



REDE NEURAL ARTIFICIAL E O MODELO DE APOIO À DECISÃO EM SEGURANÇA ALIMENTAR NUTRICIONAL

ARTIFICIAL NEURAL NETWORK AND THE DECISION SUPPORT IN NUTRITIONAL FOOD SAFETY MODEL

REDE NEURONAL ARTIFICIAL Y EL MODEL DE APOYO DE DECISIONES EN SEGURIDAD ALIMENTARIA NUTRICIONAL

Cleyton César Souto Silva¹, Rodrigo Pinheiro de Toledo Vianna², Ronei Marcos de Moraes³, Sérgio Ribeiro dos Santos⁴, Gracielle Malheiro dos Santos⁵

RESUMO

Objetivo: criar uma rede neural artificial para o apoio à decisão em segurança alimentar nutricional. **Método:** estudo observacional, transversal, de base populacional, cuja unidade amostral foi de 287 famílias residentes em São José dos Ramos, no interior do estado da Paraíba, retirados do banco de dados da pesquisa publicada em 2008 e definidas por amostragem aleatória estratificada, em que o município foi dividido em dois estratos: área urbana e área rural. O projeto de pesquisa teve a aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa do CCS/UFPB na sua 53ª reunião ordinária. **Resultados:** a rede neural artificial gerada obteve 81% de acertos na decisão sobre segurança alimentar x insegurança alimentar e 80,2% na decisão de insegurança alimentar leve-moderada x insegurança grave para São José dos Ramos; Nova Floresta obteve 80,7% de acertos na decisão sobre segurança alimentar x insegurança alimentar e 80,4% na decisão de insegurança alimentar leve-moderada x insegurança grave. **Conclusão:** este modelo demonstrou auxiliar na tomada de decisões em segurança alimentar nutricional. **Descritores:** Segurança Alimentar e Nutricional; Redes Neurais Artificiais; Técnicas de Apoio para a Decisão.

ABSTRACT

Objective: to create an artificial neural network for decision support in nutritional food security. **Method:** observational and cross-sectional study, population-based, whose sample unit was 287 families who live in São José dos Ramos, in the state of Paraíba, taken from the research database published in 2008 and defined by stratified random sampling; the city was divided into two sections: urban and rural areas. The research project was approved by the Ethics and Research Committee of the CCS / UFPB in its 53rd regular meeting. **Results:** the generated artificial neural network has achieved 81% of hits in deciding on food security and food insecurity x 80.2% in the decision to mild-moderate food insecurity x severe insecurity for São José dos Ramos; Nova Floresta have obtained 80.7% of hits in deciding on food security and food insecurity x 80.4% in the decision to mild-moderate food insecurity x severe insecurity. **Conclusion:** this model demonstrated to assist in making decisions on nutritional food security. **Descriptors:** Food Security and Nutrition; Artificial Neural Networks; Techniques of Decision Support.

RESUMEN

Objetivo: Crear una red neuronal artificial para apoyar las decisiones en la seguridad alimentaria nutricional. **Método:** estudio observacional y transversal, de base poblacional, la unidad muestra de 287 familias que viven en São José dos Ramos, en el estado de Paraíba, tomada de la base de datos de investigación publicado en 2008 y se define mediante un muestreo aleatorio estratificado en que la ciudad se dividió en dos estratos: zonas urbanas y rurales. El proyecto de investigación fue aprobado por el Comité de Ética e Investigación de la CCS/UFPB en su 53ª reunión ordinaria. **Resultados:** la red neuronal artificial generada alcanzó 81% de aciertos en la decisión sobre la seguridad alimentaria y la inseguridad alimentaria x 80,2% en la decisión de la inseguridad alimentaria leve-moderada x incertidumbre grave para São José dos Ramos; Nova Floresta obtuvo el 80,7% de respuestas correctas en la decisión sobre la seguridad alimentaria y la inseguridad alimentaria x 80,4% en la decisión de la inseguridad alimentaria leve-moderada x grave inseguridad. **Conclusión:** Este modelo demostró ayudar en la toma de decisiones sobre la seguridad alimentaria nutricional. **Descriptor:** Seguridad Alimentaria Y Nutrición; Redes Neuronales Artificiales; Técnicas De Soporte de Decisiones.

