

DEA UNIR

Utilização de regressão logística simples na verificação da qualidade do ar atmosférico de Uberlândia

Discentes: Andressa Vaz, Giovanna Martins, Mayame Costa e Wesley Detmann
Docente: Renata Gonçalves Aguiar
Disciplina: Climatologia

01

DEA UNIR

AUTORES

Renata Carvalho Macedo Leite
 Acadêmica do Curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biologia da Universidade Federal de Uberlândia (UFU)

Ednaldo Carvalho Guimarães
 Doutor, Professor Associado da Faculdade de Matemática da UFU

Euclides Antonio Pereira de Lima
 Doutor em Engenharia Química pela Faculdade de Engenharia Química da UFU

Marcos Antonio de Souza Barrozo
 Doutor, Professor Associado da Faculdade de Engenharia Química da UFU

Marcelo Tavares
 Doutor, Professor Associado da Faculdade de Matemática da UFU

02

DEA UNIR

QUALIS E FATOR DE IMPACTO

ISSN	Título	Área de Avaliação	Classificação
1413-4152	ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL	ENGENHARIAS I	B1
1413-4152	ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL	GEOCIÊNCIAS	B2

FI (2018): 0,0047
 ATUAL

FI (2011): 0,1250
 PUBLICAÇÃO (Artigo)

03

DEA UNIR

OBJETIVO

Avaliar os efeitos das variáveis na qualidade do ar atmosférico, por meio de modelos de regressão logística simples.

04

DEA UNIR

INTRODUÇÃO

- Umidade relativa;
- Velocidade dos ventos.

Favoráveis para os altos níveis de poluentes do ar

- Precipitação pluviométrica;
- Velocidade dos ventos.

Dissipação dos poluentes do ar

Leites (2005)

05

DEA UNIR

INTRODUÇÃO

Partículas solidas em suspensão

- MP₁₀ ≤ 50 µg de pó/m³ (CMAA)
- MP₁₀ > 50 µg de pó/m³ (CMAA) → Não pode

Resolução Conama 003/90

06

DEA UNIR

INTRODUÇÃO

O conhecimento do comportamento temporal da poluição do ar pode contribuir com o planejamento das ações por parte dos órgãos ambientais, e uma das propostas para avaliar e estimar este comportamento temporal é por meio de análises estatísticas, como, por exemplo, séries temporais, análise de correlação e de regressão e análises multivariadas.

07

DEA UNIR

INTRODUÇÃO

A regressão logística é uma metodologia estatística que visa estimar probabilidades de ocorrências em variáveis dependentes do tipo binário.

08

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

- As amostras para a avaliação do material particulado 0,3 a 10 µm, de 2003 a 2008, foram obtidas por um amostrador de grandes volumes para partículas respiráveis (AGV-MP₁₀);
- O equipamento foi instalado no Terminal Central de Ônibus Urbanos de Uberlândia, em Minas Gerai;

09

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

- Medidas foram realizadas com periodicidade de três dias;
- Duração de 24 horas cada coleta;
- Os filtros ficam no mínimo 24 horas em um ambiente condicionado (dessecador);
- A determinação do MP₁₀ foi no laboratório da FEQU/UFU.

10

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

MP₁₀ < 50 µg/m³ (CMAA) — Qualidade do ar é boa — 1

MP₁₀ ≥ 50 µg/m³ (CMAA) — Qualidade do ar não é boa — 0

Variável Binária CETESB (2008)

11

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

As variáveis meteorológica associadas a concentração de MP₁₀ são:

- Umidade relativa; Continua
- Velocidade do vento;
- Precipitação pluviométrica; Instituto de Geografia (IG) da UFU
- Temperatura média.

12

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas as informações de fluxos de veículos no cruzamento das avenidas João Naves de Ávila com João Pinheiro.

Contínua

Faculdade de Engenharia Civil (FECIV)

13

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

As variáveis relacionadas ao dia da semana e à estação do ano foram codificadas de **forma binária**, ou seja, atribuindo um para o dia da semana ou estação do ano em análise e zero para os demais. Desta forma, criaram-se sete variáveis binárias para dia da semana e quatro variáveis binárias para estação do ano.

