

# Avaliação do impacto de diferentes cenários de precipitação na incidência de leptospirose em Salvador

Marcel Quintana<sup>2,3</sup>, Aline Nobre<sup>2</sup>, Arbert Ko<sup>4,5</sup>, Marília Sá Carvalho<sup>1,2</sup>

*ENSP - FIOCRUZ, Ministério da Saúde, Rio de Janeiro<sup>1</sup>, PROCC - FIOCRUZ, Ministério da Saúde, Rio de Janeiro<sup>2</sup>,*

*ENCE, Rio de Janeiro<sup>3</sup>, Centro de Pesquisa Gonçalo Muniz - FIOCRUZ, Ministério da Saúde Salvador<sup>4</sup>,*

*Division of International Medicine and Infectious Disease, Weill Medical College of Cornell University, New York, USA<sup>5</sup>*

*marcel@fiocruz.br*

30 de abril de 2010

## 1 INTRODUÇÃO

O homem vem acompanhando na história do planeta mudanças climáticas provocadas pelo aquecimento global sendo que estas mudanças afetam obviamente a temperatura ambiente, a umidade relativa do ar, como também o nível de chuva. Desde o final do século dezenove se sabe que condições climáticas influenciam na incidência e crescimento de doenças epidêmicas [1].

Pouco se sabe em termos de previsão a longo prazo de regime de chuvas para regiões costeiras, porém se têm resultados de tendências positivas na pluviosidade em 90% dos postos pluviométricos do Nordeste brasileiro estudados por Silva et al [2], e este fato poderá acarretar no aumento de casos de leptospirose.

Segundo Barcellos et al [3] existem cenários onde o fenômeno El Niño-Oscilação Sul (Enso) pode causar secas no Norte e Nordeste. Têm-se inclusive previsões de redução no nível de chuvas na região Nordeste [3]. Sabe-se também que os eventos extremos introduzem uma considerável flutuação que podem afetar a dinâmica das doenças de veiculação hídrica, que é o caso da leptospirose, das hepatites entre outras. Essas doenças podem se agravar com as enchentes ou secas que afetam a qualidade e o acesso à água [3].

Este trabalho tem como objetivo simular cenários para a pluviosidade em Salvador utilizando

a série histórica com base em suposições do aquecimento global (variações no regime de chuva, temperatura, etc). Em seguida, baseado nos cenários de pluviosidade estimaremos o impacto de alterações no regime de chuvas no número de casos de leptospirose utilizando um modelo de regressão encontrado anteriormente.

Para os cenários otimistas, do ponto de vista da epidemiologia, espera-se que reduza o nível de chuva, e conseqüentemente a sua variabilidade. Em contrapartida, cenários onde há aumento no nível e variabilidade da chuva são considerados pessimistas, visto que a chuva é um fator de risco para a doença.

## 2 METODOLOGIA

Para gerar os diferentes cenários de chuva, algumas características devem ser contempladas: a **estrutura temporal** dos dados como por exemplo a sazonalidade; **valores extremos**, pois isto ocorre na série observada; Os cenários pessimistas devem apresentar **maior probabilidade de eventos com nível e variabilidade de chuva acima do atual**, já que uma das hipóteses do aquecimento global é de que a precipitação aumentará.

Para que seja respeitada a estrutura temporal e não se perca a sazonalidade da série optamos por eleger uma linha de base, que não deve subestimar ou superestimar o nível da série como um todo tão como em determinados períodos. Optamos por usar a média diária dos dez anos como linha de base, e o segundo passo foi escolher uma distribuição de probabilidade que favoreça valores extremos à direita. Para isto escolhemos a Distribuição Gamma, que tem função de densidade:  $f(x, k, \theta) = x^{k-1} \frac{e^{-\frac{x}{\theta}}}{\theta^k \Gamma(k)}$  onde  $x > 0$  e  $k, \theta > 0$  sendo  $k$  o parâmetro de forma e  $\theta$  o parâmetro de escala e  $E(X) = k\theta$ ,  $var(X) = k\theta^2$ . A escolha dos parâmetros se deu utilizando a linha de base como média da distribuição, e controlando a variância fixado um valor do coeficiente de variação (CV), pois esperamos que épocas com maior índice de chuva, aumentem sua variabilidade, e que em épocas de pouca chuva, a variabilidade continue baixa, e o uso do CV nos dará estas características.

