

## ESTIMAÇÃO DE EVENTOS BIOCLIMÁTICOS EM NATAL/ RN, BRAZIL<sup>1</sup>

Juliana Rayssa Silva Costa<sup>2</sup>  
Fernando Moreira da Silva<sup>3</sup>  
George Santos Marinho<sup>4</sup>  
Adalfran Herbert de Melo Silveira<sup>5</sup>  
Anderson Flávio Silva de Queiroz<sup>6</sup>  
Jussuer José Soares Balbino<sup>7</sup>

### RESUMO

O Grupo de Pesquisa Estudos Geoambientais do Departamento de Geografia-UFRN publica mensalmente o Boletim Bioclimático de Natal, vinculado ao projeto Monitoramento Bioclimático em Natal/RN. Os trabalhos referentes aos boletins obedecem a um padrão cronológico continuado, permitindo contribuir na relação clima-homem-qualidade de vida da população da Região Metropolitana de Natal/RN. Nesse contexto, o presente artigo visa expor os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do Boletim Bioclimático, com o intuito de disseminá-los e contribuir com pesquisas geográficas onde a vertente climatológica seja uma condicionante no processo de análise territorial. Os dados climáticos são coletados diariamente na Estação Climatológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, enquanto que as imagens de satélite, são disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais-INPE. O Boletim informativo também traz um prognóstico com a probabilidade de eventos bioclimáticos para o mês subsequente. Para cada variável há um modelo associado, probabilístico (Gama, Gauss e Weibull), físico (erosividade de Lombardi Neto), conforto térmico (Índice de Temperatura e Umidade-ITU), índice ultravioleta (radiação ultravioleta), além de um modelo biofísico para probabilidade de proliferação do *Aedes aegypti*. Os níveis de probabilidade seguem a proposta do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC). O Boletim para o mês de março de 2018 evidencia que quanto à estimativa de eventos bioclimáticos no nível de confiança de 90% (muito provável) e 95% (extremamente provável), a precipitação ficará no máximo em 341,2 mm e 377,0 mm; o Índice de Radiação Ultravioleta apresentará risco Extremo à saúde humana; a erosividade será Baixa e a sensação térmica apresentar-se-á com Grande Desconforto. Há condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* com proliferação da dengue.

**Palavras-chave:** Erosividade, *Aedes aegypti*, Sensação Térmica, Saúde Humana.

<sup>1</sup>Projeto de Extensão;

<sup>2</sup>Discente do Curso de Pós-Graduação em Geografia da Universidade Federal da Paraíba - UFPB, [julianacosta.rn@gmail.com](mailto:julianacosta.rn@gmail.com);

<sup>3</sup>Docente do Curso de Geografia da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [fernandoxmoreira@bol.com.br](mailto:fernandoxmoreira@bol.com.br);

<sup>4</sup>Docente do Curso de Engenharia Mecânica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, [gmarinho@ct.ufrn.br](mailto:gmarinho@ct.ufrn.br)

<sup>5</sup>Técnico da Secretaria de Estado de Segurança Pública e Social do Estado do Rio Grande do Norte, [adalfran@gmail.com](mailto:adalfran@gmail.com);

<sup>6</sup>Geógrafo da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Rio Grande do Norte, [greuc@gmail.com](mailto:greuc@gmail.com);

<sup>7</sup>Observador Meteorológico da Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN,

## INTRODUÇÃO

A dinâmica atmosférica exerce grande influência nos recursos naturais e nas diferentes atividades humanas, sendo as condições atmosféricas refletem diretamente nos hábitos e na forma do homem viver em sociedade. Devido a estes fatores, o conhecimento da dinâmica atmosférica sempre foi uma necessidade humana, visto que a sobrevivência humana tem forte relação com as condições climáticas e meteorológicas (BASTOS e FUENTES, 2014).

O comportamento natural da atmosfera, suas transformações e relações com a vida humana são bem caracterizados através da climatologia de uma determinada região (MARINHO *et al.*, 2011).

