

## **MODELOS MULTINÍVEIS APLICADOS AO ESTUDO DA RELAÇÃO ENTRE INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE NOS ESTADOS BRASILEIROS**

**FRANCIELE OLIVEIRA CASTRO<sup>1\*</sup>, ALEXANDRE LUIZ SCHÄFFER<sup>2</sup>, JÉSSICA SIMON DA SILVA AGUIAR<sup>2</sup>, ERIKSON KASZUBOWSKI<sup>3</sup>, IARA DENISE ENDRUWEIT BATTISTI<sup>4</sup>**

<sup>1</sup>Bolsista de iniciação científica/Edital nº317/UFFS/2015- BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - PROBIC/FAPERGS; <sup>2</sup> Aluno colaborador do projeto; <sup>3</sup> Doutor em Psicologia. Professor, colaborador do projeto; <sup>4</sup> Doutora em Epidemiologia. Professora, orientadora do projeto.

\*Autor para correspondência: Franciele Oliveira Castro (francieleoliveiracastro@hotmail.com)

### **1 Introdução**

As alterações do meio ambiente, refletem na saúde da população, podendo interferir na qualidade de vida. A relação existente entre o ambiente e o padrão de saúde de uma população define um campo de conhecimento chamado de “Saúde Ambiental” ou “Saúde e Ambiente” (TAMBELLINE; CÂMARA, 1998).

As análises de Saúde Ambiental fazem uso de indicadores, que servem para avaliar a interferência do meio ambiente na saúde, tornando possível monitorar e evitar impactos negativos na saúde da população devido a um ambiente insalubre.

Uma forma de analisar esses indicadores é através de técnicas estatísticas, adentre as quais se destaca a modelagem multinível. Ela possibilita examinar grupos e indivíduos dentro desses grupos, simultaneamente, podendo ser a variável resposta medida a nível individual e as variáveis explicativas medidas em níveis de indivíduos ou grupos aos quais pertencem (SNIJDERS; BOSKER, 1999 *apud* HEIMERDINGER, 2011).

### **2 Objetivo**

O objetivo geral do estudo foi aplicar modelos multiníveis para o estudo da relação entre indicadores de ambiente e saúde nos estados brasileiros no ano de 2010.

### 3 Metodologia

A primeira etapa do trabalho foi uma revisão bibliográfica sobre indicadores de saúde e ambiente, métodos de regressão linear e métodos de análise multinível. Realizou-se o estudo e coleta de dados de saúde e meio ambiente nos sistemas de informação DATASUS e ATLAS BRASIL, posteriormente armazenados em planilhas do Libre Office.

O tipo de estudo é transversal, utilizando apenas os dados referentes ao ano de 2010, devido a maior disponibilidade de dados entre as variáveis de desfecho (variáveis resposta) e seus preditores (variáveis explicativas).

As variáveis selecionadas como desfechos para o estudo foram: mortalidade por enfermidades diarreicas agudas; morbidade por doenças infecciosas e parasitárias; morbidade por enfermidades diarreicas agudas e mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias. As variáveis preditoras fixas testadas foram: imunizações, internações, PIB, taxa de analfabetismo, taxa de desemprego, população urbana, porcentagem de pessoas com coleta de lixo e porcentagem de pessoas vulnerável a pobreza. Utilizou-se o estado como variável de efeito aleatório.

Com a utilização do software R v.3.3.0 e o pacote lme4 (BATES, et al., 2015), ajustaram-se modelos lineares utilizando a estratégia “forward search” para seleção de variáveis, começando-se com um modelo simples e acrescentando variáveis, uma por vez, retendo as variáveis que melhoraram significativamente o ajuste do modelo. Variáveis fortemente assimétricas foram testadas tanto na forma original quanto na escala logarítmica. Todos os desfechos foram transformados para escala logarítmica.

### 4 Resultados e discussão

Os resultados serão apresentados agrupados por tipo de desfecho e, no Quadro 1 são apresentadas as variáveis fixas e aleatórias que fazem parte dos modelos multiníveis finais.

- **M1- coeficiente de mortalidade por doenças diarreicas agudas por mil habitantes**

As variáveis retidas no modelo final foram a taxa de desemprego e as internações hospitalares. Para a taxa de desemprego, no aumento de 10 pontos percentuais de desemprego, a mortalidade por doenças diarreicas agudas diminui em 13% dos casos. Já no caso das internações, o aumento de 1% implica na diminuição em 25% dos casos da mortalidade por doenças diarreicas agudas.

