

Avaliação de treinamento multidisciplinar na triagem nutricional pela lógica difusa (*fuzzy*)

Cardia, W.; ARAUJO, E. ; Becker, O. M. ; Maia, R.,

Resumo: A desnutrição intra-hospitalar apresenta índices que aumentam com o tempo de internação. A triagem nutricional identifica pacientes com risco de desnutrição no momento da internação a fim de evitar danos físicos e clínicos, acelerar a recuperação e reduzir o custo hospitalar. O objetivo deste estudo é avaliar efeitos de treinamentos multidisciplinares na triagem nutricional pela técnica de inteligência artificial denominada sistema de inferência neuro-difuso (ANFIS). Resultados obtidos com dados experimentais produzem um modelo não-linear que descreve a relação dos treinamentos multidisciplinares e a realização da triagem nutricional, de forma que o mapeamento difuso torna-se uma alternativa para esta avaliação.

Introdução

A desnutrição é uma condição universal de prevalência elevada nos países em desenvolvimento associada a condições sociais e a existência de comorbidades. No Brasil, além da alta incidência de desnutrição em pacientes admitidos nos hospitais, existem índices de aproximadamente 50% de desnutrição de moderada a grave em pacientes internados que aumenta com o tempo de permanência intra-hospitalar [1]. Internacionalmente, aproximadamente 30% dos pacientes internados apresentam desnutrição, com agravamento do quadro nutricional durante a internação [2-3].

Para prevenir a ocorrência da desnutrição intra-hospitalar e minimizar as suas conseqüências, atenção especial deve ser direcionada ao estado nutricional na admissão hospitalar [4]. Para isto é utilizada a triagem nutricional, definida como processo de caracterização de problemas dietéticos ou nutricionais, categorizando indivíduos com alto risco nutricional. A triagem nutricional é procedimento de rotina realizado no momento da admissão hospitalar e sinaliza os pacientes com risco de desnutrição intra-hospitalar que requerem uma avaliação nutricional [5]. Esta triagem multidisciplinar é realizada pelo preenchimento de um questionário com o propósito de (*i*) melhorar ou prevenir a

deterioração da função física e mental, (ii) reduzir o número e a severidade das complicações das doenças ou dos tratamentos oferecidos, (iii) acelerar a recuperação da doença com redução da convalescença e (iv) reduzir o consumo de recursos por diminuição da permanência hospitalar [1].

Para avaliar a realização da triagem nutricional em um serviço hospitalar é necessário que haja uma comissão ou equipe multidisciplinar de terapia nutricional para (i) treinar os profissionais com o objetivo de conscientizar e aperfeiçoar o fluxo dos questionários de triagem nutricional e (ii) intervir diretamente nos casos de risco de desnutrição intra-hospitalar. Bons resultados obtidos com estes treinamentos são associados à boa qualidade de atendimento, pois o mapeamento dos pacientes desnutridos e a intervenção por suporte nutricional enteral ou oral melhora a capacidade funcional, reduz o tempo de internação hospitalar e a mortalidade [5,6].

O objetivo deste estudo é avaliar efeitos de treinamentos multidisciplinares na triagem nutricional pela técnica de inteligência artificial denominada Sistema Adaptativo de Inferência Neuro-Difuso (ANFIS – Adaptive Neuro-Fuzzy Inference System) [7].

Métodos

O estudo foi efetuado no Hospital Municipal Bonsucesso-Pimentas / Prefeitura de Guarulhos- SPDM (Sociedade para o Desenvolvimento da Medicina), com dados relativos ao ano de 2008.

Os parâmetros estudados foram:

- a) O número acumulativo de treinamentos realizados, com registro mensal, englobando reuniões da equipe multidisciplinar de terapia nutricional (EMTN), treinamentos multidisciplinares e simpósio das coordenações no hospital.
- b) O número acumulativo de profissionais treinados, com registro mensal.
- c) O número acumulativo de horas de treinamento/mês.
- d) O número de triagens realizadas no hospital.

