



Faculdade de Pindamonhangaba



Jéssika Monique dos Santos

Nathalia Soares da Silva

**UTILIZANDO UM MODELO FUZZY PARA ESTIMAR O
NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR ASMA E PNEUMONIA SOB
EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR**

Pindamonhangaba-SP

2014



Faculdade de Pindamonhangaba



Jéssika Monique dos Santos

Nathalia Soares da Silva

**UTILIZANDO UM MODELO FUZZY PARA ESTIMAR O
NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR ASMA E PNEUMONIA SOB
EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR**

TCC apresentado como parte dos requisitos para obtenção do Diploma de Bacharel pelo Curso de Fisioterapia da Faculdade de Pindamonhangaba.

Orientador: Prof. Dr. Luciano Eustáquio Chaves

Pindamonhangaba-SP

2014



Jéssika Monique dos Santos

Nathalia Soares da Silva

**UTILIZANDO UM MODELO FUZZY PARA ESTIMAR O
NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR ASMA E PNEUMONIA SOB
EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR**

Data: _____

Resultado: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof. _____ Fundação Universitária Vida Cristã.

Assinatura _____

Prof. _____ Fundação Universitária Vida Cristã.

Assinatura _____

Prof. _____ Fundação Universitária Vida Cristã.

Assinatura _____

**UTILIZANDO UM MODELO FUZZY PARA ESTIMAR O NÚMERO DE INTERNAÇÕES POR
ASMA E PNEUMONIA SOB EFEITOS DA POLUIÇÃO DO AR**

**USING FUZZY MODEL TO TESTIMATE HE EFECTES OF AIR POLLUTION DUE ASMA
AND PNEUMONIA**

Título abreviado: poluição do ar, lógica fuzzy, asma e pneumonia

Jéssika Monique dos Santos. Curso de Fisioterapia – FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba - SP.

Aluna do Curso de Fisioterapia.

Nathalia Soares da Silva. Curso de Fisioterapia – FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba - SP. Aluna do curso de Fisioterapia.

Luciano E. Chaves. Curso de Fisioterapia – FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba - SP. Doutor em Engenharia Mecânica.

FUNVIC – Faculdade de Pindamonhangaba, Pindamonhangaba - SP

Rodovia Presidente Eurico Gaspar Dutra, s/n - Pinhão do Una

Pindamonhangaba - SP

(12) 3648-8325

e-mail: lucianoechaves@uol.com.br

Conflito de interesse: não há

Fonte Financiadora: não há

Resumo: 274 palavras

Abstract: 248 palavras

Texto: 1.863

Tabelas: 1

Figuras: 2

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Função de pertinência de entrada.....	18
Figura 2- Funções de pertinência de saída.....	19

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Valores das médias, desvio padrão, mínimos e máximos das variáveis	20
---	----

SUMÁRIO

1-INTRODUÇÃO	0
2-MÉTODOS	11
3-RESULTADOS.....	13
4-DISSCUSSÃO.....	14
5- CONCLUSÃO	17
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA.....	21

RESUMO

Objetivo: O objetivo deste estudo é prever o número de internações por asma e pneumonia relacionadas à exposição de poluentes do ar no município de São José dos Campos-SP.

Métodos: Trata-se de um modelo lingüístico, que utiliza ferramentas da lógica fuzzy, baseada na técnica de inferência proposta por Mamdani. O modelo utilizado foi desenvolvido no software MATLAB® v 6.5. Para a fuzzificação das variáveis de entrada: material particulado, ozônio, dióxido de enxofre e temperatura aparente foram consideradas duas funções de pertinência para cada variável de entrada com variáveis linguísticas: bom e ruim. Para a variável de saída do modelo, dada pelo número internações por asma e pneumonia, foram considerados cinco funções de pertinências: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto. O número de internações obtido como saída do modelo foi comparado com os dados reais de internação e com os dados gerados pela defasagem de 1 e 2 dias.

Resultados: No ano de 2010 foram considerados 343 dias e foram registradas 1464 internações por pneumonia e asma em São José dos Campos SP, com média diária de 4,9 internações e desvio padrão de 2,9. Os dados de saída do modelo foram correlacionados com os dados reais de internação e este estudo mostrou correlação positiva significativa entre os dados reais e os dados propostos pelo modelo (0,26) para o mesmo dia (lag 0) e também para defasagem de 1 e 2 dias (lag 1 e lag 2), utilizando a lógica fuzzy.