14

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

O procedimento de análise estatística dos dados foi a determinação e interpretação do modelo de regressão logística simples. Foi utilizado o programa computacional BioEstat (AYRES *et al.*, 2005) nas análises estatísticas dos dados.

$\alpha = 0,1$

15

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se a equação logística simples que, de acordo com Ayres *et al.* (2005), é dada por:

$$\text{Logit}(\pi) = \beta_0 + \beta_1 X_i \quad \text{Equação 1}$$

Onde:

- Logit (π): função logística linearizada;
- β_0 : constante;
- β_1 : coeficiente angular; e
- X_i : variável preditora.

16

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

As estimativas dos parâmetros da Equação 1 foram feitas com base nos dados amostrais e para o cálculo do *Odds Ratio* (OR), utilizou-se a Equação 2.

$$\text{OR} = \exp(\beta_1) \quad \text{Equação 2}$$

17

DEA UNIR

MATERIAL E MÉTODOS

No cálculo da probabilidade de ocorrência da variável dependente binária, dada uma condição da variável preditora, Ayres *et al.* (2005) indicam a seguinte função (Equação 3):

$$P = \frac{1}{1 + \exp(-(\beta_0 + \beta_1 X))} \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

- P: probabilidade de ocorrência;
- exp: base dos logaritmos neperianos;
- β_0 : coeficiente linear;
- β_1 : coeficiente angular; e
- X: variável independente.

18

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 1 - Estimativas de médias anuais para MP₁₀ (µg/m³) na cidade de Uberlândia - MG

Ano	2003	2004	2005	2006	2007	2008
Média (µg/m ³)	47,98	55,09	52,42	48,64	49,28	50,12

Média = 50,26 µg/m³

Ribeirão Preto = 40,25 µg/m³

São José dos Campos = 26,17 µg/m³

CETESB (2009)

MP₁₀ ≥ 50 µg/m³ (CMAA) — CETESB (2008)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 2 - Equação logística da qualidade do ar em função da umidade relativa e precipitação

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	90% CI para EXP(B)	
							Abaixo	Acima
U. RELATIVA	0,055	0,009	40,637	1	0,000	1,056	1,041	1,071
Constante	-3,108	0,554	31,509	1	0,000	0,045		
Precipitação	0,033	0,014	5,730	1	0,017	1,033	1,010	1,057
Constante	0,258	0,114	5,156	1	0,023	1,295		

B: estimativas dos parâmetros das equações; S.E: erro padrão; Wald: estatística de Wald; df: graus de liberdade; Sig: significância da estatística de Wald; Exp (B): OR; 90% CI: intervalo de confiança de 90% para OR; U.Relativa: Umidade Relativa.

α = 0,1

+1% — Acréscimo de 5,6%

UR= 40% — P = 28,74%

UR= 90% — P = 86,32%

Equação 1

+1mm — Acréscimo de 3,3%

P = 0 mm — P = 56,41%

P = 10mm — P = 64,29%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 3 - Equação logística da qualidade do ar em função de sábado e domingo

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp (B)	90% C.I. para EXP(B)	
							Abaixo	Acima
DOMINGO	0,786	0,422	3,460	1	0,063	2,194	1,095	4,395
Constante	0,313	0,109	8,311	1	0,004	1,367		
SÁBADO	1,100	0,357	9,520	1	0,002	3,004		
Constante	0,240	0,111	4,629	1	0,031	1,271	1,671	5,401

B: estimativas dos parâmetros das equações; S.E: erro padrão; Wald: estatística de Wald; df: graus de liberdade; Sig: significância da estatística de Wald; Exp (B): OR; 90% CI: intervalo de confiança de 90% para OR.