Diferente da maneira usual como os dados são tratados empregando métodos estatísticos, neste trabalho, o estudo e análise dos dados foi realizado através do mapeamento difuso utilizando-se o modelo Takagi-Sugeno. Este modelo foi escolhido devido à sua capacidade de permitir a manipulação de informações imperfeitas, i.e.,

imprecisas, incertas e vagas (imprecisas e incertas simultaneamente). A modelagem difusa tem sido cada vez mais utilizada para mapeamentos não-lineares e identificação de sistemas difusos. O modelo Takagi-Sugeno (TS) é caracterizado pela não-linearidade e uma estrutura simples, em que a identificação do problema envolve a identificação da estrutura e dos parâmetros. A identificação da estrutura está relacionada à determinação das premissas e dos conseqüentes das regras do sistema. Os parâmetros são determinados quando se identificam as funções de pertinência dos universos de discurso. Para a atividade de treinamento e otimização dos parâmetros do modelo difuso foi utilizada uma técnica do campo de inteligência computacional/artificial inspirada em um modelo neural biológico de seres humanos. Estas duas abordagens colocadas de forma a trabalharem em conjunto permitem um tipo de arquitetura de extração baseada em dados para gerar um modelo que permite produzir resultados de saída estimada para entradas não apresentadas ao modelo durante a fase de treinamento devido à sua capacidade de generalização [8].

As variáveis de entradas que compõem as premissas nas regras SE-ENTÃO do mapeamento não-linear foram escolhidas entre os números acumulativos de (i) horas de treinamento, (ii) eventos de treinamento e (iii) profissionais treinados; enquanto o número total de pacientes triados no hospital, foi escolhido isoladamente a variável de saída que formam o conseqüente da regra.

Foram realizados dois tipos de mapeamento a somente uma variável de saída. O primeiro emprega uma variável de entrada, enquanto o segundo utiliza as três variáveis de entrada.

Resultados e discussão

O total de pacientes utilizados para triagem nutricional e o número acumulativo nos treinamentos multidisciplinares realizados, são mostrados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Pacientes triados no hospital em 2008.

MÊS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
TOTAL	140	198	234	199	138	138	124

Tabela 2 – Horas de treinamento, número de treinamentos e profissionais treinados em 2008.

MÊS	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
HORAS	12	14	14	16	26	27	27
TREINAMENTOS	7	8	8	9	13	14	14
PROFISSIONAIS	34	44	44	51	122	135	135