## 3 RESULTADOS

Este trabalho dispõe de dados de Precipitação (mm) da estação 83229 (Ondina) do INMET. A percentagem de dados faltantes é muito baixa, e foram completados pela média da semana.

Foram gerados 2000 cenários para a série diária de Índice Pluviométrico com coeficientes de variação de 1 a 4, e os critérios de escolha do CV que melhor representaria a realidade foram: testes de média e variância; proporção de estatísticas  $t$  e  $F$  fora dos quantis  $q_{2,5\%}$  e  $q_{97,5\%}$ ;  $q_{0,1\%}$

e  $q_{99,9\%}$  respectivamente; análise gráfica da série gerada e observada.

Foi escolhido o coeficiente de variação 1,8 como o cenário que representa a série observada. A figura 1 mostra o histograma das médias e variâncias de todos os cenários e a figura 2 mostra o histograma das estatísticas  $t$  e  $F$ , de comparação de média e variância entre os cenários e a série observada e a proporção de estatísticas fora dos quantis conforme citado acima.

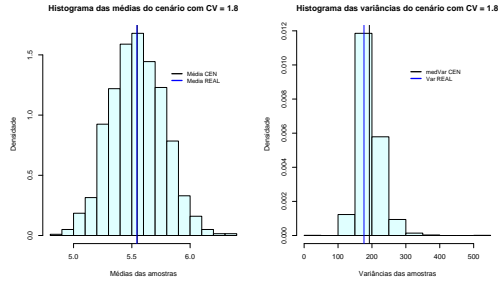


Figura 1: Histograma das Médias e Variâncias

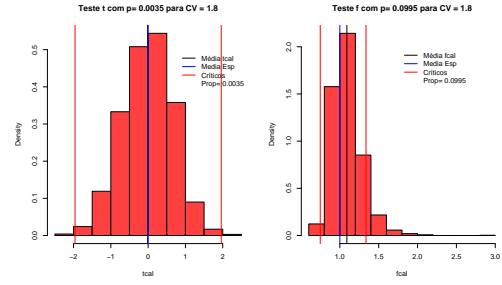


Figura 2: Histograma das estatísticas  $t$  e  $F$

Encontrado o cenário que mais se aproxima da série observada, temos como próxima etapa gerar cenários “otimistas” e “pessimistas”. Para representar o cenário otimista, reduziremos a média geral em 20 %, e conseqüentemente teremos redução na variabilidade do nível de chuva. Em contrapartida, para gerar o cenário pessimista, aumentaremos em 20% o nível médio de chuva.

A figura 3 apresenta a série observada e duas amostras para o cenário com  $CV=1,8$ , ou seja, sem mudanças no regime de chuva. O cenário parece refletir bem a série observada, gerando inclusive outliers. A figura 4(a) apresenta um cenário otimista (com redução de 20% no nível médio de chuva), e a figuras 4(b) apresenta um cenário pessimista (aumento de 20% no nível médio da chuva).

Verificamos que o método de simulação proposto foi eficiente para representar a série observada, e que temos condições de gerar cenários “pessimistas” e “otimistas”, devido o aquecimento global, controlando o valor do coeficiente de variação, e aumentando ou diminuindo o nível médio da chuva.