¹Enfermeiro, Mestre em Modelos de Decisão em Saúde, Universidade Federal da Paraíba/UFPB. João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: csoutosilva@outlook.com; ²Engenheiro de Alimentos, Pós-Doutor, Centro de Ciências da Saúde. Departamento de Nutrição, Universidade Federal da Paraíba/UFPB. João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: vianna_rodrigo@yahoo.com.br; ³Engenheiro Elétrico, Pós-doutor em Engenharia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Departamento de Estatística, Universidade Federal da Paraíba/UFPB. João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: ronei@de.ufpb.br; ⁴Enfermeiro, Professor Doutor em Sociologia, Centro de Ciências da Saúde / Programa de Pós-Graduação em Modelo de Decisão em Saúde, Universidade Federal da Paraíba/UFPB. João Pessoa (PB), Brasil. E-mail: srsantos207@gmail.com; ⁵Nutricionista, Mestre em Saúde Pública, Universidade Estadual da Paraíba/UEPB. Campina Grande (PB), Brasil. E-mail: granut@gmail.com

INTRODUÇÃO

O conceito de Segurança Alimentar Nutricional (SAN) envolve a interdisciplinaridade das questões de acesso a alimentos de qualidade, modelos de apoio à decisão, práticas sustentáveis de produção, cidadania, boas práticas alimentares, diversidade cultural, social, econômica e direitos humanos. A insegurança alimentar (IA) existe quando a disponibilidade de alimentos nutricionalmente adequados e seguros ou a capacidade para adquiri-los de forma socialmente aceitável é limitada ou incerta.¹⁻⁵

Insuficiência de alimentos e a fome geralmente são apontados como mais prevalentes nos países pobres do que em países ricos. Estudos realizados em países desenvolvidos têm demonstrado que nos últimos 12 anos a prevalência de IA varia entre 4 e 14% em amostras representativas da população e até 82% entre os grupos desfavorecidos, como as minorias étnicas e famílias monoparentais.⁶⁻⁸

Os dados sobre a prevalência de IA no Brasil eram limitados, a maioria das estimativas baseava-se apenas em indicadores indiretos do processo, tais como renda, estado nutricional da população e disponibilidade alimentar domiciliar. Com a concepção da Escala Brasileira de Insegurança Alimentar (EBIA), surgiu uma maneira de avaliar a situação de IA familiar incluindo tanto a percepção das pessoas como outras questões sobre o acesso e a disponibilidade de alimentos no domicílio, preenchendo as lacunas deixadas pelos outros métodos.⁹⁻¹⁰

As organizações de combate à fome e os governos necessitam criar um sistema viável e eficaz para tomada de decisões políticas, estabelecendo quais as intervenções são necessárias para melhorar a condição de suas populações. Para isso, conhecer a prevalência da IA é de grande importância para a avaliação das condições de vida e, conseqüentemente, para o planejamento de políticas públicas de combate à fome. Torna-se oportuno e relevante criar indicadores que possam verificar desde o direito de acesso aos alimentos até as condições concretas desse acesso e suas conseqüências finais no estado de saúde e nutrição dos indivíduos e coletividades.¹¹⁻³

As Redes Neurais Artificiais (RNA) foram criadas para realizar tarefas complexas, sendo uma estratégia de modelagem matemática de problemas com habilidade de aprender através de exemplos reais, reconhecendo situações semelhantes àquelas utilizadas no seu treinamento.¹⁴ Um modelo de decisão

deste tipo é caracterizado pelo padrão de suas conexões entre os neurônios (chamados de arquitetura), o seu método de determinar os pesos sobre as conexões (chamado de treinamento ou aprendizagem, algoritmo) e a sua função de ativação.¹⁵⁻⁶

Estudo seccional avaliou a situação de SAN das famílias residentes no interior do estado da Paraíba, mais especificamente em 14 municípios identificados como os mais carentes do semiárido paraibano. O resultado apresentou um nível de insegurança grave que variou entre 5,4% e 22,8%, identificando São José dos Ramos como o município que possui a menor SA (30,2%) e o maior índice de IA grave (22,8%).^{9,11}

Utilizando-se do mesmo banco de dados desta pesquisa com informações sobre a caracterização das famílias e fatores referidos sobre limitação de acesso a alimentos, outro estudo criou um modelo rede neural para apoio à tomada de decisão utilizando tais dados como informações, obtendo 99,4% de acertos na diferenciação entre segurança e insegurança alimentar e 83,3% de acertos para os níveis de insegurança destas famílias.¹⁷

A área de saúde cada vez mais se utiliza de ferramentas e tecnologias da computação para obter maior precisão e sucesso nas tomadas de decisão, portanto, o presente estudo tem como objetivo:

- Criar uma rede neural artificial para o apoio à decisão em segurança alimentar nutricional.

