ANÁLISE DA FAVORABILIDADE DAS VARIÁVEIS BIOCLIMÁTICAS NA POTENCIALIDADE DE GÊNESE DO *Aedes aegypti* NO ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE/BRASIL

Bruno Claytton Oliveira da Silva. Mestrando do Programa Regional de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente (PRODEMA/UFRN).
brunoclaytton@yahoo.com.br
Fernando Moreira da Silva. Docente do Departamento de Geografia da UFRN.
fmoreyra@ufrnet.br

INTRODUÇÃO

A incidência do dengue, em todas as regiões do Brasil, com exceção da região sul, tem se mostrado, em alguns anos, como elevada resultando em impactos diretos e significativos à saúde pública. O Programa Nacional de Controle do Dengue (PNCD, 2002) classifica as áreas com incidência do dengue em três estratos: alta, para regiões, estados ou municípios com taxa de incidência maior que 300 casos por 100.000 habitantes; média, para regiões, estados ou municípios com taxa de incidência dentro do intervalo de 100 a 300 casos por 100.000 habitantes; baixa, para regiões, estados ou municípios com incidência menor que 100 casos por 100.000 habitantes.

Alguns trabalhos tem buscado relacionar tanto a incidência do dengue quanto a potencialidade de desenvolvimento do *Aedes aegypti* com o comportamento de variáveis ambientais entre eles destaca-se aquele realizado por Fernandes *et al*. (2006), desenvolvido na Paraíba. O trabalho buscou determinar as exigências térmicas para o desenvolvimento e estimar o número de gerações anuais do *Aedes aegypti*. Entre seus resultados, os autores destacam que a temperatura favorável de desenvolvimento do vetor está entre 21ºC e 29ºC. Para que o vetor mantenha boa longevidade, a temperatura deve encontra-se na faixa de 22ºC a 30ºC. Além disso, ressaltam: não ocorreu eclosão dos ovos a temperatura a baixo de 18ºC; que a faixa térmica de 29ºC a 32ºC apresenta-se como potencialmente máxima ao desenvolvimento; e que extremos de 18ºC e 34ºC implicam em efeitos negativos ao desenvolvimento.

Outro trabalho relevante, realizado na mesma região, foi realizado por Beserra e Castro Jr. (2008). Este objetivou comparar o ciclo de vida e estimar os padrões de fertilidade de populações de *Aedes aegypti*. As temperaturas médias das águas em que ocorreram os desenvolvimentos de ovo à emergência dos adultos das populações de *Aedes aegypti* foram de aproximadamente 24,95ºC, 24,88ºC, 24,85ºC e 24,99ºC para as

populações de Brejo dos Santos, Boqueirão, Itaporanga e Remígio, não havendo praticamente diferenças entre as condições de estudo para essas populações. Ainda, os autores observaram que as populações de *Aedes aegypti* diferiram significativamente quanto ao período de desenvolvimento embrionário e à viabilidade dos ovos, com médias variando de 3,8 a 4,4 dias e 58,4% a 84%, respectivamente. Tal fato foi justificado pelo efeito da temperatura do ar sobre o ciclo de vida do vetor.

O estudo realizado por Ferreira (2003) dissertou sobre algumas doenças ditas tropicais, entre elas o dengue. A mesma afirma que os insetos vetores da malária e do dengue urbano beneficiam-se com a elevação das temperaturas, cujo *optimum* situa-se entre 25ºC e 27ºC; outros fatores favoráveis à proliferação são às precipitações, responsáveis pela criação e manutenção das coleções hídricas utilizadas como criadouros e a permanência de altos índices de umidade relativa do ar, superior a 70%.

A partir destas colocações, pretende-se estimar – a partir da favorabilidade das variáveis bioclimáticas temperatura do ar e umidade relativa do ar – a potencialmente de desenvolvimento do *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Norte.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Segundo o IDEMA (2002), o estado do Rio Grande do Norte localiza-se totalmente no Hemisfério Sul Ocidental, na região Nordeste do Brasil tendo como pontos extremos: 4° 49' 53”S e 6° 58' 57”S e 34° 58' 03”W e 38° 36' 12”W.

Metodologia

Coleta de Dados

A coleta de gabinete foi realizada junto às instituições que coletam e quantificam dados relacionados a variáveis climáticas e de saúde, além da Normal Climatológica do período de 1961 a 1990.