Conclusão: Neste estudo foi possível realizar a previsão do número de internações por asma e pneumonia no município de médio porte do Brasil.

Palavras-chave: Poluição do ar, Lógica Fuzzy, Asma e Pneumonia.

SUMMARY

Objective: The aim of this study is to predict the number of hospitalizations from asthma and pneumonia related to exposure to air pollutants in São José dos Campos-SP.

Methods: This is a linguistic model, which uses fuzzy logic tools based on the technique proposed by Mamdani. The model was developed in MATLAB® software v 6.5. For fuzzification input variables: particulate matter, ozone, sulfur dioxide and apparent temperature were considered two membership functions for each input variable with linguistic variables: good and bad. For the output variable given by the number admissions from asthma and pneumonia we considered five relevant functions: very low, low, medium, high and very high. The number of admissions obtained as model output was compared with the actual admission data and the data generated by the lag of 1 to 2 days.

Results: In 2010 were considered 343 days and were registered 1464 admissions from pneumonia and asthma in São José dos Campos, SP, with daily average of 4.9 admissions and 2.9 standard deviation.

The output data were related with the real admission data and showed a significant positive correlation between concrete data (0.26) and the proposed data by the same day model (lag 0) and also to lag 1 and 2 days (lag 1 and lag 2) using fuzzy logic.

Conclusion: From this study was possible to perform the prediction of the number of hospitalizations from asthma and pneumonia in a medium size city of Brazil.

Keywords: air pollution, fuzzy logic, asthma and pneumonia.

1-INTRODUÇÃO

O estudo da poluição atmosférica é uma questão ambiental devido ao seu impacto sobre a saúde humana, principalmente no que diz respeito às alterações causadas ao sistema cardiovascular e respiratório.

Estudos realizados no Brasil, em especial em grandes centros urbanos, apontam que a exposição aos poluentes material particulado (PM_{10}), dióxido de enxofre (SO_2), ozônio (O_3), monóxido de carbono (CO) e óxidos de nitrogênio (NOx) está associada às internações por doenças respiratórias como asma e pneumonia pelo fácil alcance dos poluentes no sistema respiratório.^{1,2}

Atualmente, este problema se estende além dos grandes centros urbanos^{3,4} e está afetando também cidades de médio e pequeno porte.^{5,6,7} A exposição aos poluentes atmosféricos representa alto custo financeiro para a rede pública. Os custos da pneumonia e asma em 2011 foram de aproximadamente 350 milhões de dólares no Brasil com 900 mil internações; 70 milhões de dólares no estado de São Paulo com 150 mil internações e 800 mil dólares no município de São José dos Campos com 1900 internações (<http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php>), o que caracteriza um grande problema de saúde pública.

As técnicas estatísticas utilizadas para esta identificação costumam ser a regressão logística e a regressão de Poisson (Modelos Lineares Generalizados-MLG ou Modelos Aditivos Generalizados-MAG). Estes modelos estimam a chance ou risco de internação ou óbito por estas doenças respiratórias.

Atualmente, surgiu uma nova forma de análise de dados epidemiológicos em pesquisas em saúde pública utilizando abordagem fuzzy.

A teoria de lógica fuzzy foi apresentada no início da década de dos anos 60 por Lotfi A. Zadeh quando trabalhava com problemas de classificações de conjuntos que não possuíam fronteiras bem definidas. Existem inúmeras situações em que a relação de pertinência não é bem definida e, nestes casos, não sabemos dizer com exatidão se o elemento pertence ou não a um dado conjunto, podendo ter menor pertinência num conjunto e maior pertinência noutro, simultaneamente.⁸

A capacidade de lidar com termos lingüísticos poderiam explicar o aumento do número de trabalhos aplicando a lógica fuzzy nos problemas de biomedicina. De fato, a teoria da lógica fuzzy tornou-se uma importante abordagem nos sistemas de diagnóstico, prognóstico, modelos de previsão, no tratamento médico por imagens e, mais recentemente, em epidemiologia e saúde pública.^{9,10,11,12,13}

O objetivo deste estudo é utilizar um modelo computacional com as propriedades da lógica fuzzy para estimar o papel dos poluentes do ar no número de internações hospitalares por asma e pneumonia.