Em nosso trabalho anterior temos um Modelo Aditivo Generalizado cujo a variável resposta é o *Número dos casos de leptospirose*, com distribuição Binomial Negativa, e com a covariáveis: *nível pluviométrico acumulado semanal* defasada de 1 à 3 semanas, *umidade relativa* defasada em 0, 2 e 3 semanas e um *termo de tendência* como mostra a equação 1.

$$\log(\mu_t) = \alpha + \beta_1 T_t + \beta_2 UMID_t + f_1(PLUV_{t-1}) + f_2(PLUV_{t-2}) + f_3(PLUV_{t-3}) + f_5(UMID_{t-2}) + f_6(UMID_{t-3}) \quad (1)$$

onde  $\mu_t$  é o valor esperado da variável resposta  $Y_t$  com distribuição Binomial Negativa, que corre-

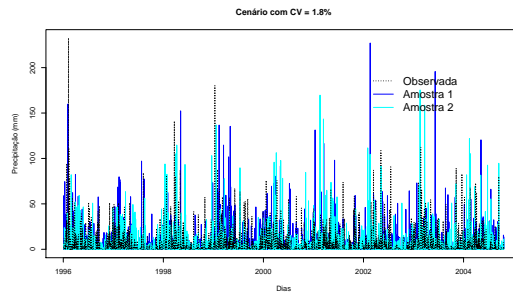


Figura 3: Duas amostras para o cenário sem mudanças no nível de chuva

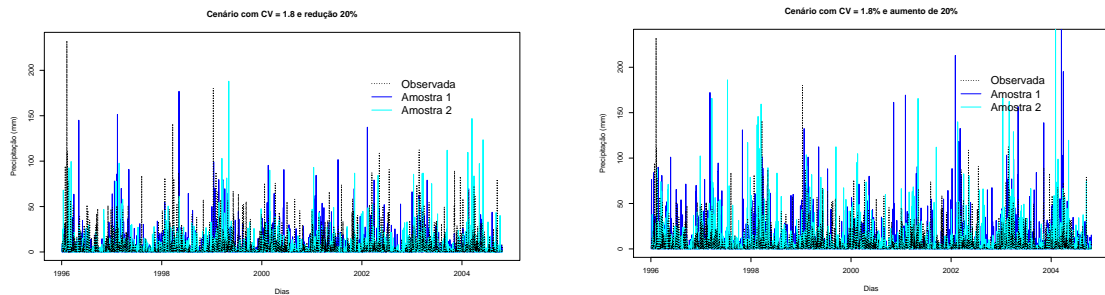


Figura 4: (a) Duas amostras para cenário com redução de 20% (b) Duas amostras para cenário com aumento de 20%

sponde ao *Número dos casos de leptospirose* por semana.

Calculamos o quantil  $q_{99\%}$  de cada amostra gerada de casos de leptospirose. Assim, podemos avaliar o quantil cuja probabilidade de ocorrer casos acima dele seja de 1%.

A figura 5 apresenta os histogramas dos quantis  $q_{99\%}$  para os cenários sem mudanças e a figura 6 apresenta o histograma dos quantis com redução de 20% em (a) e com aumento de 20% na pluviosidade em (b).

Reduzido o nível médio de chuva em 20% encontramos uma redução geral na proporção de quantis acima do quantil  $q_{99\%}$  observado, como esperado.

O cenário sem mudanças climáticas apresentou uma proporção de quantis  $q_{99\%}$  acima do quantil observado igual a 1,65%, bem próximo de 1% que era o esperado.

Aumentado o nível médio de chuva em 20% obtivemos uma proporção igual a 15% de quantis  $q_{99\%}$  acima de 18 casos (quantil da série observada), e quantil máximo de 32 casos, o que significa um risco de 1% de ocorrer 32 ou mais casos de leptospirose em uma única semana.