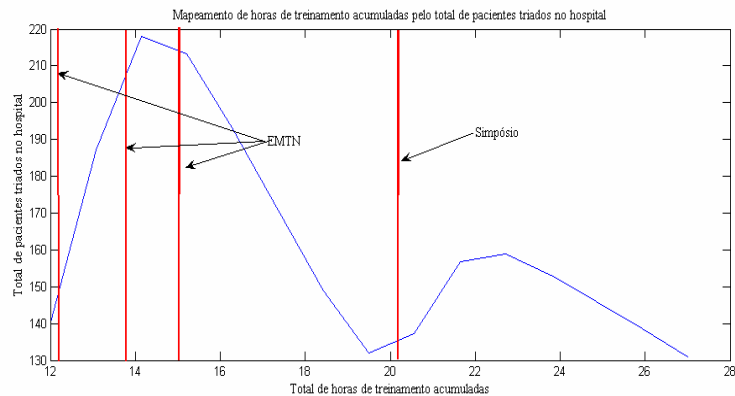


Fig. 1 – Mapeamento de horas de treinamento nos pacientes triados

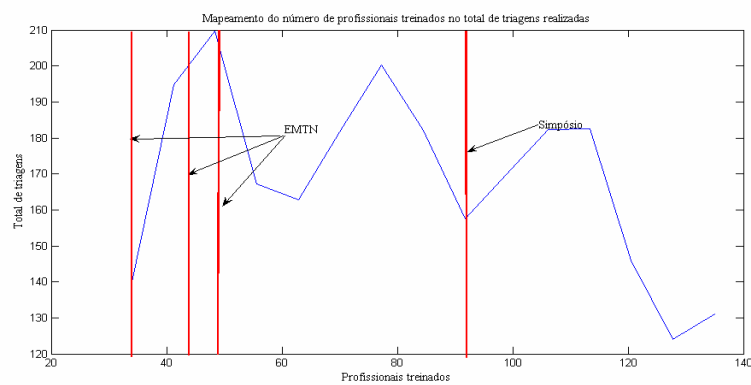


Fig.2 – Mapeamento de profissionais treinados nos pacientes triados

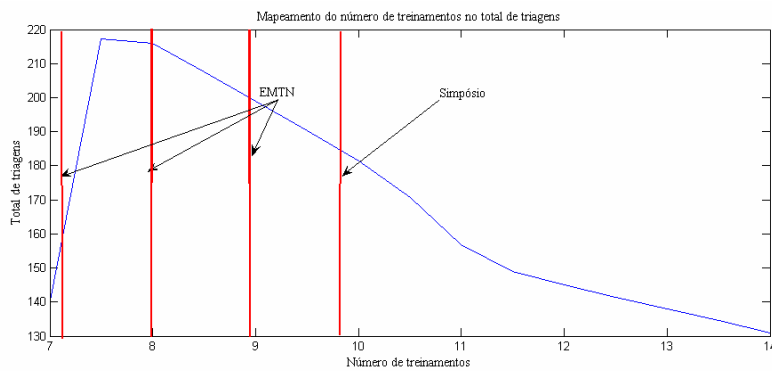


Fig.3 – Mapeamento do número de treinamentos nos pacientes triados

Quando se considera somente uma variável de entrada, o mapeamento obtido entre a variável de entrada denominada número de horas de treinamento e a variável de saída intitulada número de pacientes triados é mostrado na Fig. 1. É possível perceber que o número total de pacientes triados no hospital teve uma acentuada elevação no período de aproximadamente 12 a 15 horas, seguido de um acentuado decaimento entre 15 e aproximadamente 19 horas, atingindo seu valor mínimo, e uma pequena elevação em diante, até 22 horas, quando há um novo decaimento, convergindo para o valor mínimo. O

conjunto de regras que compõe este sistema (1) é formado por 3 regras, com mapeamento das 3 funções de pertinência (Baixo, Médio e Alto) da variável de entrada, nas 3 funções de pertinência (Baixo, Médio e Alto) da variável de saída, obtidas por agrupamentos de dados (*clusters*):

$$\begin{array}{ll}
 \text{SE } \textit{Horas de treinamento} \text{ é Baixo} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Baixo;} \\
 \text{SE } \textit{Horas de treinamento} \text{ é Médio} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Médio;} \\
 \text{SE } \textit{Horas de treinamento} \text{ é Alto} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Alto.}
 \end{array} \quad (1)$$

O mapeamento obtido entre a variável de entrada denominada número profissionais treinados e a variável de saída intitulada número de pacientes triados é mostrado na Fig. 2. É possível perceber que o número total de pacientes triados no hospital teve uma elevação acentuada no treinamento de 34 a aproximadamente 40 profissionais, seguido de uma elevação mais suave em torno de 45 (*fuzzy*) profissionais, onde o número de triagens atinge seu valor máximo. Em seguida, há um decaimento acentuado no número de triagens realizadas na variação entre 50 a aproximadamente 55 profissionais, com decaimento mais suave na variação de 55 a 60 profissionais. Nas variações subsequentes do número de profissionais treinados de 60 a 80, 80 a 90, 90 a 110 e 110 a 130, ocorre uma heterogeneidade no número de triagens, sendo que o número de triagens atinge o valor mínimo com 130 profissionais, com a ocorrência, a partir de então, de uma elevação suave do número de triagens até o fim do período de treinamento. O conjunto de regras que (2) é formado por 4 regras, com mapeamento das 4 funções de pertinência (Baixo, Médio, Alto e Muito Alto) da variável de entrada, nas 4 funções de pertinência (Baixo, Médio, Alto e Muito Alto) da variável de saída:

$$\begin{array}{ll}
 \text{SE } \textit{Profissionais treinados} \text{ é Baixo} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Baixo;} \\
 \text{SE } \textit{Profissionais treinados} \text{ é Médio} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Médio;} \\
 \text{SE } \textit{Profissionais treinados} \text{ é Alto} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Alto;} \\
 \text{SE } \textit{Profissionais treinados} \text{ é Muito Alto} & \text{ENTÃO } \textit{TriadosTOTAL} \text{ é Muito Alto.}
 \end{array} \quad (2)$$

O mapeamento obtido entre a variável de entrada denominada número de treinamentos realizados e a variável de saída é o número de pacientes triados é mostrado na Fig. 3. Ocorre uma elevação do número total de triagens no início da variação de 7 a 8 treinamentos realizados, seguido de uma redução suave no fim desta variação, que se manterá em decaimento até 11 treinamentos, a partir do qual o número de triagens

continuará em decaimento de forma suave. O conjunto de regras (3) é formado por 3 regras, com mapeamento das 3 funções de pertinência (Baixo, Médio e Alto) da variável de entrada, nas 3 funções de pertinência (Baixo, Médio e Alto) da variável de saída:

$$\begin{array}{ll}
 \text{SE o Número de treinamentos é Baixo} & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Baixo;} \\
 \text{SE o Número de treinamentos é Médio} & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Médio;} \\
 \text{SE o Número de treinamentos é Alto} & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Alto.}
 \end{array} \quad (3)$$

Observou-se ainda que há uma elevação no número de triagens após as horas de treinamentos e o número de profissionais treinados que incluíram as reuniões da EMTN e a realização do simpósio de coordenações do hospital. Na análise do número de treinamentos, as triagens realizadas foram em número mais elevado quando comparado ao início do período de treinamentos, porém com queda suave neste número nas 2 últimas reuniões da EMTN e do simpósio hospitalar conforme destacado nas Fig. 1, 2 e 3.