MÉTODO

Artigo elaborado a partir da dissertação Rede Neural Artificial: Um modelo de apoio à decisão em segurança alimentar para municípios do interior da Paraíba apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Modelos de Decisão e Saúde, do Centro de Ciências Exatas e da Natureza, da Universidade Federal da Paraíba/UFPB. João Pessoa-PB, Brasil, 2012.

Trata-se de um estudo observacional, transversal, de base populacional, cuja unidade amostral foi de 287 famílias residentes em São José dos Ramos, no interior do estado da Paraíba, retirados do banco de dados da pesquisa publicada em 2008¹¹ e definidas por amostragem aleatória estratificada, em que o município foi dividido em dois estratos: área urbana e área rural.

As famílias foram classificadas com a EBIA¹⁸:

- Situação de segurança alimentar nutricional;
- Insegurança alimentar leve (IAL): receio ou medo da fome no futuro, refletindo o

componente psicológico e o problema da qualidade da alimentação da família;

-Insegurança alimentar moderada (IAM): restrição na quantidade de alimentos na família;

-Insegurança alimentar grave (IAG): fome entre adultos e/ou crianças na família.

Para criação do modelo de apoio à decisão, os dados foram agrupados como insegurança alimentar leve-moderada (IALM) e insegurança alimentar grave (IAG), também sendo capaz de distinguir a SAN. Selecionaram-se 10 variáveis de importância socioeconômica como dados de entrada para a RNA, através do software Matrix Laboratory (MATLAB):

- Quantidade de cômodos na casa;
- Quantidade de cômodos na casa utilizados para dormir;
- Total de moradores na casa;
- Escolaridade em anos do chefe de família;
- Quantidade de crianças e adolescentes frequentando a escola;
- Quantidade de crianças;
- Quantidade de adolescentes;
- Quantidade de adultos;
- Quantidade de idosos;
- Relação entre trabalhadores e desempregados.

O MATLAB, software desenvolvido pela The MathWorks, Inc., é um sistema interativo e uma linguagem de programação técnica e científica baseados em uma matriz, onde as soluções e problemas são expressos em linguagem matemática.¹⁹

Para criação da RNA foram realizados os seguintes passos: definição dos padrões, inicialização da rede, definição dos parâmetros de treinamento, treinamento da rede e teste da rede. A escolha do modelo de rede neural ideal é um procedimento exaustivo de tentativas e erros. Para tanto, foram simuladas inúmeras redes neurais para definição da arquitetura e, após estas simulações, foi definida a arquitetura de rede multicamadas *feedforward* (1 camada de entrada, 1 camada oculta e 1 camada de saída) com algoritmo de *backpropagation*, ideal para problemas de reconhecimento de padrões.

Este algoritmo é um método de aprendizado supervisionado que funciona percorrendo a função de erro na saída da rede, em busca de um ponto mínimo, agindo quando as variáveis preditivas são processadas pela RNA apresentando a resposta na camada de saída predita pela própria rede e, posteriormente, comparando-a com o respectivo valor real. Caso a diferença entre o valor predito e o real for maior que

determinado erro, a rede recalcula o processo mediante a alteração da ponderação para cada neurônio, ajustando-o de modo a minimizar os erros de previsão dentro da faixa-teste. Baseado nesse erro, entre observado e estimado, os pesos são ajustados para obter um erro mínimo, o qual só pode ser aplicado à camada de saída, pois se pressupõe que o valor desejado de saída seja conhecido.^{14,20-3}

Este tipo de arquitetura no MATLAB utilizada configura automaticamente os pesos e bias e atribui funções de processamento para as entradas e saídas da rede, a função *removeconstantrow*, que remove os dados de entradas e saídas constantes, e a função *mapminmax* que normaliza os dados num intervalo [-1 1]. Esta função é especialmente útil quando os valores das variáveis de entrada e saída são muito dispare, ou seja, possui uma elevada variância, o que dificulta a aprendizagem da rede.¹⁹