Conhecer a atuação do tempo e clima faz-se necessário para que possamos observar sua importância e influência em nosso cotidiano, onde o ensino, a pesquisa e a extensão são primordiais ao homem contemporâneo, tanto com relação à interação superfície-atmosfera como também a interação homem-meio, para que possamos assim distinguir as transformações que ocorrem entre as ambas e como estas atingem os seres humanos (VIANELLO e ALVES, 1991).

Com vistas ao acompanhamento sistemático e contínuo desses eventos naturais ó impactantes diretos a saúde humana, economia, recursos naturais e conjuga-se como de grande relevância a aquisição de dados e informações relativas ao comportamento de variáveis físico-ambientais. Entre o distinto, porém integrado, conjunto dessas variáveis, interessantes à questão em curso, estão aquelas de cunho climático e/ou meteorológico, bem como sua probabilidade de ocorrência em uma determinada região (SILVA, 2009).

Diante tal situação, o conhecimento do comportamento atual e futuro da atmosfera tornou-se, nos últimos anos, objeto de estudo de grande relevância, visto que estão intrinsecamente ligadas a qualidade de vida da população, a economia, do planejamento, e até mesmo das questões relacionadas à saúde pública.

Os fatores climáticos mais importantes são: a precipitação, sua distribuição e modos de ocorrência, a temperatura e umidade com seus limites, o vento, principalmente pela influência que exercem sobre a precipitação, a radiação e a evapotranspiração e suas relações com a saúde. Esses fatores climáticos são indispensáveis para o entendimento das questões referentes ao conforto ambiental de uma cidade (ARAÚJO *et al.* 2017).

A cidade de Natal, situada no estado do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil, sendo visualizada na Figura 1, como na maioria dos centros urbanos, é despreparada para receber as chuvas com grande intensidade, ocasionando sérios transtornos, como por exemplo: deslizamento de encostas, alagamentos de vias públicas, acúmulo de lixo nos pontos mais baixos da cidade, desconforto térmico e até situações de epidemias no campo da saúde (SILVEIRA *et al.*, 2011).

