

## INDICADORES DE AMBIENTE E SAÚDE NAS MICRORREGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL: UM ESTUDO POR MODELOS MULTINÍVEIS

**ALEXANDRE LUIZ SCHÄFFER<sup>1,2\*</sup>, FRANCIELE OLIVEIRA CASTRO<sup>1,3</sup>, LAURA BEHLING<sup>1,4</sup>, ERIKSON KASZUBOWSKI<sup>1,5</sup>, IARA DENISE ENDRUWEIT BATTISTI<sup>1,6</sup>**

<sup>1</sup>Universidade Federal da Fronteira Sul, *campus* Cerro Largo; <sup>2</sup>Bolsista de iniciação científica/Edital nº317/UFFS/2015-BOLSAS DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA-PROBIC/FAPERGS; <sup>3</sup>Estudante colaboradora do projeto; <sup>4</sup>Estudante voluntária do projeto; <sup>5</sup>Doutor em Psicologia. Professor, colaborador do projeto; <sup>6</sup>Doutora em Epidemiologia. Professora, orientadora do projeto.

\*Autor para correspondência: Alexandre Luiz Schäffer (alexandreluiz1992@hotmail.com)

### 1 Introdução

A deterioração do ambiente resulta em relevantes impactos sobre a saúde das pessoas (SILVA, 2011). Por isso, é crucial estruturar um sistema de indicadores para avaliar as condições ambientais, não só pela fragilidade dos indicadores já existentes, mas devido à necessidade de se dispor de instrumentos confiáveis que auxiliem o planejamento, execução e avaliação da ação pública (BORJA; MORAES, 2003).

A construção de indicadores confiáveis, porém, exige a análise cuidadosa das informações disponíveis. Uma estratégia para avaliar as relações entre variáveis ambientais e de saúde, permitindo a identificação de indicadores relevantes, é a análise baseada em modelos multiníveis. Esta técnica 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

Identificar indicadores demográficos, socioeconômicos e de cobertura por serviços de saúde e saneamento associados à morbidade e mortalidade por doenças relacionadas ao saneamento

básico inadequado no Rio Grande do Sul.

### 3 Metodologia

A partir de uma revisão bibliográfica sobre a relação entre indicadores de morbidade e mortalidade (desfechos) e demais indicadores de saúde ambiental (preditores), os sistemas de informação DATASUS, ATLAS BRASIL e FEEDADOS, que disponibilizam dados de saúde, ambiente e saúde ambiental, foram consultados para a obtenção dos dados para as análises. Os municípios foram considerados como unidade observacional de nível um e as microrregiões do RS (COREDEs) como de segundo nível.

Os desfechos selecionados para a análise foram os coeficientes de morbidade e mortalidade tanto para doenças infecciosas e parasitárias quanto para doenças diarreicas e gastroenterite. Após a seleção de preditores e desfechos, os dados e indicadores foram organizados em planilhas eletrônicas do programa LibreOffice. Optou-se por utilizar dados dos anos 2000 e 2010, uma vez que se apresentam como os mais recentes e uniformes, quando comparados aos demais anos disponíveis nos sistemas de informação.

Foram mantidos os preditores que apresentaram menos de 20% de dados faltantes (*missing*). Em seguida, foram ajustados modelos multiníveis para cada desfecho, com todos os preditores numéricos transformados para *score-z* e incluindo efeitos aleatórios para o intercepto por microrregião COREDE. Foram considerados modelos com o desfecho na escala original e logarítmica, sendo selecionado o modelo com melhor ajuste. Para seleção dos melhores preditores, foi utilizado a técnica ANOVA para modelos multiníveis, baseada no teste de qui-quadrado de Wald. Partindo do modelo com todos os preditores, cada modelo foi reajustado retirando, reiteradamente, o preditor com menor valor da estatística qui-quadrado, até que todos os preditores restantes fossem estatisticamente significativos ( $p < 0,05$ ). A modelagem multinível foi realizada no software estatístico R (3.2.5) com auxílio do pacote lme4.

### 4 Resultados e Discussão

No Quadro 1 são apresentados os efeitos fixos e aleatórios que fazem parte dos modelos multiníveis finais encontrados a partir do método utilizado. Como as variáveis foram padronizadas, o aumento ou diminuição de uma variável corresponde a desvios-padrão.