Definiu-se o número de neurônios na camada oculta, que foram determinados através de simulações que variavam entre 10 e 30 neurônios, seguidos das funções de transferência e treinamento, e a gradiente de propagação *Scaled Conjugate Gradient (trainscg)*. As camadas ocultas de uma rede multicamadas atuam com o objetivo de encontrar a melhor arquitetura ou grupo de redes que adquiram as melhores capacidades de aprendizado. Os neurônios ocultos desempenham um papel crucial porque agem como detectores de informações que caracterizam os dados de treinamento, realizando uma transformação não linear dos dados de entrada.^{19,20,24-5}

Existem várias funções de transferências e de treinamento, entretanto, as que apresentaram maior coeficiente de correlação e menor erro quadrático médio, revelando serem mais adequadas e mais rápidas, são a *tangente sigmoide (tansig)* e a *Levenberg-Marquardt (trainlm)* utilizadas neste modelo. A rede foi treinada pelo modo de lote, onde todas as entradas são aplicadas à rede antes dos pesos serem atualizados, definido pela função *dividerand*, que divide os dados aleatoriamente em 3 subconjuntos com 70%, 15% e 15%, respectivamente, treinamento, validação e teste.¹⁹

O inquérito realizado em 2005, do qual pertence o banco de dados desta pesquisa, teve a aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa do Centro de Ciências da Saúde e obedeceu a todos os aspectos éticos e legais para um estudo envolvendo seres humanos. Os respondentes receberam e assinaram um termo de consentimento livre e esclarecido de acordo com a Resolução nº 196/96,

demonstrando entender os objetivos da pesquisa e concordar com a participação na mesma.

RESULTADOS

Os dados foram transferidos do banco de dados no Microsoft Acess 2007 para o MATLAB, onde as variáveis socioeconômicas e

demográficas foram utilizadas como entrada (input) e os dados sobre segurança alimentar das famílias como alvos (target), a informação real obtida através da EBIA. Foi criado um modelo de RNA com 1 camada de entrada com 10 inputs, 1 camada oculta com 22 neurônios, e 1 camada de saída com 2 neurônios e 2 saídas (*outputs*) (Figura 1).

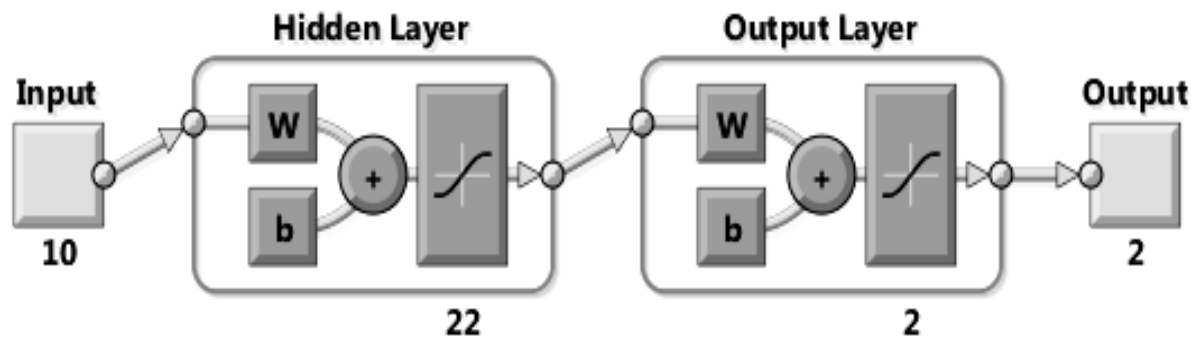


Figura 1. Representação nova Rede Neural criada no MATLAB. João Pessoa, 2012

Na busca pelos melhores resultados, o modelo foi dividido em duas decisões: a primeira classifica as famílias em segurança alimentar nutricional ou insegurança alimentar; e a segunda classifica as famílias em insegurança leve-moderada (IALM) ou insegurança grave (IAG).

Ao rodar o modelo de RNA com dados do município de São José dos Ramos, os

resultados obtidos foram apresentados em matriz de confusão com a porcentagem de acerto e erro: na decisão entre as situações de SAN x IA, o modelo acertou 81% (Figura 2), enquanto que na decisão entre IALM x IAG foram 80,2% de acertos (Figura 3).