Quando se considera três variáveis de entrada, o mapeamento obtido utilizando-se o número de horas, número de profissionais treinados e o número de treinamentos como variáveis de entrada para a variável de saída intitulada número total de pacientes triados, há somente um conjunto de regras. Esta abordagem permite analisar a influência que uma variável de entrada exerce sobre a outra variável e como isto é mapeado na variável da saída, podendo ser entendido como uma forma de modulação que uma variável exerce sobre a outra isoladamente. As superfícies difusas para a avaliação de risco clínico em pacientes com hemorragia digestiva são mostradas nas Fig. 5, 6 e 7, duas-a-duas entradas, pois, não é possível a representação em somente quatro dimensões. O conjunto de regras obtidas neste sistema com as 3 variáveis de entrada é dado em (4):

$$\begin{array}{llll}
 \text{SE } nht \text{ é Baixo}_1 & \text{E } npt \text{ é Baixo}_2 & \text{E } nt \text{ é Baixo}_3 & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Baixo;} \\
 \text{SE } nht \text{ é Médio}_1 & \text{E } npt \text{ é Médio}_2 & \text{E } nt \text{ é Médio}_3 & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Médio;} \\
 \text{SE } nht \text{ é Alto}_1 & \text{E } npt \text{ é Alto}_2 & \text{E } nt \text{ é Alto}_3 & \text{ENTÃO TriadosTOTAL é Alto.}
 \end{array} \quad (4)$$

sendo nht , o número de horas de treinamentos; npt , número de profissionais treinados; nt , número de treinamentos.

Na análise das variáveis de entrada denominadas de número de horas e de profissionais treinados e a variável de saída é o número total de pacientes triados no hospital (Fig. 5), observa-se que com 12 horas e 40 profissionais treinados, o número total de pacientes triados no hospital é na faixa de 100 a 150.

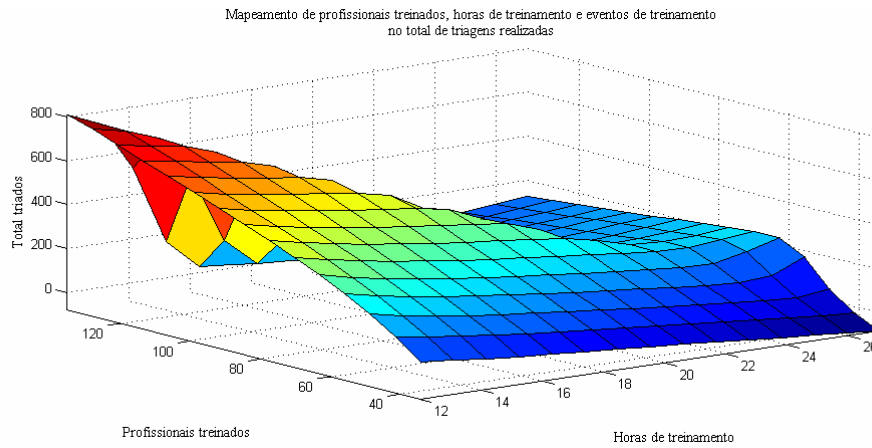


Fig.5 – Profissionais treinados e Horas de treinamento mapeados no total de pacientes triados.

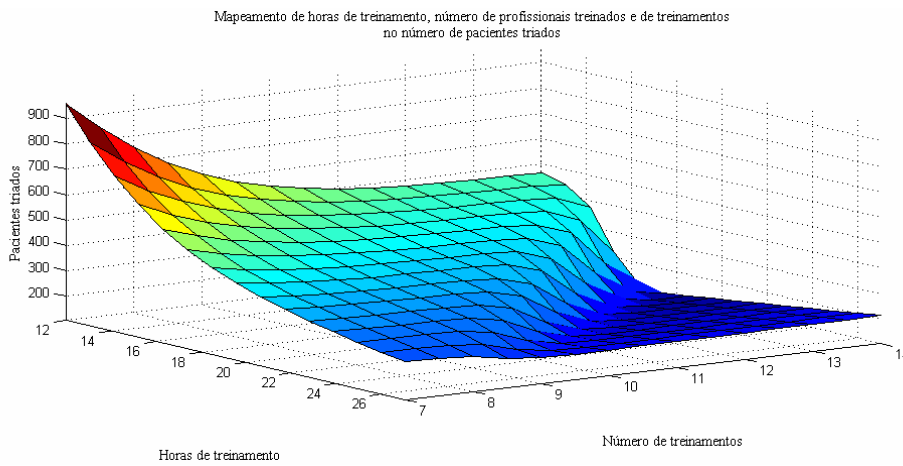


Fig.6 – Horas de treinamento e Treinamentos realizados mapeados em pacientes triados.