α = 0,1

Equação 1 — 2 vezes

Equação 1 — 3 vezes

Equação 3 — P = 75,00%

Equação 3 — P = 79,24%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 4 - Equação logística da qualidade do ar em função do verão, primavera e inverno

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	90,0% C.I. para EXP(B)	
							Abaixo	Acima
Verão	0,954	0,254	13,349	1	0,000	2,621	1,659	4,045
Constante	0,149	0,119	1,555	1	0,212	1,160		
Primavera	0,469	0,278	2,847	1	0,092	1,598	1,012	2,523
Constante	0,288	0,115	6,243	1	0,012	1,333		
Inverno	-1,393	0,245	32,207	1	0,000	0,248	0,166	0,372
Constante	0,758	0,128	34,860	1	0,000	2,135		

B: estimativas dos parâmetros das equações; S.E: erro padrão; Wald: estatística de Wald; df: graus de liberdade; Sig: significância da estatística de Wald; Exp (B): OR; 90% CI: intervalo de confiança de 90% para OR.

α = 0,1

Equação 1 — 2,6 vezes

Equação 1 — 1,6 vezes

Equação 1 — 0,25 vezes

Equação 3 — P = 75,26%

Equação 3 — P = 68,07%

Equação 3 — P = 34,63%

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 5 - Equação logística da qualidade do ar em função do fluxo de veículos

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	90% C.I. para EXP(B)	
							Abaixo	Acima
Fluxo de veículos	-0,099	0,035	7,993	1	0,005	0,906	0,855	0,960
Constante	1,425	0,397	12,892	1	0,000	4,157		

B: estimativas dos parâmetros das equações; S.E: erro padrão; Wald: estatística de Wald; df: graus de liberdade; Sig: significância da estatística de Wald; Exp (B): OR; 90% CI: intervalo de confiança de 90% para OR.

α = 0,1

Equação 3 — 4.000 veículos — P = 74%

Equação 3 — 20.000 veículos — P = 36,5 %

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tabela 6 - Equação logística da qualidade do ar em função da temperatura média, velocidade do vento, de segunda-feira, de terça-feira, de quarta-feira, de quinta-feira, de sexta-feira e do Outono

	B	S.E.	Wald	df	Sig.	Exp(B)	90,0% C.I. para EXP(B)	
							Abaixo	Acima
TEMPERATURA	-0,054	0,043	1,566	1	0,211	0,948	0,893	1,017
Constante	1,662	1,037	2,568	1	0,109	5,272		
SEGUNDA-FEIRA	-0,180	0,278	0,417	1	0,518	0,836	0,529	1,320
Constante	0,403	0,115	12,353	1	0,000	1,496		
TERÇA-FEIRA	-0,437	0,286	2,325	1	0,127	0,646	0,403	1,035
Constante	0,437	0,114	14,598	1	0,000	1,548		
QUARTA-FEIRA	-0,370	0,279	1,759	1	0,185	0,691	0,437	1,093
Constante	0,434	0,115	14,314	1	0,000	1,544		
QUINTA-FEIRA	-0,272	0,319	0,727	1	0,394	0,762	0,451	1,287
Constante	0,405	0,112	13,218	1	0,000	1,500		
SEXTA-FEIRA	-0,249	0,281	0,784	1	0,376	0,780	0,491	1,238
Constante	0,413	0,114	13,058	1	0,000	1,512		
OUTONO	0,153	0,232	0,436	1	0,509	1,165	0,796	1,706
Constante	0,329	0,123	7,106	1	0,008	1,389		

B: estimativas dos parâmetros das equações; S.E: erro padrão; Wald: Estatística de Wald; df: graus de liberdade; Sig: significância da estatística de Wald; Exp (B): OR; 90% CI: intervalo de confiança de 90% para OR.

DEA UNIR

CONCLUSÕES

Existe relação significativa de atributos climáticos e variáveis temporais com a qualidade do ar de Uberlândia. Além disso, modelos logísticos simples podem ser usados para calcular probabilidades de se obter qualidade considerada boa do ar. Os modelos logísticos simples mostraram que a precipitação, a umidade relativa, o verão, a primavera, o sábado e o domingo contribuem significativamente para se obter qualidade do ar boa, enquanto o inverno e o fluxo de veículos crescente tendem a reduzir a probabilidade de se obter boa qualidade do ar.