Matriz de Validação Cruzada		
44	16	73,3%
35	173	83,2%
55,7%	91,5%	81%

Figura 2. Matriz de validação cruzada SANxIA de São José dos Ramos. João Pessoa, 2012.

Matriz de Validação Cruzada		
204	49	80,6%
4	1	73,3%
98,1%	18,3%	80,2%

Figura 3. Matriz de validação cruzada IALM x IAG de São José dos Ramos. João Pessoa, 2012.

O mesmo modelo com as 10 variáveis e com os mesmos parâmetros de arquitetura e processamento foram usados para rodar a RNA com os dados do município de Nova Floresta. Os resultados obtidos no modelo para Nova

Floresta mostraram acertos nas decisões entre as situações de SAN x IA (80,7% de acerto) (Figura 4) e 80,4% de acertos na decisão sobre IALM x IAG (Figura 5).

Matriz de Validação Cruzada		
207	46	81,8%
13	40	75,5%
94,1%	46,5%	80,7%

Figura 4. Matriz de validação cruzada SAN x IA Nova Floresta. João Pessoa, 2012.

Matriz de Validação Cruzada		
207	46	81,8%
13	40	75,5%
94,1%	46,5%	80,7%

Figura 5. Nova matriz de validação cruzada IALM x IAG Nova Floresta. João Pessoa, 2012.

DISCUSSÃO

Estudos envolvendo redes neurais vêm sendo realizados com finalidades de predição e classificação como uma alternativa aos tradicionais modelos estatísticos. Seu uso vem auxiliando a medicina, por exemplo, no cruzamento de dados de pacientes com quadros clínicos parecidos, os médicos fazem prescrições mais adequadas; no sistema financeiro é utilizada para conter fraudes no sistema de cartão de crédito. Também é utilizada para aplicações climáticas.^{22,26}

Vem surgindo na área da nutrição a utilização das RNA para previsão do número de refeições em restaurantes universitários, através do aprendizado por *backpropagation*, conseguindo uma taxa de acerto de 90,5% nas decisões, em substituição a uma forma subjetiva, pouco adequada, ou ao método de média aritmética simples.¹⁴ Em outro trabalho houve o monitoramento do comportamento de ingestão de alimentos, através da mastigação e deglutição de sons de pacientes, utilizando para isso uma rede neural *feedforward* com algoritmo de detecção. Os resultados da rede foram de 72% de acertos para a detecção de atividade de ingestão de alimentos.²⁷

Após o pré-processamento já descrito na metodologia e inúmeras simulações, chegou-se ao modelo de apoio à decisão deste trabalho, com os melhores parâmetros que permitiram minimizar o erro quadrado médio através de um exaustivo procedimento de tentativa e erro, alcançando o objetivo da criação de uma rede neural artificial de apoio à decisão em segurança alimentar, através de variáveis socioeconômicas e demográficas como números de cômodos na casa; números de cômodos na casa utilizados para dormir; total de moradores na casa; escolaridade em anos do chefe de família; quantidade de crianças e adolescentes frequentando a escola; quantidade de crianças; quantidade de adolescentes; quantidade de adultos; quantidade de idosos e relação entre trabalhadores e desempregados. Em comparação com estes estudos apresentados e com a literatura, observou-se que o percentual de acertos ficou na média das experiências exitosas.

É importância observar que a informação sobre a quantidade de crianças e adolescentes

na escola na construção de um modelo para prever a IA devido ao fato de a escola representar um potencial agente de mudança na família e na comunidade onde está inserida. O ambiente escolar é considerado um espaço estratégico para as ações de educação alimentar, isso porque as crianças aprendem a conhecer as características do alimento não somente com suas experiências, mas também pela observação e imitação dos pais, professores e colegas através do grande tempo de permanência destes alunos na escola, onde se oferece uma ou duas refeições, durante cinco dias na semana. O Ministério da Saúde considera, ainda, que a educação nutricional deve ser trabalhada em faixas etárias iniciais com crianças de pequena idade.^{29,30}

A relação de trabalhadores e desempregados também é uma forte variável capaz de prever a IA das famílias. De acordo com a pesquisa, as mães de famílias com problemas de insegurança alimentar relatam que a situação piora quando falta trabalho e, consequentemente, a renda fica limitada. Além disso, as escolas no período de férias deixam essas mães sentindo-se impotentes por não possuir determinados tipos de alimentos em casa. Por outro lado, mesmo com a presença da mulher no lar e suas atividades serem mais voltadas à gestão da casa, o grupo familiar sem renda eleva a preocupação com a falta de itens alimentares.²⁹