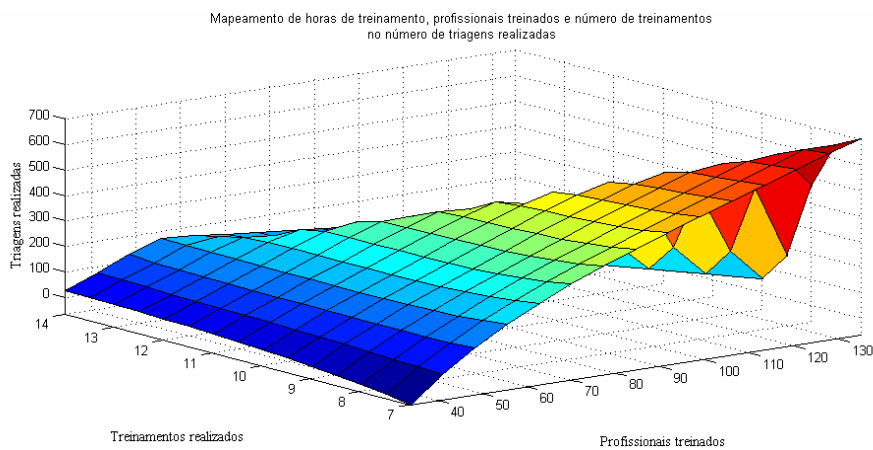


Fig 7 – Treinamentos realizados e Profissionais treinados mapeados no total de pacientes triados.

Na análise de 12 horas e 60 profissionais, o número de pacientes triados se eleva,

com elevação até o número de 120 profissionais treinados. Considerando 40 profissionais treinados e 14 horas de treinamento, há um decréscimo das triagens realizadas ao se comparar com 12 horas, também observado na análise de 60 profissionais e 14 horas. Com isto, nota-se que no início dos treinamentos, a variável número de profissionais treinados apresenta maior ponderação na elevação do número de triagens realizadas. Ao se fazer a análise de 12 a 18 horas de treinamento e uma faixa de 70 a 110 profissionais treinados, ocorreu elevação do número de triagens realizadas. Quando analisamos 70 a 110 profissionais treinados na faixa de 20-26 horas de treinamento, observa-se redução no número de triagens realizadas, com ponderação similar para as duas variáveis de entrada. Ao se considerar a variação de 22 a 26 horas de treinamento, o número de triagens se eleva com a variação de 40 a 60 profissionais treinados, com decaimento suave até atingir ponto mínimo com 130 profissionais treinados.

Concluiu-se que os resultados obtidos com dados experimentais produzem um modelo não-linear que descreve a relação dos treinamentos multidisciplinares e a realização da triagem nutricional, com a vantagem de se obter um conjunto de regras ao invés de uma equação matemática. Desta forma, o mapeamento difuso vem a ser uma alternativa para esta avaliação, conforme objetivo proposto para este trabalho.

Referências

1. Waitzberg DL, Caiaffa WT, Correia MITD. Hospital malnutrition: the Brazilian national survey (IBRANUTRI): a study of 4000 patients. *Nutrition*. 2001;17(7/8):573-80.
2. McWhirter J P, Pennington C R. Incidence and recognition of malnutrition in hospital. *BMJ* 1994;308: 945-8.
3. Kondrup J, Allison SP, Elia M, Vellas B, Plauth M. ESPEN guidelines for nutrition screening 2002. *Clin Nutr* 2003;22(4):415-21.
4. Kondrup J, Johansen N, Plum L M et al. Incidence of nutritional risk and causes of inadequate nutritional care in hospitals. *Clin Nutr* 2002; 21: 461-8.
5. Kondrup J, Rasmussen H H, Hamberg O. Nutritional Risk Screening (NRS 2002): a new method based on an analysis of controlled clinical trials. *Clin Nutr* 2003; 22: 321-36.
6. Stratton R J, Green C J, Elia M E. Disease Related Malnutrition: An Evidence-based Approach to Treatment. CAB International, Oxford, UK, 2003.
7. Jang, J.-S. R., ANFIS: Adaptive-Network-Based Fuzzy Inference System, *IEEE Trans. Systems, Man, Cybernetics*, v.23, n.3, pp.665-685, 1993.
8. Jang, J.-S. R., Neuro-Fuzzy Modeling and Control, *Proc. IEEE*, v.83, n.3, pp. 378-406, 1995.