Software Estima T

O modelo foi utilizado na estimação das temperaturas máximas, mínimas e médias do ar. Este é uma superfície quadrática dada por:

$$Tij = a^0 + a^1\lambda + a^2\varphi + a^3h + a^4\lambda^2 + a^5\varphi^2 + a^6h^2 + a^7\lambda\varphi + a^8\lambda h + a^9\varphi h + ATSMij \quad (1)$$

Onde: λ é longitude, φ é a latitude, em graus; h é a elevação de cada estação meteorológica analisada, em metros; e a^0, a^1... a^9 são os coeficientes de regressão. Os

índices i e j indicam, respectivamente, o mês e o ano para o qual se está calculando as Anomalias de Temperatura da Superfície do Mar (ATSMij).

Correlação Linear de Pearson

O método foi utilizado a fim de observar a correlação entre a probabilidade da condição biofísica Favorável ao Desenvolvimento do *Aedes aegypti* e o número de casos notificados do dengue no período de 2000 a 2005 no RN. O coeficiente de correlação de Person é obtido a partir da seguinte equação:

$$r = \frac{\sum \left(x - \bar{x}\right)\left(y - \bar{y}\right)}{\sqrt{\sum \left(x - \bar{x}\right)^2 \sum \left(y - \bar{y}\right)^2}} \qquad (2)$$

Onde: r = Um índice situado entre -1 e 1; x e y = valores das variáveis em estudo.

Regressão

As equações de regressão foram empregadas quando da necessidade de estimar a umidade relativa do ar.

$$\hat{Y} = aX^3 + bX^2 + cX + d \qquad (3)$$

Onde: $\hat{Y}$ = é o valor estimado da umidade relativa do ar; X^i = é o valor da temperatura do ar; a, b e c = são os coeficientes angulares; d = é o coeficiente linear.

Interpretação Nebulosa

A abordagem foi utilizada na definição e análise das condições Biofísicas do *Aedes aegypti*.

Distribuição Normal Reduzida ou Gaussiana

O modelo foi utilizado nos cálculos mensais de probabilidade para cada condição biofísica do *Aedes aegypti*. A distribuição é expressa pela seguinte equação:

$$F(z) = \int \left[\frac{1}{(2\pi)^{0,5}} \right] \varepsilon^{-\frac{(z^2)}{2}} \qquad (4)$$

$$Onde: Z = \frac{x - \bar{x}}{\sigma} \qquad (5)$$

x = variável aleatória (temperatura ou umidade relativa); z = variável aleatória normalizada (temperatura ou umidade relativa); σ = desvio padrão da amostra.

Estatística Descritiva

Por fim, fez-se necessário a utilização da estatística descritiva, representada por medidas de tendência central (média, moda e mediana), bem como medidas de dispersão (desvio padrão, coeficiente de variação e amplitude).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Em se tratando da observação das implicações das variáveis bioclimáticas sob o desenvolvimento do *Aedes aegypti* constatou-se que temperaturas médias na faixa de 21ºC a 29ºC apresentam-se como favoráveis ao desenvolvimento do vetor do dengue; e entre 29ºC e 32ºC oferece-lhe potencialidade máxima, ou seja, tempo mínimo de desenvolvimento. No caso da umidade relativa do ar, o *Aedes aegypti* encontra potencialidade de desenvolvimento quando esta se apresenta entre 70% e 100%.

Em seguida, desenvolveu-se um trabalho bioestatístico de estimação da probabilidade mensal, que se baseou nos dados coletados e estimados das médias térmicas dos 167 municípios do estado do Rio Grande do Norte. Os resultados desta análise são apresentados na figura 1.

