento e validação), para as 4 configurações da rede MLP testadas, com 20, 30, 40 e 50 neurônios na camada intermediária.

Pode-se verificar que a rede com 30 neurônios na camada intermediária obteve o menor EQM, porém também obteve o maior erro para uma das saídas. A rede com 50 neurônios obteve o segundo menor EQM, e o melhor resultado para o maior erro para uma das saídas, sendo considerada o melhor resultado entre as 4 configurações.

Na Tabela x2, pode-se visualizar o resultado da rede com 50 neurônios na camada intermediária, para todos os indivíduos aplicados no treinamento e validação.

N. neurônios na camada intermediária	EQM	Maior erro
20	0,0204	0,92
30	0,009	1,01
40	0,014	0,73
50	0,0123	0,69

Indivíduo	GDS-15	MLP	Erro
1	1	1,4968	-0,4968
2	1	1,1439	-0,1439
3	1	1,4264	-0,4264
4	1	1,2200	-0,2200
5	4	4,0593	-0,0593
6	8	7,3240	0,6760
7	6	5,4210	0,5790
8	3	3,0386	-0,0386
9	3	2,8871	0,1129
10	3	3,0134	-0,0134
11	6	6,6540	-0,6540
12	8	7,3122	0,6878

O resultado do GDS-15 é um valor numérico entre 0 e 15, a rede MLP é capaz de obter este resultado com os dados obtidos a partir do instrumento WHOQOL-bref, com um erro máximo de 0,69 (4,6%), e desta forma obter uma boa estimativa da hipótese de estado de humor depressivo do idoso, reduzindo desse modo, o número de testes empregados para o diagnóstico.

6 Conclusão

Neste trabalho desenvolve-se uma aplicação da RNA para auxiliar o rastreamento de depressão a partir do instrumento de qualidade de vida WHOQOL-bref. Os resultados apresentaram uma boa aproximação entre a saída obtida pela rede em comparação com

o resultado fornecido pelo teste GDS-15, demonstrando a viabilidade do uso da RNA nesta aplicação.

Cabe ressaltar que o diagnóstico de depressão é complexo, empregando não apenas o GDS-15 e o WHOQOL-bref, porém outros métodos clínicos de avaliação. Contudo, a aplicação da RNA auxilia, em muito, ao reduzir a bateria de testes empregados, visto que assim, não desgastando o idoso e o familiar com excessivas questões, bem como agiliza o processo de triagem, diagnóstico e pesquisa clínica.

Contudo, para a melhoria da confiabilidade no resultado é aconselhável uma maior amostragem populacional para o processo de treinamento.

7 Referências

7.1 Referências de RNA

Sun, Y., Tang, Y., Ding, S., Lv S., Cui e Y. (2011). Diagnose the mild cognitive impairment by constructing Bayesian network with missing data, *Expert Systems with Applications, Elsevier*, Vol. 38, p. 442-449.

Grassi, M. C., Caricati, A. M., Intraligi, M., Buscema, M. e Nencini, P. (2002). Artificial Neural Network assessment of substitutive pharmacological treatments in hospitalised intravenous drug users, *Artificial Intelligence in Medicine, Elsevier*, vol. 24, p. 37-49.

Buscema, M., Rossini, P., Babiloni, C. e Grossi E. (2007). The IFAST model, a novel parallel nonlinear EEG analysis technique, distinguishes mild cognitive impairment and Alzheimer's disease patients with high degree of accuracy, *Artificial Intelligence in Medicine, Elsevier*, vol. 40, p.127-141.

Leighty, R. E., Runfeldt, M.J., Berndt, D.J., Schleif, W.S., Cracchiolo, J.R., Potter, H. e Arendash, G.W. (2008). Use of artificial neural networks to determine cognitive impairment and therapeutic effectiveness in Alzheimer's transgenic mice, *Journal of Neuroscience Methods, Elsevier*, Vol. 167, p. 358-366.

Haykin, S. (1999). **Neural Networks: A comprehensive Foundation**, *Second edition, Prentice-Hall*.

Yang, H. H., Murata, N., Amari, S. (1998). Statistical inference: learning in artificial neural networks, *Trends in Cognitive Sciences, Elsevier Science Ltd.*, Vol. 2, No. 1, p. 4-10.

7.2 Referências Clínicas

Alexopoulos, G. S., (1999). Transtornos de humor. In: KAPLAN, H.; SADOCK, B. J. **Tratado de Psiquiatria**. 6 ed. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul.

Almeida, O. P., (1999). Idoso atendidos em serviços de emergência de saúde mental: características demográficas e clínicas. **Revista Brasileira de Psiquiatria**. São Paulo: 21 (1), p. 12-18.

Almeida, O. P.; Almeida, S. A., (1999). Confiabilidade da versão brasileira da Escala de Depressão em Geriatria (GDS) versão reduzida. **Arquivo de Neuro-Psiquiatria**. [periódico eletrônico] São Paulo: v 57, n 2B, jun. Disponível em URL:<http://www.scielo.com.br> (acessado em 05/05/2012).

Fleck, M. PA; Louzada, S.; Xavier, M.; Chachamovich, E.; Vieira, Santos, L G; Pinzon, V., (2000). **Aplicação da versão em português do instrumento abreviado da qualidade de vida "WHOQOL-bref"**. [periódico eletrônico] UFRS. Departamento de Psiquiatria e Medicina Legal da Faculdade de Medicina. Disponível em URL:<http://www.scielo.com.br> (acessado em 06/05/2012).

Grawe, K., (2007). **Neuropsychotherapy: how the neurosciences inform effective psychotherapy**. Ed. Psychology Press.

Stoppe Jr, A., (2007). Depressão em Idosos. Em: MORIGUTTI, J. C.; SOARES, A. M. **Atualizações Diagnósticas e Terapêuticas em Geriatria**. São Paulo: Atheneu.