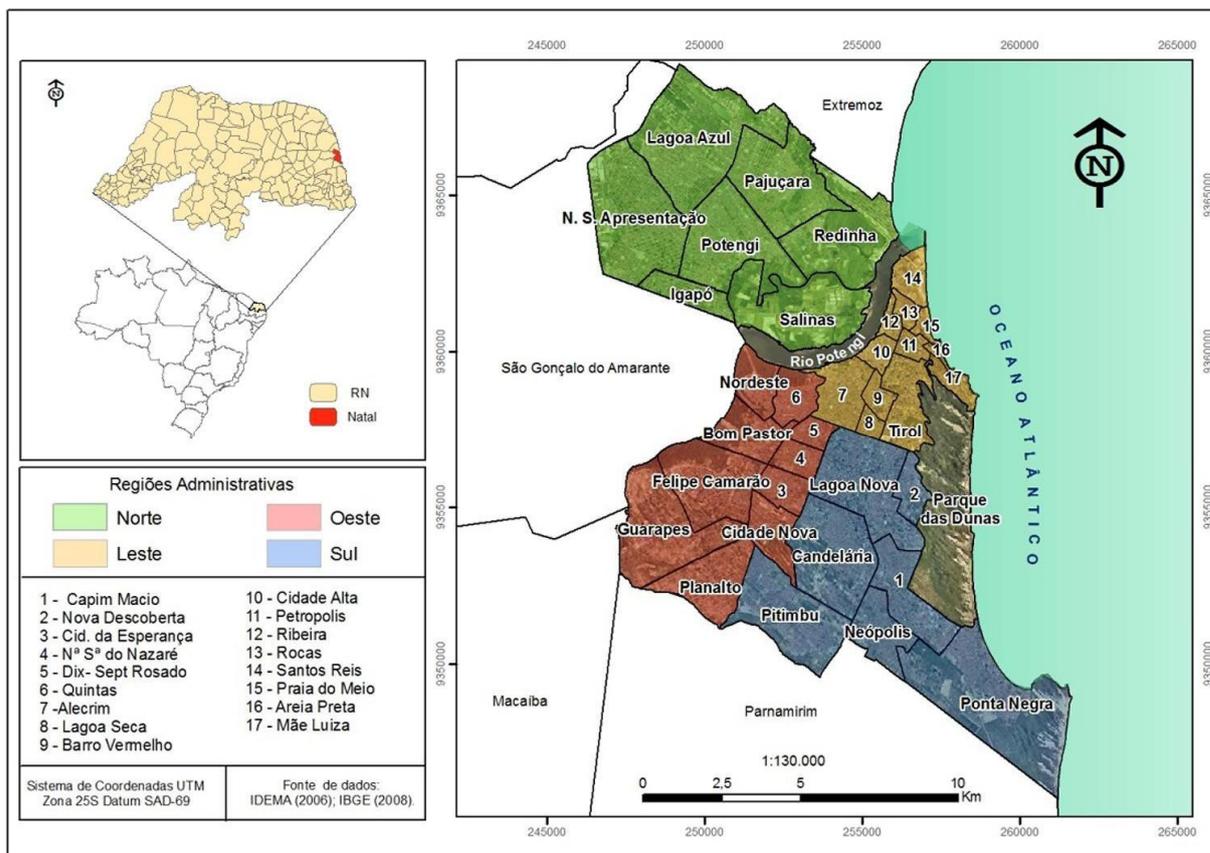


Figura 1 Localização do município de Natal/RN e divisão em zonas.  
Fonte: Emanuel, 2019.

Assim, a aplicação de técnicas e modelos ambientais propostos pela ciência e vistos em salas de aulas, podem e devem ser orientados em relação às condições ambientais na cidade de Natal/RN, e assim buscar uma compreensão homem-solo-vegetação-atmosfera.

Nessa conjuntura, o Grupo de Pesquisa Estudos Geoambientais do Departamento de Geografia-UFRN publica mensalmente o Boletim Bioclimático de Natal, vinculado ao projeto de extensão Monitoramento Bioclimático em Natal/RN: Boletim Informativo, iniciado no ano de 1998 e renovado ao longo dos anos, existindo assim há 10 anos. Este analisa as probabilidades mensais das variáveis meteorológicas: precipitação, radiação ultravioleta, temperatura do ar, umidade relativa e, como consequência, a erosividade e

condições de conforto térmico e proliferação do mosquito *aedes aegypti* na cidade do Natal-RN. Os trabalhos referentes aos boletins obedecem a um padrão cronológico continuado, permitindo contribuir na relação clima-homem-qualidade de vida da população da Região Metropolitana de Natal/RN.

Este projeto ainda permite que, atividades de estudos a campo na Estação Climatológica sejam proporcionados aos discentes uma maior compreensão e análise de aspectos ligados ao clima, bem como, a distribuição de energias ólimpasö através da sistematicidade de pesquisas atreladas à atmosfera. Sobretudo, porque um dos objetivos gerais da Estação Climatológica da UFRN é ampliar e fortalecer a formação de recursos humanos voltados para atender uma demanda educacional no campo do ensino, pesquisa e extensão, bem como novos paradigmas da ciência. Assim, entendemos que a promoção de atividades dessa natureza possibilita uma melhor compreensão da dinâmica climática e ambiental, além de integrar os discentes em atividades acadêmico-educativas.

Tal argumento implica por parte do Departamento de Geografia, não só a continuidade e manutenção do convênio supracitado, como também, propiciar ao corpo discente da UFRN cursos e treinamentos voltados à temática em apreço e, atender a demandas externas a instituição quanto à visitaçãõ e explanação do real funcionamento de uma estação climatológica.

Portanto, reitera-se e salienta-se a necessidade, para além de observações e registros meteorológicos, de que seja potencializada a participação da comunidade universitária através de ações nas três esferas de atuação institucional, ou seja, o ensino, a pesquisa e a extensão.