2-MÉTODOS

Trata-se da utilização de um modelo computacional utilizando as ferramentas da lógica fuzzy com dados reais de internações por pneumonia e asma brônquica (Classificação Internacional de Doenças 10: J 12-18 e J45) em indivíduos de todas as idades residentes na cidade de São José dos Campos, no período de 01/01/2010 a 31/12/2010. Esses dados foram obtidos do Departamento de Informações e Informática do Sistema Único de Saúde - DATASUS. Também foram coletados os dados reais dos níveis dos poluentes ambientais: material particulado (MP_{10}), dióxido de enxofre (SO_2) e ozônio (O_3), em suas médias diárias, obtidos da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental - CETESB, que conta com uma estação medidora no município de São José dos Campos-SP. Os dados de temperatura e umidade foram obtidos da Fundação de Ciência, Aplicações e Tecnologias Espaciais – FUNCATE no mesmo período.

São José dos Campos é uma cidade de médio porte do interior do Estado de São Paulo que possui importante parque industrial. Situa-se nas coordenadas $23^{\circ} 10' S$ e $45^{\circ} 52' O$, no Alto Vale do Paraíba, a 600 m acima do nível do mar, tem clima úmido e tropical de altitude, localizando-se entre São Paulo e Rio de Janeiro – as duas maiores cidades do Brasil; é cortada pela Via Dutra, rodovia mais importante do país e que tem tráfego intenso de ônibus e caminhões. Sua população é estimada em torno de 650 mil habitantes.

Este modelo é baseado na *fuzzificação* das variáveis de entrada: material particulado (PM_{10}), ozônio (O_3), dióxido de enxofre (SO_2) e a temperatura aparente (TEMap) que é calculada levando em conta a temperatura ambiente e umidade relativa do ar.¹⁴

O modelo foi desenvolvido por Chaves¹⁵ com o auxílio de um especialista que elaborou duas funções de pertinência para as variáveis de entrada: material particulado (PM_{10}) boa e ruim;

ozônio (O₃): boa e ruim; dióxido de enxofre (SO₂): boa e ruim; e temperatura aparente (TEMap) ruim e boa, conforme apresentado na Figura 1. A variável de saída é o número de internações por asma e pneumonia com cinco funções de pertinência: muito baixo, baixo, médio, alto e muito alto, conforme apresentado na Figura 2. Os valores que permitiram os cortes são aqueles pertencentes ao primeiro quartil de cada variável, com base nos dados obtidos na base de dados.

Ao realizar a combinação de todas as possíveis entradas, foi possível a construção de 16 regras. Resultante da combinação das quatro entradas com duas funções de pertinência, cada uma (2x2x2x2).

O número de internações do modelo linguístico fuzzy é determinado pelo método de inferência (fuzzy) proposto por Mamdani, que consiste em calcular o mínimo (dos graus de ativação) dos antecedentes da regra e posteriormente a agregação do consequente da regra (operador máximo). Por fim, é realizada a defuzificação baseada no método centro de área.

Por meio da rotina do programa MATLAB[®] obteve-se saída numérica resultante do modelo fuzzy fornecendo o número de internações para cada combinação de entrada do banco de dados. Após ser gerado o resultado do modelo foi realizada a correlação de Pearson com os dados de internações reais, utilizando até dois dias de defasagem (lag2).

3-RESULTADOS

Os valores médios, desvios-padrão (dp), valores mínimo e máximo das variáveis material particulado, ozônio, dióxido de enxofre, temperatura aparente e número de interações estão apresentados na Tabela 1.

O ozônio ($195 \mu\text{g}/\text{m}^3$) ultrapassou, por sete dias, o valor adotado pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA).¹⁶ Já o material particulado ($103 \mu\text{g}/\text{m}^3$) e o dióxido de enxofre ($31 \mu\text{g}/\text{m}^3$) não ultrapassaram os valores determinado pelo CONAMA.

A correlação de Pearson entre a saída do modelo fuzzy e os dados reais foi de 0,26 para o mesmo dia (lag 0) e para um dia de defasagem (lag 1), mesmo não sendo valor elevado, foi significativo. Para dois dias de defasagem (lag 2) a correlação foi de 0,19, valor não significativo.