### **M1 - Coeficiente de morbidade por doenças infecciosas e parasitárias por 1.000 habitantes**

As variáveis que permaneceram no modelo e estão associadas a um aumento do desfecho foram o PIB per capita (aumento de 0,06 casos por 1.000 habitantes) e percentual de pessoas acima de 18 anos desocupadas (aumento de 0,09 casos) no nível dos municípios e as taxas de internações hospitalares (aumento de 0,06 casos) no nível das COREDEs. As variáveis associadas à redução do desfecho foram: percentual da população com banheiro e água encanada (redução de 0,19 casos) e percentual da população com abastecimento de água e esgotamento sanitário inadequados (decréscimo de 0,09 casos).

### **M2 - Coeficiente de mortalidade por doenças infecciosas e parasitárias por 100.000 habitantes**

No Modelo 2, os preditores retidos predizem positivamente o desfecho: densidade por domicílio (aumento 4,3 casos); expectativa de vida ao nascer (aumento de 4,0 casos); e PIB per capita (aumento de 1,7 casos).

### **M3 – Coeficiente de morbidade por doenças diarreicas e gastroenterite por 10.000 habitantes**

O Modelo 3 é composto por um único indicador, expectativa de vida ao nascer. Cidades com maior expectativa de vida também possuem maior morbidade por doenças diarreicas, cerca de 1,6 casos a cada desvio-padrão adicional.

### **M4 – Coeficiente de mortalidade por doenças diarreicas e gastroenterite por 100.000 habitantes**

Por fim, no Modelo 4, nenhum dos preditores apresentados anteriormente pode indicar o comportamento do coeficiente.

## **5 Conclusão**

Após a elaboração dos modelos estatísticos que descrevem os coeficientes de morbidades e mortalidades, verifica-se que os alguns indicadores de saúde ambiental associam-se as doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado. No entanto, possivelmente por

não considerar algumas características dos municípios e microrregiões, alguns preditores apresentaram resultado inverso ao esperado. Por fim, as análises mostraram a aplicabilidade da técnica de modelagem multinível ao investigar relações entre indicadores de saúde e ambiente, sendo este a maior contribuição do estudo.

**Quadro 1.** Modelos multiníveis encontrados no estudo para as microrregiões do RS referente aos anos 2000 e 2010

PARÂMETRO	M1	M2	M3	M4
<b>FIXOS (Nível dos Municípios)</b>				
Intercepto	1,54 (0,05)	16,97 (0,74)	5,27 (0,82)	2,23 (0,28)
Densidade por domicílio		4,31 (0,86)		
Expectativa de vida ao nascer		4,05 (0,89)	1,62 (0,73)	
PIB per capita	-0,06 (0,02)	1,75 (0,79)		
Porcentagem de pessoas acima de 18 anos desocupadas	0,09 (0,02)			
Porcentagem da população com banheiro e água encanada	-0,19 (0,04)			
Porcentagem da população com abastecimento de água e esgotamento sanitários inadequados	-0,09 (0,04)			
<b>FIXOS (Nível das COREDEs)</b>				
Taxa de internações hospitalares (geral)	0,06 (0,02)			
<b>ALEATÓRIOS</b>				
Região	0,05 (0,23)	2,02 (1,4)	3,71 (1,93)	0,43 (0,66)
Resíduos	0,43 (0,66)	454,41 (21,32)	498,33 (22,32)	57,63 (7,59)

Nota: para efeitos fixos, lê-se: estimativa (erro-padrão). Para efeitos aleatórios, lê-se: variação (DP)  
M1, M2 e M3:  $p < 0.05$ . M4:  $p < 0.28$

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

#### Fonte de Financiamento

FAPERGS - UFFS

#### Referências

BORJA, Patrícia Campos; MORAES, Luiz Roberto Santos. Indicadores de saúde ambiental com enfoque para a área de saneamento. PARTE 1 – aspectos conceituais e metodológicos. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Bahia, v. 8, n. 1 – jan/mar 2003 e abr/jun 2003, p. 13,25.

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. UNIÚÍ- Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí/RS. 2011.

SILVA, Darlene Roberta Ramos da. Inter-relação entre indicadores socioeconômicos, ambientais, epidemiológicos e as doenças diarréicas agudas em menores de cinco anos, no estado do Pará. Dissertação (Mestrado em Modalidade Profissional em Saúde Pública), Escola Nacional de Saúde Pública Sérgio Arouca, Rio de Janeiro, 2011.