Nesse contexto, o presente artigo visa expor os procedimentos metodológicos utilizados na elaboração do boletim bioclimático, com o intuito de disseminá-los e contribuir com pesquisas geográficas onde a vertente climatológica seja uma condicionante no processo de análise territorial.

## **METODOLOGIA**

Os dados climáticos são coletados diariamente na Estação Climatológica da Universidade Federal do Rio Grande do Norte, consistindo de: precipitação (mm), temperatura (°C), umidade do ar (%), vento (m/s), insolação (horas) e evaporação (mm).

(83) 3322.3222

contato@congresso-conimas.com.br

www.congresso-conimas.com.br

Também há análise de imagens de satélite, GOES + METEOSAT, no canal infravermelho e vapor, disponibilizadas pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE) para identificar os sistemas sinóticos atuantes no mês.

O boletim informativo também traz um prognóstico com a probabilidade de eventos bioclimáticos para o mês subsequente. Para cada variável há um modelo associado, probabilístico (Gama, Gauss e Weibull), físico (erosividade de Lombardi Neto), conforto térmico (Índice de Temperatura e Umidade-ITU de de Tom (1959), índice ultravioleta (radiação ultravioleta), além de um modelo biofísico para probabilidade de proliferação do *Aedes aegypti*. Os níveis de probabilidade estão associados a proposta do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), com os seguintes níveis de confiança e lógica fuzzy na Tabela 1.

Tabela 1 - Níveis de probabilidade de ocorrências com níveis de confiança e lógica fuzzy

Nível de confiança (%)	Lógica fuzzy
95	Extremamente provável,
90	Muito provável,
66	Provável,
50	Mais provável que improvável,
10	Muito improvável
5	Extremamente improvável.

Fonte: IPCC, Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007.

Estes são utilizados para cada variável bioclimática: precipitação, vento, temperatura, índice de radiação ultravioleta, erosividade, sensação térmica e favorabilidade de proliferação do *Aedes aegypti*.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A imagem do satélite GOES+METEOSAT no dia 28/03/2018 às 21:00 TMG (Figura 2) apresenta a atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) com atividade moderada sobre a Região Norte e nordeste do Nordeste do Brasil (NEB), ao passo que um Vórtice Ciclônico de Altos Níveis (VCAS) atua no centro do NEB. Há uma frente fria com atividade moderada no sul e sudeste do Brasil, concomitantemente havendo uma interação entre a Frente Fria, Vórtice Ciclônico e Zona de Convergência Intertropoical gerados pela atuação da Alta da Bolívia (AB) com centro no Mato Grosso.