4-DISCUSSÃO

Este estudo trata da utilização de um modelo computacional, utilizando-se das ferramentas da lógica fuzzy para estimar o número de internações por asma e pneumonia relacionadas aos poluentes do ar.

Os valores levantados junto ao DATASUS, no ano de 2010, correspondendo ao número de internações durante o período de estudo tiveram o total de 1464 pacientes na cidade de São Jose dos Campos-SP.

O valor médio da concentração PM_{10} ficou em $28,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com nível máximo em $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, para o O_3 a média foi de $67,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com nível máximo em $195 \mu\text{g}/\text{m}^3$, já para o SO_2 a média ficou em $4,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ com concentração máxima de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

No estudo realizado por Arbex ¹⁷, o material particulado pode levar a irritação das vias aéreas, inflamação, aumento da reatividade brônquica, diminuição da atividade muco ciliar e tendo como conseqüências aumento nas crises asmáticas e das infecções respiratórias.

Na pesquisa realizada por Gouveia¹⁸ na cidade de São Paulo-SP, observou-se que com o aumento em $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ na concentração do material particulado gerou-se um aumento de aproximadamente 5% no número de internações por asma em crianças. Da mesma forma Nascimento et. al ¹, observaram a associação entre a concentração de poluentes do ar e o aumento na morbidade em crianças por problemas respiratórios na cidade de São José dos Campos.

No estudo aqui apresentado observou-se uma concentração de material particulado de no máximo $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$, nível bem menor do que o padrão de qualidade do ar preconizado pelo CONAMA (16), que é de $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Porém, segundo a CETESB (19) que descreve sobre a qualidade do ar e efeito à saúde, índices entre 51 e $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ de material particulado é

classificado como regular e pode causar sintomas como tosse seca e cansaço em indivíduos com doenças respiratórias.

A concentração média do O_3 ficou em $67,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e a máxima de $195 \mu\text{g}/\text{m}^3$ durante o período de 2010, esse valor ficou muito próximo ao valor encontrado no estudo de Amâncio⁵ e Chaves¹⁵ com uma média de $74,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $91 \mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente. O O_3 ultrapassou por sete dias os valores de níveis aceitáveis pelo CONAMA (16) que é de $160 \mu\text{g}/\text{m}^3$. No relatório da CETESB (19), os valores inadequados para o O_3 situa-se entre $180\text{-}200 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e pode causar em crianças com doença respiratória agravos aos sintomas da asma e na população em geral sintomas como ardor no nariz, garganta e olhos bem como tosse seca e cansaço. O O_3 teve um crescimento significativo no último ano no município de São José dos Campos conforme o último relatório da CETESB.¹⁹

No estudo realizado por Gouveia²⁰ na cidade de São Paulo, as internações hospitalares diárias em crianças com sintomas respiratórios aumentaram em 5% e especificamente por pneumonias foram acrescidas em 8% para aumento dos níveis de O_3 .

A concentração de SO_2 apresentou uma média de $4.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, este valor está dentro dos valores toleráveis pela OMS, que aceita nível de exposição máxima de até $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ por 24 horas. Não difere muito do valor encontrado em pesquisa realizada por Amâncio⁵, na mesma cidade, com dados coletados entre 2004 e 2005.

Em pesquisa realizada por Gouveia¹⁷ no município de São Paulo, encontrou-se uma média de concentração de SO_2 de $17,71 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que difere do valor encontrado nesse estudo. Essa diferença pode ser explicada devido à maior frota de veículos em São Paulo, uma das principais fontes desse poluente.

Mesmo em concentrações consideradas seguras, os poluentes podem causar efeitos adversos à saúde, principalmente sobre os sistemas cardiovasculares e respiratórios.

Este estudo se diferencia de outros que estimam os riscos ou chances de ocorrerem interações por exposição aos poluentes do ar utilizando regressão logística, estudos retrospectivos ou regressão de Poisson.^{5,6} Ao contrário das regressões, o modelo fuzzy realiza a previsão do número de interações.