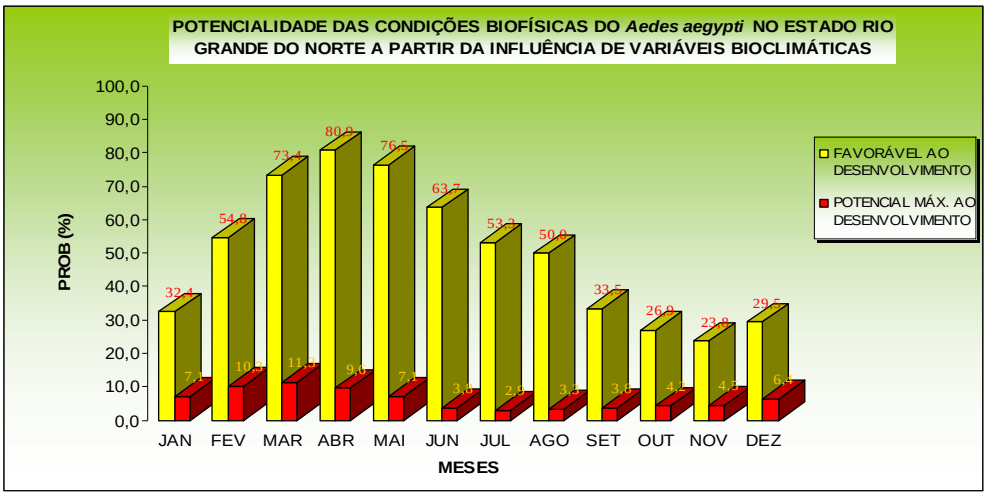

Figura 1: Potencialidade das Condições Biofísicas do *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Norte a partir da influência de variáveis Bioclimáticas.

Os resultados desta análise apontaram de regular à boa, a potencialidade da condição Favorável ao Desenvolvimento no RN, aumentando no período de março a maio, 76,4% e 76,5%, respectivamente. Já a condição Potencial Máximo ao Desenvolvimento, apresentou-se com baixa potencialidade durante todo o ano, com valores máximos compreendidos no período entre janeiro a maio, sendo estes representados, respectivamente, por 7,1%, 10,3%, 11,3%, 9,6% e 7,1%.

A posteriori, realizaram-se duas análises de correlação entre a condição biofísica Favorável ao Desenvolvimento do *Aedes aegypti* com os casos notificados do dengue no período de 2000-2005. A primeira destinou-se a analisar a correlação entre a condição Favorável ao Desenvolvimento e o número mensal de casos notificados do dengue no período de 2000-2005. Os resultados desta análise culminaram – como pode ser observado na figura 2 – em uma alta correlação positiva em todos os anos

analisados. Obtiveram-se os seguintes resultados: 86,2% (2000), 95,6% (2001), 69,1% (2002), 92,2% (2003), 83,9% (2004) e 95,6% (2005), em média 87,1%.

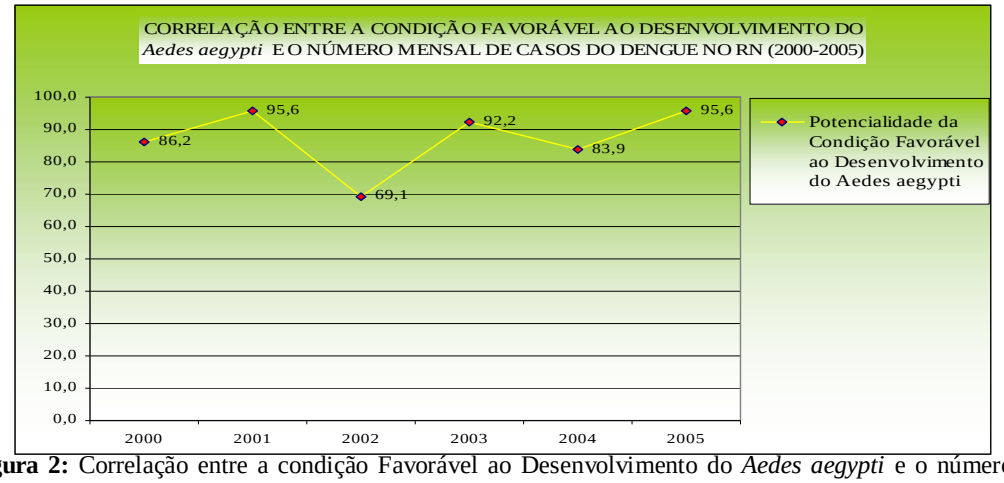

Figura 2: Correlação entre a condição Favorável ao Desenvolvimento do *Aedes aegypti* e o número mensal de casos notificados do dengue no RN (2000-2005).

O segundo trabalho, como mostra a figura 3, objetivou analisar a correlação entre a mesma condição biofísica e a média mensal de casos do dengue notificados no período de 2000 a 2005. Os resultados desta análise foram bastante significativos, pois se encontrou uma fortíssima correlação positiva (95,3%).