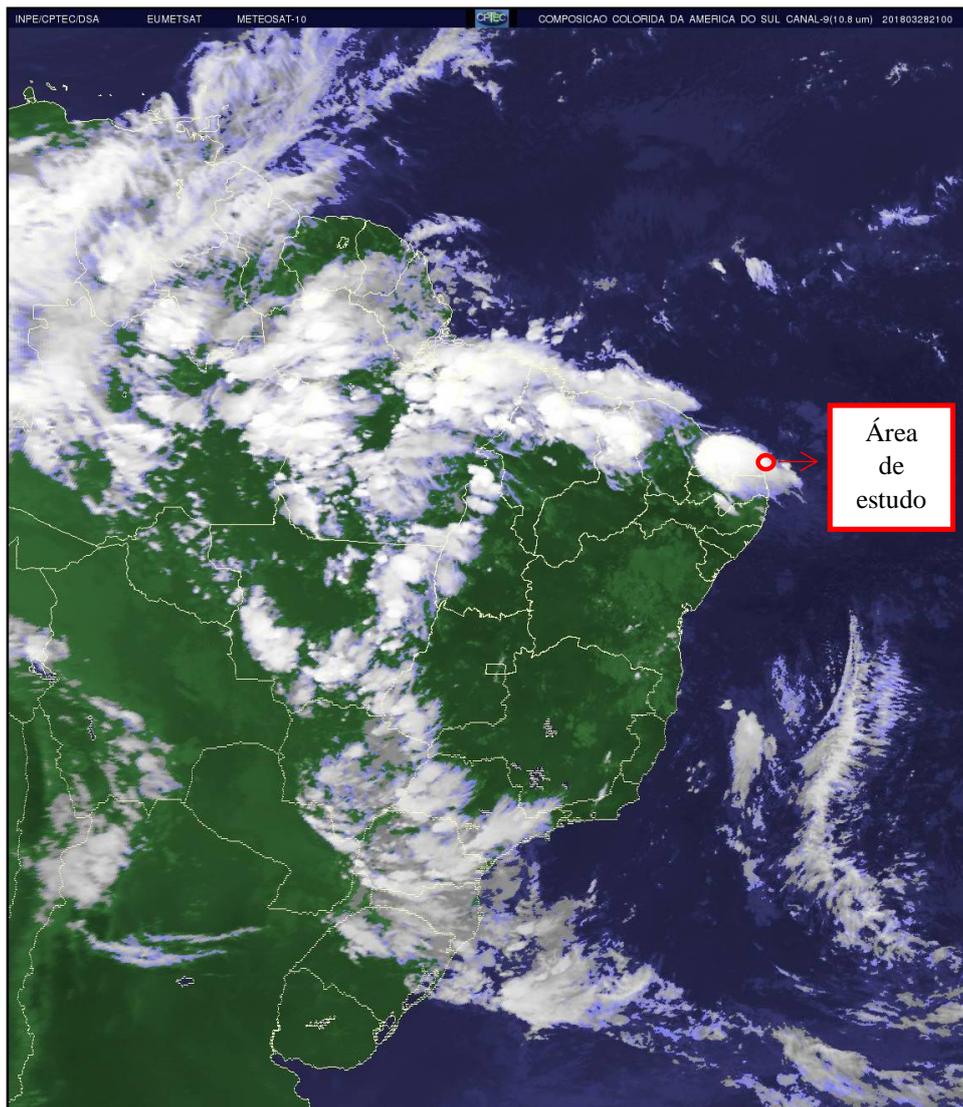


Figura 2 - Imagem do satélite METEOSAT, composição colorida do dia 28/03/2018 às 21:00 h, mostrando a interação entre ZCIT com um VCAS. Fonte: INPE, 2018.

O diagnóstico das condições climáticas no município de Natal para o mês de Março/2018 apresentou-se da seguinte forma: a precipitação totalizou 217,1mm, com máxima de 94,6 mm, ocorrida no dia 29/03. O vento soprou com predominância de leste/sudeste e velocidade oscilando entre 1,4m/s e 4,9m/s. As temperaturas do ar variaram de 24,0°C a 31,6°C. Em relação à insolação (brilho solar) foram registradas 209,8 horas, quanto à evaporação, o acumulado foi de 125,7 mm, com máxima de 7,5 mm no dia 01/03.

As análises das imagens de satélites GOES + METEOSAT nos canais: infravermelho, visível e vapor d'água, associadas ao modelo de circulação ETA/CPTEC/INPE, bem como aos dados da Estação Climatológica da UFRN, evidenciaram que no mês de março/2018 houve atuação de um sistema de nuvens, com precipitação, denominado de Zona de

Convergência Intertropical. Na tabela acima está descrito o prognóstico das condições bioclimáticas para o mês de Abril/2018. Para cada variável há um modelo associado, seja probabilístico (Gama, Gauss e Weibull), *físico* (erosividade de Foster *et al*(1981) e conforto térmico-ITU de Tom (1959)) e bioclimático *Aedes aegypti*.

Observa-se a estimativa de eventos bioclimáticos no nível de significância de 90%(muito provável) e 95% (extremamente provável): a precipitação ficará no máximo em 341,2,0 e 377,0 mm, respectivamente; os ventos soprarão com velocidade variando entre 4,5ms<sup>-1</sup> e 4,7ms<sup>-1</sup>; o Índice de Radiação Ultravioleta apresentará risco Extremo à saúde humana; a erosividade será Baixa e a sensação térmica apresentar-se-á com Grande Desconforto. Devido à incidência da alta temperatura e umidade, além da amplitude termo-higrométrica, há condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* com proliferação da dengue.