5- CONCLUSÃO

O modelo fuzzy mostrou um nível satisfatório ao relacionar os poluentes e os números de internações quando comparado com as saídas reais, com correlação de Pearson 0,26. Para o modelo fuzzy original de Chaves¹⁵ a correlação foi de 0,38. Devido à falta de mais estudos nesta área com modelo fuzzy, não é possível realizar comparações e obter uma conclusão mais precisa.

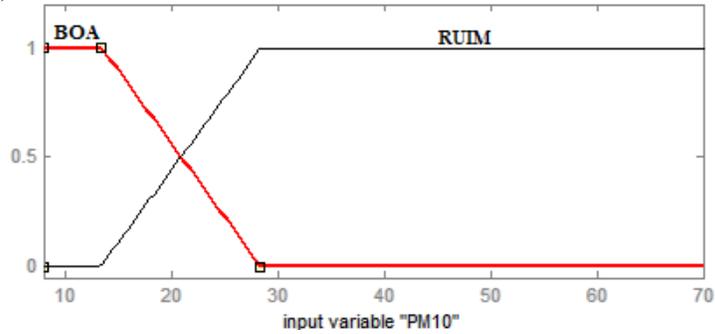
Em estudos epidemiológicos é comum encontrar relação entre as concentrações de poluentes do ar com os efeitos na saúde no dia seguinte, após dois dias ou até mesmo após uma semana. Os pesquisadores geralmente ajustam o modelo para diferentes arranjos do mesmo banco de dados com defasagens (lags). Em estudos de séries temporais, defasagens de um a sete dias são frequentemente aplicadas.^{21,22}

No presente estudo foi possível utilizar um modelo fuzzy do tipo Mamdani para predizer o número de internações hospitalares por asma e pneumonia de forma satisfatória. Na análise da estrutura de defasagem, verifica-se um efeito positivo para lag0, lag1 e lag2, apontando para os efeitos agudos da exposição à poluição do ar.

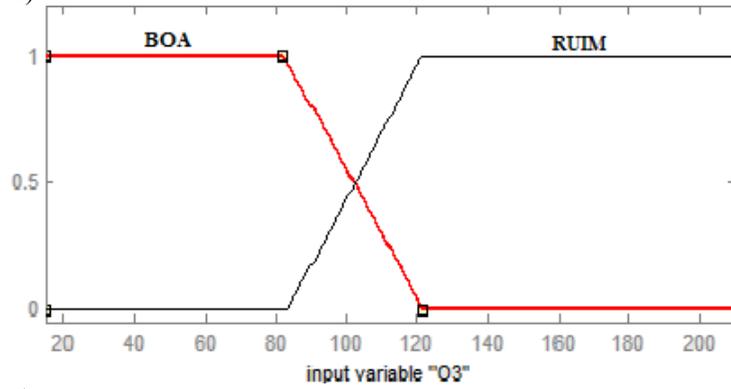
O modelo fuzzy, mostrou-se como uma promissora ferramenta de modelos preditivos em Saúde Pública e Medicina, contemplando de forma singular a incerteza que permeia estas áreas.

Figura 1- Função de pertinência de entrada: a) Material particulado (PM_{10}), b) Ozônio (O_3), c) Dióxido de enxofre (SO_2) e d) Temperatura aparente (T_{ap}), do modelo fuzzy para estimação do número de interações, na cidade de São José dos Campos-SP, Brasil em 2010.

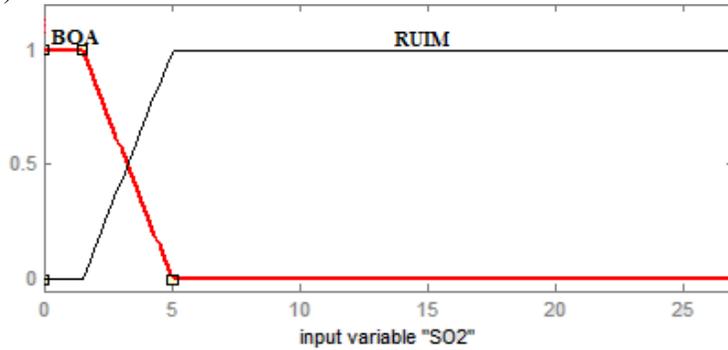
a)



b)



c)



d)