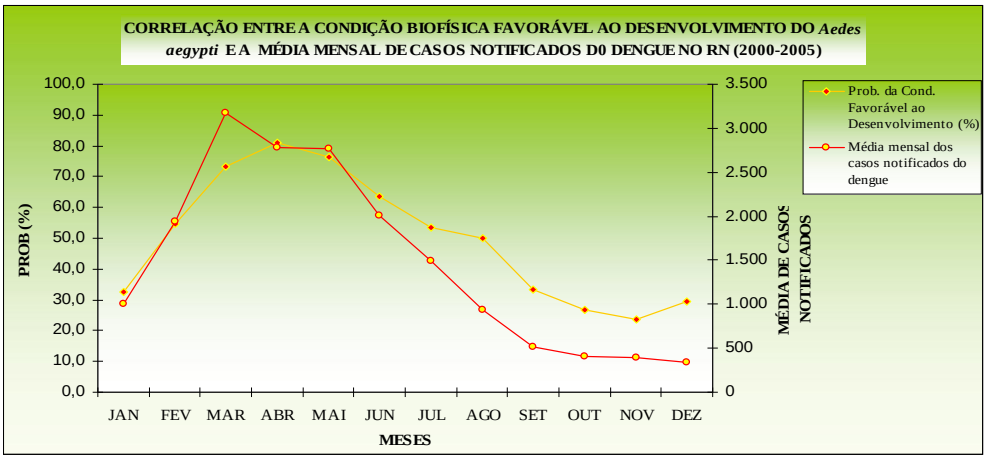

Figura 3: Correlação entre a condição biofísica Favorável ao Desenvolvimento do *Aedes aegypti* e a média mensal de casos notificados do dengue no RN (2000-2005).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados, pôde-se concluir que as variáveis bioclimáticas temperatura média do ar e umidade relativa do ar exercem papel relevante no acondicionamento do *habitat* do *Aedes aegypti* no estado do Rio Grande do Norte, figurando como determinantes no desenvolvimento do principal mosquito vetor do dengue no meio urbano e, por conseguinte, na incidência dos casos notificados do

dengue no estado do RN. Tal afirmativa justifica-se através dos significativos resultados obtidos a partir, principalmente, das análises de correlação entre os casos notificados do dengue no período de 2000 a 2005 e a potencialidade da condição biofísica Favorável ao Desenvolvimento do *Aedes aegypti* no estado do RN.

Ainda, embasado nos resultados aqui obtidos, observou-se que o vetor tem suas condições de desenvolvimento facilitadas, ou favoráveis, no período de março a junho; o que coincidiu, como demonstrou o trabalho de correlação realizado, com os picos epidêmicos do dengue notificados no estado. Além disso, verificou-se que sua curva de potencialidade de desenvolvimento do *Aedes aegypti*, no estado, segue a climatologia local, acompanhando a atuação dos sistemas sinóticos mais expressivos e influentes no Rio Grande do Norte, a saber: Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) e as Ondas de Leste (OL).

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas**. Brasília: Departamento Nacional de Meteorologia, 1992. 84 p.

CONSOLI, R. A. G. B; OLIVEIRA, R. L. **Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1998. 228 p. Neotropical Entomology. 37(1):081-085 (2008) jan./fev. 2008. 5 p.

FERNANDES, C. R. M; BESERRA, E. B; CASTRO JR., F. P; SANTOS, J. W; SANTOS, T. S. **Biologia e exigências térmicas de *Aedes aegypti* (L.) (Diptera: Culicidae) provenientes de quatro regiões bioclimáticas da Paraíba**. Neotropical Entomology, vol. 35(6): 853-860, nov./dez. 2006. 8 p.

FERREIRA, M. E. M. C. **Doenças tropicais**: o clima e a saúde coletiva. Alterações climáticas e malária na área de influência do reservatório de Itaipu-PR. Terra Livre, v.1, n. 20. 2003.

INSTITUTO DE DEFESA DO MEIO AMBIENTE (IDEMA-RN). **Perfil do estado do Rio Grande do Norte**. Natal: IDEMA, 2002.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Secretária de Vigilância em Saúde (SVS). **Dengue – distribuição dos casos notificados, por Unidade Federada.** Brasil, 1980-2005. Brasília: SVS, 2005. 1p.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. Fundação Nacional de Saúde (FUNASA). **Programa Nacional de Controle do Dengue**. Brasília: FUNASA, 2002. 34 p.

MARCONDES, C. B. **Entomologia médica e veterinária**. São Paulo: Atheneu, 2001, p. 59-103. 432p.

Secretária Estadual de Saúde Pública do RN. Sub-Coordenadoria de Vigilância Epidemiológica. Casos notificados de dengue no RN. SUVIGE/CPS/SESAP-RN SESAP-RN: Natal, 2007.

TORRES, E. M. **Dengue y dengue hemorrágico**. Buenos Aires/Argentina: Editora Nacional da Universidade de Quilmes, 1998, p. 24-58. 261p.