Já a importância de se saber a constituição da família ocorre devido à associação insegurança alimentar, além das questões econômicas para garantir o adequado e aceitável acesso a alimentos, há também fatores ambientais ligados à moradia e acesso a serviços de cuidados; sociais e inerentes à formação educacional, rede de apoio social, sociabilidade etc.; políticos, diante da disponibilidade de cuidado e atenção diferenciados, são garantias do estado, etc.; e individuais relacionados a características biológicas para cada fase da vida; e emocionais na construção dos seres.³⁰

CONCLUSÃO

O presente estudo alcançou seu objetivo de criação de um modelo de rede neural artificial para apoio à tomada de decisão em segurança alimentar nutricional para o município de São

José dos Ramos, no interior da Paraíba. Contudo, SAN deve ser compreendida para além das dimensões biológicas da simples adequação das necessidades diárias de nutrientes para a manutenção da sobrevivência humana. É certo que a definição engloba a garantia de alimentos básicos de qualidade, obtidos de forma permanente, porém é preciso fomentar o pensamento crítico e científico para que os indivíduos consigam observar sua própria vida em perspectiva e, então, tomar decisões.

As RNA multicamadas com treinamento supervisionado do tipo *backpropagation* têm sido aplicadas de maneira satisfatória na área de saúde em comparação com outros métodos, esta deve ser talvez a única unanimidade entre os trabalhos que usam redes neurais como modelos para previsão de séries não lineares ou para reconhecimento de padrões.

As limitações deste estudo se basearam nos inconvenientes da prática de aplicação da RNA: em primeiro lugar, criar uma rede não é tão fácil e precisa de um bom entendimento de sua teoria e aplicação. Em segundo lugar, existe a necessidade da utilização de softwares computacionais sofisticados que nem sempre estão disponíveis gratuitamente e não são de fácil manipulação. Em terceiro lugar, não havendo nenhuma interpretação etiológica para os pesos calculados na rede, não podemos determinar uma relação matemática entre os valores reais (*targets*) e as variáveis de entrada (*inputs*); muitas literaturas definem o processamento que ocorre nas camadas ocultas como uma “caixa-preta”.

Mesmo com tais limitações, o estudo permitiu, no entanto, explorar a problemática, tendo em vista o ineditismo da pesquisa. A relevância desta pesquisa está na utilização de um modelo de RNA para o apoio à decisão sobre IA no nível local, ou seja, em municípios do interior do estado, utilizando para sua construção dados socioeconômicos e demográficos que são de fácil obtenção, seja de fontes primárias ou fontes secundárias de bancos já existentes e disponibilizados por diversos órgãos e sistemas no País. Esse tipo de trabalho leva os gestores a utilizar os resultados obtidos para apoiar as decisões a serem tomadas.

O estudo permitiu ainda dar maior visibilidade à problemática da IA a nível municipal, sendo importante para o planejamento e execução de políticas públicas locais. Até o momento, os estudos representativos são realizados a nível estadual, não levando em consideração as discrepâncias sociais e econômicas que

existem de município a município. Pretende-se, portanto, aplicar este modelo de apoio à decisão aos outras cidades do interior do estado da Paraíba, gerando parâmetros para avaliação entre os municípios distintos.