Na Tabela 2 encontra-se descrito o prognóstico das condições bioclimáticas para o mês de Abril/2018.

Tabela 2 - Probabilidade de eventos bioclimáticos e conforto térmico para Natal/RN em Abril/2018

Probabilidade (%)	Precipitação (mm)	Vento (m/s)	Índice de Radiação Ultravioleta	Erosividade	Sensação Térmica	<i>Aedes aegypti</i>
95	377,0	4,7	Extremo	Baixa	Grande Desconforto	Favorável
90	341,2	4,5	Extremo	Muito Baixa	Grande Desconforto	Favorável
66	265,0	4,0	Muito Alto	Muito Baixa	Desconforto Considerável	Favorável
50	240,0	3,7	Muito Alto	Muito Baixa	Desconforto Considerável	Favorável
10	160,0	2,6	Alto	Muito Baixa	Desconforto Considerável	Favorável
5	141,0	2,3	Moderado	Muito Baixa	Desconforto Considerável	Favorável

Fonte: Os autores, abr. 2018.

O diagnóstico das condições climáticas no município de Natal para o mês de Março/2018 apresentou-se da seguinte forma: a precipitação totalizou 217,1mm, com máxima de 94,6 mm, ocorrida no dia 29/03. O vento soprou com predominância de leste/sudeste e velocidade oscilando entre 1,4m/s e 4,9m/s. As temperaturas do ar variaram de 24,0°C a 31,6°C. Em relação à insolação (brilho solar) foram registradas 209,8 horas, quanto à

evaporação, o acumulado foi de 125,7 mm, com máxima de 7,5 mm no dia 01/03. As análises das imagens de satélites GOES + METEOSAT nos canais: infravermelho, visível e vapor d'água, associadas ao modelo de circulação ETA/CPTEC/INPE, bem como aos dados da Estação Climatológica da UFRN, evidenciaram que no mês de março/2018 houve atuação de um sistema de nuvens, com precipitação, denominado de Zona de Convergência Intertropical. Na tabela acima está descrito o prognóstico das condições bioclimáticas para o mês de Abril/2018. Para cada variável há um modelo associado, seja probabilístico (Gama, Gauss e Weibull), físico (erosividade de Foster *et al*(1981) e conforto térmico-ITU de Tom (1959)) e bioclimático *Aedes aegypti*.

Observa-se a estimativa de eventos bioclimáticos no nível de significância de 90% (muito provável) e 95% (extremamente provável): a precipitação ficará no máximo em 341,2,0 e 377,0 mm, respectivamente; os ventos soprarão com velocidade variando entre  $4,5\text{ms}^{-1}$  e  $4,7\text{ms}^{-1}$ ; o Índice de Radiação Ultravioleta apresentará risco Extremo à saúde humana; aerossividade será Baixa e a sensação térmica apresentar-se-á com Grande Desconforto. Devido à incidência da alta temperatura e umidade, além da amplitude termo-higrométrica, há condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* com proliferação da dengue.

Os resultados são estimativas, mas apresentam uma forte possibilidade de acontecimento de diversos eventos bioclimáticos, inclusive condições favoráveis ou desfavoráveis a riscos bioclimáticos. Assim, os boletins são distribuídos na internet, para a mídia com veiculação local, órgãos na esfera municipal (Secretaria Municipal de saúde - SMS, Secretaria Municipal de Serviços Urbanos ó SENSUR, Secretaria Especial de Meio Ambiente e Urbanismo ó SEMURB, Companhia de Serviços Urbanos de Natal ó URBANA, Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Município do Natal ó ARSBAN e Secretaria Municipal de Turismo e Desenvolvimento Econômico ó SETURDE.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Abaliza-se nas análises o fato de que fatores e variáveis meteorológicas como temperatura, evapotranspiração, umidade relativa do ar e vento causam fortes influências na

relação homem-ambiente, bem como na dinâmica e disseminação de vetores, tornando assim tais evidências úteis para tomada de decisão nas Políticas Públicas de Saúde..