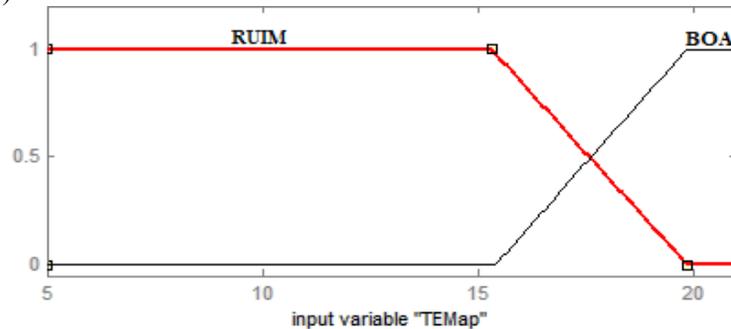


Figura 2- Funções de pertinência de saída (número de internações) muito baixo (MBX), baixo (BX), médio (MED), alto (ALTO) e muito-alto (MALTO) para o modelo fuzzy, na cidade São José dos Campos-SP, Brasil, 2010.

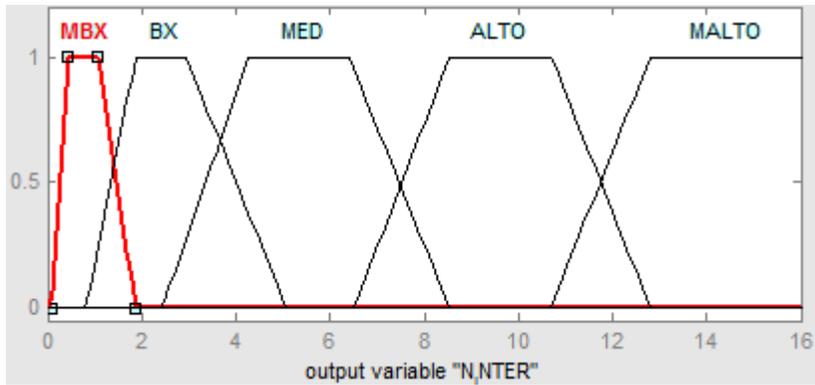


Tabela 1 - Valores das médias, desvio padrão, mínimos e máximos das variáveis: material particulado (PM₁₀), ozônio (O₃), dióxido de enxofre (SO₂), temperatura aparente (TEMap), segundo tipo de saída número de internações (NINTER), São José dos Campos-SP, Brasil, 2010.

	Média	Dp	Mínimo	Máximo
PM ₁₀ (µg/m ³)	28,6	14,5	10,0	103,0
O ₃ (µg/m ³)	67,4	31,2	3,0	195,0
SO ₂ (µg/m ³)	4,1	3,3	1,0	31,0
TEMap (°C)	19,2	1,2	12,4	26,5
NINTER	4,3	2,9	0,0	14,0

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

1. Nascimento LFC, Pereira LAA, Braga ALF, Módolo MCC, Carvalho JJA. Efeitos da poluição atmosférica na saúde infantil em São José dos Campos, SP. *Rev Saúde Pública*. 2006;40:77-82.
2. Arbex MA, Santos UP, Martins LC, Saldiva PHN, Pereira LAA, Braga ALF. A poluição do ar e o sistema respiratório. *J Bras Pneumol*. 2012;38(5):643-655.
3. Gouveia N, Mendonça GAS, Ponce de Leon A, Correia JEM, Junger WL, Freitas CU. Poluição do ar e efeitos na saúde nas populações de duas grandes metrópoles brasileiras. *Epidemiol Serv Saúde*. 2003;1(12):29-40.
4. Cançado JED, Braga A, Pereira LAA, Arbex MA, Saldiva PHN, Santos UP. Repercussões clínicas da exposição à poluição atmosférica. *J Bras Pneumol*. 2006;32 Suppl 1:S5-11.
5. Amâncio CT, Nascimento LFC. Asma e poluentes ambientais: um estudo de séries temporais. *Rev Assoc Med Bras*. 2012;58(3):302-307.
6. Bueno FF, Fonseca AR, Braga FA, Miranda PSC. Qualidade do ar e internações por doenças respiratórias em crianças no município de Divinópolis, Estado de Minas Gerais. *Acta Scientiarum Health Sciences*. 2010;32(2):185-189.
7. Carmo CN, Hacon S, Longo KM, Freitas S, Ignotti E, Leon PLA, Artaxo P. Associação entre material particulado de queimadas e doenças respiratórias na região sul da Amazônia brasileira. *Rev Panam Salud Publica*. 2010;27(1):10-6.
8. Ortega NRS. Aplicação da Teoria dos Conjuntos Fuzzy a Problemas de Biomedicina [tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, Instituto de Física; 2001.
9. Nascimento LFC, Ortega NRS. Modelo lingüístico fuzzy para estimação do risco de morte neonatal. *Rev Saúde Pública*. 2002;36:686-692.