REFERÊNCIAS

1. Kepple AW, Segall-Correa AM. Conceituando e medindo segurança alimentar e nutricional. Ciênc saúde coletiva [Internet]. 2011 [cited 2014 Feb 14];16(1):187-99. Available from: <http://www.scielo.br/pdf/csc/v16n1/v16n1a2.2.pdf>
2. Silva CCS, Oliveira KBB, Alves AS, Neves JÁ, Modesto CAC, Vianna RPT. Associação entre consumo alimentar e (in)segurança alimentar e nutricional em São José dos Ramos - PB. Braz j food technol. 2012 [cited 2014 Feb 14];15(suppl.1):23-30. Available from: http://www.scielo.br/pdf/bjft/v15nspe/aop_15e0105.pdf
3. Miller CL et al. Food Insecurity and Sexual Risk in an HIV Endemic Community in Uganda. AIDS Behav [Internet]. 2011 [cited 2014 Feb 14];15(7):1512-19. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3110536/>
4. Willows N, Veugelers P, Raine K, Kuhle S. Associations between household food insecurity and health outcomes in the Aboriginal population (excluding reserves). Statistics Canada. 2011 [cited 2014 Feb 14];22(2):1-6. Available from: <http://www.statcan.gc.ca/pub/82-003-x/2011002/article/11435-eng.htm>
5. Perez-Escamilla R, Vianna RPT. Food Insecurity and the Behavioral and Intellectual Development of Children: A Review of the Evidence. Journal of Applied Research on Children: Informing Policy for Children at Risk. [Internet] 2012 [cited 2032 Dec 18];3(1). Available from: <http://digitalcommons.library.tmc.edu/childrenatrisk/vol3/iss1/9>
6. Ransey R, Giskes K, Turrell G, Gallegos D. Food insecurity among adults residing in disadvantaged urban areas: potential health and dietary consequences. Public health nutr [Internet]. 2011 [cited 2014 Feb 14];15(2):237-37. Available from: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21899791>
7. El-Sayed AM, Hadley C, Tessema F, Tegegn A, Cowan JA, Galea S. Household food insecurity and symptoms of neurologic disorder in Ethiopia: An observational analysis. BMC public health (Online). 2010 [cited 2014 Feb 14];10:80-2. Available from:

<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/10/802>

8. Strike C, Rudzinski K, Patterson J, Millson M. Frequent food insecurity among injection drug users: correlates and concerns. BMC public health [Internet]. 2012 [cited 2014 Feb 14];12:155-8. Available from:

<http://www.biomedcentral.com/1471-2458/12/1058>

9. Gubert MB, Benício MHA, Santos LMP. Estimativas da insegurança alimentar grave nos municípios brasileiros. Cad saúde pública [Internet]. 2010 [cited 2014 Feb 14];26(8):1595-605. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/csp/v26n8/13.pdf>

10. Black MM. Protect Children From Household Food Insecurity: Promote Access To Food and Stress-Alleviating Resources. Journal of Applied Research on Children: Informing Policy for Children at Risk. [Internet]. 2012 [cited 2013 Dez 18];3(1):[about 5 p.]. Available from:

<http://digitalcommons.library.tmc.edu/childrenatrisk/vol3/iss1/18>

11. Vianna RPT, Segall-Corrêa AM. Insegurança alimentar das famílias residentes em municípios do interior do Estado da Paraíba, Brasil. Rev nutr [Internet]. 2008 [cited 2014 Feb 14];21(Suppl):111-22. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/rn/v21s0/10.pdf>

12. Oliveira JS et al. Anemia, hipovitaminose A e insegurança alimentar em crianças de municípios de Baixo Índice de Desenvolvimento Humano do Nordeste do Brasil. Rev bras epidemiol. 2010 [cited 2014 fev 14];13(4):651-64. Available from:

<http://www.scielosp.org/pdf/rbepid/v13n4/10.pdf>

13. Correia MJFS, Rocha AMCN. A importância dos fatores estruturais na garantia da segurança alimentar na produção de refeições para escolares. DEMETRA: Alimentação, Nutrição & Saúde [Internet]. 2012 [cited 2014 Feb 14];7(1):39-46. Available from:

<http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/demetra/article/view/3277/2274#.UxtZjD2wKSg>

14. Rocha JC, Matos FD, Frei F. Utilização de redes neurais artificiais para a determinação do número de refeições diárias de um restaurante universitário. Rev nutr [Internet]. 2011 [cited 2014 Feb 14];24(5):735-42. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/rn/v24n5/a07v24n5.pdf>

15. Cunha GB, Luitgards-Moura JF, Naves ELM, Andrade AO, Pereira AA, Milagre ST. A utilização de uma rede neural artificial para previsão da incidência da malária no Município de Cantá, Estado de Roraima. Rev Soc Bras Med Trop [Internet]. 2010 [cited 2014 Feb 14];43(5): 567-70. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/rsbmt/v43n5/v43n5a19.pdf>

16. Borges J, Affonso C, Sassi RJ, Cristi Junior JL. Desenvolvimento de um modelo *neurofuzzy* de rede Neural artificial para aplicação em processamento de materiais poliméricos. Rev Iberoameric Eng Ind [Internet]. 2011 [cited 2014 Feb 14];1(1):62-79. Available from:

<http://periodicos.incubadora.ufsc.br/index.php/IJIE/article/view/672/pdf>

17. Silva CCS, Vianna RPT, Moraes RM. Sistema de apoio a decisão: a segurança alimentar e o modelo em rede neural. Rev bras ciênc saúde. 2012 [cited 2014 Feb 12];16(1):79-84.