- **M2- coeficiente de morbidade por doenças infecciosas e parasitárias por mil habitantes**

Os preditores retidos no modelo final foram, a taxa de analfabetismo, as internações e imunizações. Para a taxa de analfabetismo, a cada 10 pontos percentuais a mais, tem-se o aumento de 13% dos casos da morbidade por doenças infecciosas e parasitárias. Para as internações, no aumento de 1% dessa, tem-se um aumento de 44% nos casos da variável desfecho. Já com o aumento de 1% das imunizações, tem-se a diminuição de 25% dos casos na variável de desfecho.

- **M3- coeficiente de morbidade por doenças diarreicas agudas por mil habitantes**

As variáveis retidas foram o PIB, a taxa de analfabetismo, taxa de desemprego e internações. Para o PIB, o aumento de 1% desse implica na diminuição de 13% dos casos da variável de desfecho. Já para a taxa de analfabetismo, o aumento de 10 pontos percentuais, implica no aumento de 35% dos casos da morbidade por doenças diarreicas agudas. Para a taxa de desemprego, a cada aumento de 10 pontos percentuais, tem-se a diminuição de 28% dos casos da variável de desfecho. E, quanto às internações, a cada 10 pontos percentuais a mais, tem-se o aumento de 27% dos casos de morbidade por doenças diarreicas agudas.

- **M4- coeficiente de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias por mil habitantes**

As variáveis melhor ajustadas foram a taxa de desemprego e internações. Para a taxa de desemprego, a cada aumento de 10 pontos percentuais, tem-se a diminuição de 13% dos casos de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias. E, quanto às internações, o aumento de 1 ponto percentual, implica na diminuição de 25% dos casos da variável de desfecho.

## **5 Conclusão**

Através da elaboração de modelos estatísticos aplicados à saúde ambiental, descrevendo coeficientes de morbidade e mortalidade, percebeu-se a forte relação existente entre os indicadores de saúde e ambiente, especialmente aqueles associados a doenças. Porém, devido ao fato de os modelos não considerarem algumas características dos estados e municípios, alguns dos preditores estudados apresentaram resultado inverso do esperado. Por fim, através das análises, pode-se perceber aplicabilidade da técnica de modelagem multinível na área de saúde ambiental.

**Quadro 1.** Modelos multiníveis encontrados no estudo para os estados brasileiros no ano de 2010.

PARÂMETRO	M1	M2	M3	M4
<b>FIXOS</b>				
Intercepto	-2,18(0,18)	-1,69(0,59)	-1,41(0,65)	-2,18(0,18)
Imunizações		-0,30(0,04)		
Internações	-0,29(0,01)	0,37(0,04)	0,24(0,02)	-0,29(0,01)
PIB per capita			-0,13(0,06)	
Taxa de analfabetismo		0,13(0,04)	0,30(0,05)	
Taxa de desemprego	-0,13(0,04)		-0,33(0,08)	-0,13(0,04)
<b>ALEATÓRIOS</b>				
Estado	0,74(0,8)	1,27(1,1)	0,72(0,8)	0,74(0,8)
Estado-resíduos	1,15(1,0)	2,68(1,6)	3,89(1,9)	1,15(1,0)

Nota: para efeitos fixos, lê-se: estimativa (erro-padrão). Para efeitos aleatórios, lê-se: variação (desvio-padrão) M1, M2, M3 e M4:  $p < 0,05$ .

**Palavras-chave:** Regressão Multinível; Saúde Ambiental; Modelagem Multinível.

**Fonte de Financiamento**

PROBIC-FAPERGS

**Referências**

- BATES, D.; MÄCHLER, M.; BOLKER, B.; WALKER, S. Fitting Linear Mixed-Effects Models Using lme4. *Journal of Statistical Software*, 67(1), 1–48. doi:10.18637/jss.v067.i01, 2015.
- HEIMERDINGER, A. P. Neoplasia de mama no Rio Grande do Sul: uma análise por modelos multiníveis, 2011. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática). DeFEM- Departamento de Física, Estatística e Matemática. UNIJUÍ- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS. 2011.
- TAMBELLINE, Anamaria Testa; CÂMARA, Volney de Magalhães. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais e metodológicos. Rio de Janeiro, 1998. *Ciência saúde coletiva* vol.3.n.2