25

DEA UNIR

REFERÊNCIAS

- ARANGO, H. G. Bioestatística: Teórica e Computacional. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2001, 440p.
- AYRES, M.; AYRES Jr, M.; AYRES, D. L.; dos SANTOS, A. S. BioEstat 4.0: Aplicações estatísticas nas áreas das ciências biológicas e médicas. Belém: Sociedade Civil Mamirauá; Brasília: CNPq, 2005, 324p.
- COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL (CETESB). Secretaria do Estado do Meio Ambiente de São Paulo. Relatório de Qualidade do Ar no Estado de São Paulo/2009. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/publicacoes.asp>. Acessado em: 15 de Janeiro de 2011.
- _____. Padrões de Qualidade do ar. Disponível em: http://www.cetesb.sp.gov.br/Ar/ar_indice_padros.asp. Acessado em: 14 de Dezembro de 2008.
- COOPER, C. D.; ALLEY, F. C. Air pollution control: A design approach. Long Grove, Illinois: Waveland Press, Inc, 2002, 738 p.
- FOKIANOS, K.; KEDEM, B. Partial likelihood inference for time series following generalized linear models. Journal of Time Series Analysis, Oxford, v.25, n. 2, p.173-197, 2004.

26

DEA UNIR

REFERÊNCIAS

- GOUVEIA, N.; FLETCHER, T. Time series analysis of air pollution and mortality: effects by cause, age and socioeconomic status. Epidemiology Community Health, London, v. 54, n. 10, p.750-755, 2000.
- GUTJAHR, M. R. A Poluição do ar em Paulínia – SP: Uma análise histórico-geográfica do clima. 2002, 239p. Tese (Doutorado em Geografia Física). Pós-graduação em Geografia Física. Universidade de São Paulo – São Paulo- SP.
- LEITE, N. O. Modelagem estatística da relação entre poluição atmosférica e mortalidade por doenças respiratórias. 2005, 64 p. Dissertação (Mestrado em Estatística e Experimentação Agropecuária) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.
- LIMA, E. A. P.; GUIMARÃES, E. C.; POZZA, S. A.; BARROZO, M. A. S.; COURRY, J. R. A study of atmospheric particulate matter in a city of the central region of Brazil using time-series analysis, International Journal of Environmental Engineering, 2009, v. 1, n.1, p. 80-94, 2009
- LIMA, L. P. Modelos aditivos generalizado: aplicação a um estudo epidemiológico ambiental. Dissertação (Mestrado em Estatística) – Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, 2001.

27

DEA UNIR

REFERÊNCIAS

- MARTINS, L. C. et al. Poluição atmosférica e atendimentos por pneumonia e gripe em São Paulo, Brasil. Revista Saúde Pública, v. 36, n. 1, p. 88-94, 2002.
- MORETTIN, P. A.; TOLOI, C. M. C. Análise de séries temporais. São Paulo: Edagrnd Blucher, 2004, 535 p.
- PEITER, P.; TOBAR, C. Poluição do ar e condições de vida: uma análise geográfica de riscos à saúde em Volta Redonda, Rio de Janeiro, Brasil, Cadernos de Saúde Pública, v. 14, n. 3, pp. 473-485, 1998.
- SCHIFFTNER, K. C. Air pollution control equipment selection guide. Lewis Publishers, 2002, 228 p.
- SCHWARTZ, J. Air pollution and daily mortality in Birmingham, Alabama, American Journal of Epidemiology, Baltimore, v. 137, n.10, p.1136-1147, 1999.
- SCHWARTZ, J.; DOCKERY, D. W. Particulate air pollution and daily mortality in Steubenville, Ohio, American Journal of Epidemiology, Baltimore, v. 135, n.1, p.12-19, 1992.
- THEODORE, L. Air pollution control equipment calculations. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc, 2008, 574 p.

28

DEA UNIR

REFERÊNCIAS

- VIEIRA NETO, J. F.; GUIMARÃES, E. C.; BARROZO, M. A. S.; LIMA, E. A. P.; TAVARES, M. Análise de correlações entre atributos climáticos e poluição atmosférica em Uberlândia – MG, Horizonte Científico, v. 1, n. 8, 16 p. 2008. Disponível em: <http://www.horizontecientifico.propp.ufu.br>. Acessado em 12 de fevereiro de 2009.
- WARK, K.; WARNER, C. F.; DAVIS, W. T. Air pollution: Its origin and control. Addison Wesley Longman, Inc, 3ª ed., 1998, 573 p

29