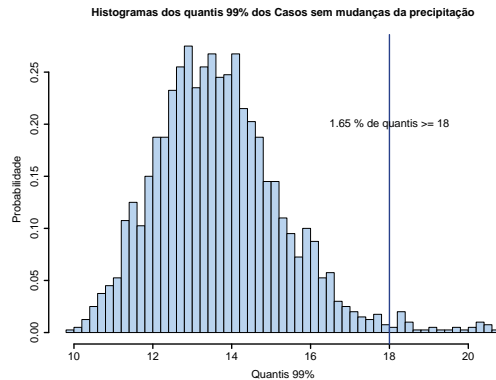


Figura 5: Histograma dos quantis  $q_{99\%}$  dos casos de leptospirose para o cenário sem mudanças no nível de chuva

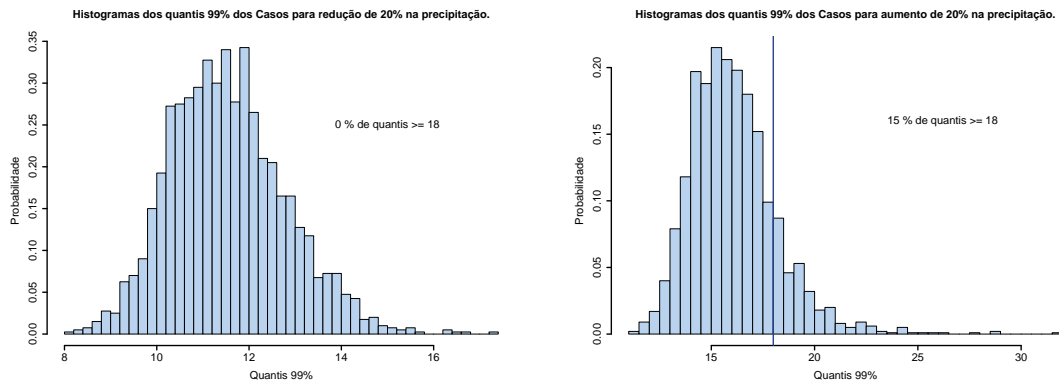


Figura 6: (a) Histograma dos quantis  $q_{99\%}$  dos casos de leptospirose para o cenário com redução de 20% e (b) com aumento de 20% na pluviosidade.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Verificamos que o método de simulação proposto foi eficiente para representar a série observada, e que temos condições de gerar cenários “pessimistas”, devido o aquecimento global, controlando o valor do coeficiente de variação.

Sabemos que a ocorrência de 32 ou mais casos com risco de 1%, como visto na simulação, é um quadro preocupante para a população de Salvador, pois acarretaria em uma sobrecarga na demanda dos serviços de saúde da região. Em contrapartida uma diminuição no nível de chuva e nos casos de leptospirose, sem diminuir os demais fatores de risco ambientais (saneamento, lixo, ratos), e conseqüentemente sem afetar a cadeia de transmissão, significa que ainda ocorrerão surtos da doença. Nesse caso, será necessário reforçar o treinamento das equipes da rede assistencial principalmente para o diagnóstico precoce, que é essencial para diminuir os óbitos pela doença.

Com os resultados obtidos sabemos como os efeitos do aquecimento global podem afetar a

incidência de leptospirose em Salvador, e isto servirá de alerta para o governo de como ainda é necessário investimento na qualidade de moradia, e da realização de políticas públicas, pois o quadro da leptospirose em Salvador ainda está longe do ideal.

## Referências Bibliográficas

- [1] Eileen R. Choffnes David A. Relman, Margaret A. Hamburg and Alison Mack. *Global Climate Change and Extreme Weather Events: Understanding the Contributions to Infectious Disease Emergence: Workshop Summary*. 2008.
- [2] A. M. Silva, D. L. C. R. Costa, and C. J. C Lins. Precipitações no nordeste brasileiro: tendências de variação e possíveis implicações na agricultura. 2008.
- [3] C. Barcellos, A. M. V. Monteiro, C. Corvalán, H. C. Gurgel, M. S. Carvalho, P. Artaxo, S. Hacon, and V. Ragoni. Mudanças climáticas e ambientais e as doenças infecciosas: cenários e incertezas para o brasil. *Oficina de Mudanças Climáticas – 7ª Expoepi*, 2007.