10. Sousa CA, Duarte PS, Pereira JCR. Fuzzy logic and logistic regression in the decision making for parathyroid scintigraphy study. *Ver Saúde Pública*. 2006;40:898-906.
11. Jensen R, Lopes MHBM, Silveira PSP, Ortega NRS. Desenvolvimento e avaliação de um software que verifica a acurácia diagnóstica. *Rev Esc Enferm USP*. 2012;46:184-191.
12. Nascimento LFC, Rizol PMSR, Abiuzi LB. Establishing the risk of neonatal mortality using a fuzzy predictive model. *Cad Saúde Pública*. 2009;25(9).
13. Reis MAM, Ortega NRS, Silveira PSP. Fuzzy expert system in the prediction of neonatal resuscitation. *Braz J Med Biol Res*. 2004;37:755-764.
14. Barnett AG, Tong S, Clements ACA. What measure of temperature is the best predictor of mortality? *Environmental Research*. 2010;110:604–611.
15. Chaves LE. Modelos computacionais fuzzy e neuro-fuzzy para avaliarem os efeitos da poluição do ar. Tese de Doutorado (113 pag)- Feg –Unesp. 2013.
16. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 03/1990. Acesso em: 12 de agosto de 2012. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=03&ano=1990&texto=>.
17. Arbex MA, Cançado JED, Pereira LAA, Braga ALF, Saldiva PHN. Queima de Biomassa e efeitos sobre a saúde. *J Bras Pneumol*. 2004;30(2):158-175.
18. Gouveia N, Freitas C, Martins LC, Marcílio IO. Hospitalizações por causas respiratórias e cardiovasculares associadas à contaminação atmosférica no município de São Paulo, Brasil. *Cad Saúde Pública*. 2006;22:2669-77.
19. Brasil. Ministério do Meio Ambiente. Resolução Conama nº 03/1990. Acesso em: 12 de agosto de 2012. Disponível em:<http://www.mma.gov.br/port/conama/legipesq.cfm?tipo=3&numero=03&ano=1990&texto=>.

20. CETESB (Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental). Qualidade do ar no estado de São Paulo, 2012. Acesso em: 22 de outubro de 2012. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br>.
21. Gouveia N, Fletcher T. Respiratory diseases in children and outdoor air pollution in São Paulo, Brazil: a time series analysis. *Occup Environ Med*. 2000;(57):477-83.
22. Bakonyi SMC, Danni OIM, Martins LC, Braga ALF. Poluição atmosférica e doenças respiratórias em crianças na cidade de Curitiba, PR. *Rev Saúde Pública* 2004;38:695-700.
23. Martins MCH, Fatigati FL, Véspoli TC, Martins LC, Pereira LAA, Martins MA. Influence of socioeconomic conditions on air pollution adverse health in elderly people: an analysis of six regions in São Paulo, Brazil. *J Epidemiol Community Health* 2004;48:41-6

Santos, Jéssika Monique dos; Silva, Nathalia Soares da; Oliveira.

Utilizando um modelo Fuzzy para estimar o número de internações por Asma e Pneumonia sob efeitos da poluição do ar. / Jéssika M. dos Santos; Nathalia S. da Silva. / Pindamonhangaba- SP: FAPI Faculdade de Pindamonhangaba, 2014.

23f. :il.

Artigo Científico (Graduação em Fisioterapia) FAPI – SP

Orientador : Prof. Dr. Luciano Eustáquio Chaves

1 Poluição do ar. 2 Logica Fuzzy. 3 Asma e Pneumonia. I Utilizando um modelo Fuzzy para estimar o número de internações por Asma e Pneumonia sob efeitos da poluição. II Jéssika M. dos Santos; Nathalia S. da Silva.