O banco de dados climatológico disponibiliza informações para subsidiar trabalhos na área de pesquisa dos Cursos de Graduação, Pós-Graduação, bem como, atender escolas da rede pública e particular oferecendo a oportunidade aos professores e alunos vivenciar aulas práticas.

As estações climatológicas são de extrema importância ao ensino da UFRN, uma vez que estão relacionadas à complementação do aprendizado discente. Sem conhecer suas operacionalidades os discentes não teriam condições para efetuar sequer uma leitura instrumental, o que inviabilizaria o ensino em diversas disciplinas.

Desta maneira, o bom funcionamento das Estações Climatológicas, Convencional e Automática, da UFRN é de fundamental acuidade na gestão de dados e desenvolvimento de materiais científico, sobretudo galgado no emprego de técnicas e modelos ambientais recomendados pela ciência e observados em salas de aulas, buscando um melhor entendimento das relações homem-solo-atmosfera.

Os modelos galgados nos critérios do IPCC, nível de significância de 90% (muito provável) e 95% (extremamente provável): a precipitação ficará no máximo em 341,2,0 e 377,0 mm, respectivamente; os ventos soprarão com velocidade variando entre  $4,5 \text{ ms}^{-1}$  e  $4,7 \text{ ms}^{-1}$ ; o Índice de Radiação Ultravioleta apresentará risco Extremo à saúde humana; a erosividade será Baixa e a sensação térmica apresentar-se-á com Grande Desconforto. Devido à incidência da alta temperatura e umidade, além da amplitude termo-higrométrica, há condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento do mosquito *Aedes aegypti* com proliferação da dengue.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, N. R. P.; BRANDÃO, N. C.; COSTA, J. R., S. SILVA, F. M.; LOPES, S. R. **Ciência Sempre: ciência alimentando o Brasil. Revista da FAPERN**, Ano 11, p. 26/302017.

BASTOS, S. B.; FUENTES, Manuel Cabalar. Análise da rede meteorológica da Bahia e sua importância para as práticas agrícolas no semiárido baiano. **In: VII Congresso Brasileiro de Geógrafos**. 2014. Disponível em: <[http://www.cbg2014. agb. org.br/resources/anais/1/1405607025\\_ ARQUIVO\\_ArtigoCongressoAGB.pdf](http://www.cbg2014. agb. org.br/resources/anais/1/1405607025_ ARQUIVO_ArtigoCongressoAGB.pdf)>. Acesso em: 06 de ago. 2015.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE) **Satélites: METEOSAT**. Disponível em: <[satelite.cpetec.inpe.br](http://satelite.cpetec.inpe.br)>. Acesso em: 02 abr. 2018.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). This Summary for Policymakers was formally approved at the 10th Session of Working Group I of the IPCC. Paris: February 2007.

MARINHO, G. S.; SILVA, F. M.; SILVA, Francisco Raimundo. Estudo probabilístico do Índice de Radiação Ultravioleta em Natal/RN, Brazil. **Mens-Agitat**, V. 6, p. 47/52, 2011.

Emmanuel. D. **Mapa de Natal/RN, bairros**. 2019. Disponível em: <<https://br.pinterest.com/pin/342766221626581983/>>. Acesso em: 06 de ago. 2015.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicada**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991.

SILVA, B. C. L. Estudo teórico-bioclimático da potencialidade de desenvolvimento do *Aedes aegypti* estado do Rio Grande do Norte. 2009. Dissertação. Programa de Pós Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade federal do Rio Grande do Norte, Natal/RN, 2009.

SILVEIRA, A. H. M.; COSTA, A. M. B.; REGO, C. S.; SILVA, F. M.; Análise do balanço hídrico e sua contribuição no abastecimento de água na cidade de Natal/RN. **In: IV Simpósio Internacional de Climatologia**, João Pessoa/PB, 2011.