18. Segall-Corrêa AM, Marin-Leon L, Helito H, Pérez-Escamilla R, Santos LMP, Paes-Sousa R. Transferência de renda e segurança alimentar no Brasil: análise dos dados nacionais. Rev nutr [Internet]. 2008 [cited 2014 Jan 14];21(Suppl):39-51. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/rn/v21s0/05.pdf>

19. Beale MH, Hagan MT, Demuth HB. Neural Network Toolbox: User's Guide R2012. MathWorks, Inc. 2012.

20. Haykin S. Redes neurais: princípios e prática. 2nd ed. Porto Alegre: Bookman; 2001.

21. Bressan AA. Tomada de decisão em futuros agropecuários com modelos de previsão de séries temporais. RAE-eletrônica [Internet]. 2004 [cited 2013 Dec 18];3(1):1-20. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/raeel/v3n1/v3n1a04>

22. Moraes LG. Uma abordagem alternativa de behavioral scoring usando modelagem híbrida de dois estágios com regressão logística e redes neurais [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2012.

23. Pasquotto JLD. Previsão de séries temporais no varejo brasileiro: uma investigação comparativa da aplicação de redes neurais recorrentes de Elman [Dissertação]. São Paulo: Universidade de São Paulo; 2010.

24. Russel S, Norving P. Inteligência Artificial: tradução da segunda edição. Rio de Janeiro: Elsevier, 2004.

25. Torres JR, Rubião G, Machado MAS, Souza RC. Previsão de séries temporais de falhas em Manutenção industrial usando redes neurais. Engevista [Internet]. 2007 [cited 2014 Feb 14];7(2):4-18. Available from:

http://www.uff.br/engevista/2_7Engevista03.pdf

26. Marangoni PH. Redes Neurais Artificiais para Previsão de Séries Temporais no Mercado Acionário [Dissertação]. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

Available from:

<http://tcc.bu.ufsc.br/Economia292751>

27. Pabler S, Fischer WJ. Food Intake Activity Detection Using an Artificial Neural Network. Biomed Tech (Berl) [Internet]. 2012 [cited 2014 Jan 14];57(Suppl.1):665-8. Available from:

<http://www.degruyter.com/view/j/bmte.2012.57.issue-s1-F/bmt-2012-4092/bmt-2012-4092.xml>

28. Paula DV, Botelho LP, Zanirati VF, Lopes ACS, Santos LC. Avaliação nutricional e padrão de consumo alimentar entre crianças beneficiárias e não beneficiárias de programas de transferência de renda, em escola municipal do Município de Belo Horizonte, Estado de Minas Gerais, Brasil, em 2009. Epidemiol serv saúde [Internet]. 2012 [cited 2013 Jan 14];21(3):385-94. Available from:

<http://scielo.iec.pa.gov.br/pdf/ess/v21n3/v21n3a04.pdf>

29. Lindsay AC, Ferarro M, Franchello A, Barrera R, Machado MMT, Pfeiffer ME, Peterson KE. Child feeding practices and household food insecurity among low-income mothers in Buenos Aires, Argentina. Ciênc saúde coletiva [Internet]. 2012 [cited 2014 Jan 14];17(3):661-9. Available from:

<http://www.scielo.br/pdf/csc/v17n3/v17n3a12.pdf>

30. Azeredo EA, Sá SPC. Educação nutricional com pré-escolares em creche baseado no Pensamento sociointeracionista: relato de experiência. J Nurs UFPE on line [Internet]. 2013 [cited 2014 Jan 14];7(esp):7247-53. available from:

http://www.revista.ufpe.br/revistaenfermage/index.php/revista/article/view/4581/pdf_4355

Submissão: 14/03/2014

Aceito: 27/12/2014

Publicado: 01/03/2015

Correspondência

Cleyton César Souto Silva

Rua Coronel Souza Lemos, 307

Bairro Miramar

CEP 58043-190 – João Pessoa (PB), Brasil