

ABORDAGEM ESPACIAL DOS CASOS DE DENGUE EM PERNAMBUCO, BRASIL (2007 - 2019)

Flávia Helena Manhães Vasconcellos¹, Louisiana Regados de Macedo Quinino², Isabel Soares Diniz de Oliveira³, Milene Soares de Almeida⁴ e José Sérgio Casé de Oliveira⁵

¹ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Departamento de Engenharia Cartográfica - DeCart, Programa de Pós-graduação em Ciências Geodésicas e Tecnologias da Geoinformação - PPCGTG. Av. da Arquitetura, s/n° CEP - 50740-550, Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil

^{2 4} Instituto Aggeu Magalhães, Fiocruz, PE, Núcleo de Estudos em Saúde Coletiva - NESC, Programa de Pós-graduação em Saúde Pública, PPGSP. Av. Professor Moraes Rego, s/n, cep 50740-465, Cidade Universitária, Recife-PE, Brasil

³ Universidade Federal de Pernambuco – UFPE, Departamento de Estatística Universidade Federal de Pernambuco. Av. da Arquitetura, s/n° CEP - 50740-550, Cidade Universitária, Recife - PE, Brasil

⁵ Faculdade de Ciências Contábeis, Escola de Administração da UFBA, Programa de Pós Graduação, Salvador, BA - Brasil
¹flaviamanhaes302@gmail.com, ²louisiana.regadas.quinino@gmail.com, ³belsdiniz@gmail.com, ⁴almeidasmilene@gmail.com, ⁵jose.case@ufba.br

RESUMO

Analisar a distribuição espacial dos coeficientes de incidência da dengue em Pernambuco entre 2007 e 2019. **Método:** Trata-se de estudo ecológico, onde geraram-se mapas a partir do coeficiente de incidência da dengue. Em seguida, suavizou-se este coeficiente e calculou-se o teste de Moran Global. **Resultados:** As taxas de incidência mantiveram-se em valores altos em todos os períodos e em todo o estado, com áreas de incidência, principalmente no período entre 2010-2015, na Região Metropolitana do Recife (RMR), e altas taxas de transmissão ativa distribuídos pelo Agreste e Sertão. **Conclusão:** Ter ciência da distribuição espacial da dengue, aliada aos fatores associados poderão contribuir para maior efetividade das ações de controle.

Palavras-chave – Dengue, Análise espacial, Epidemiologia.

ABSTRACT

To analyze the spatial distribution of dengue incidence coefficients in Pernambuco between 2007 and 2019. **Method:** This is an ecological study, where maps were generated from the dengue incidence coefficient. Then, this coefficient was smoothed and the Moran Global test was calculated. **Results:** Incidence rates remained at high values in all periods and throughout the state, with areas of incidence, mainly in the period between 2010-2015, in the Metropolitan Region of Recife (RMR), and high active transmission rates distributed by the Agreste and Sertão. **Conclusion:** Being aware of the spatial distribution of dengue, combined with associated factors, may contribute to greater effectiveness of control actions.

Key words – Dengue, Spatial analysis, Epidemiology.

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que 2,5 bilhões de pessoas, correspondente a 2/5 da população mundial, estão sob risco de contrair dengue e que,

anualmente, ocorram cerca de 50 milhões de casos. Deste total, cerca de 550 mil necessitam de hospitalização e ao menos 20 mil chegam a óbito em consequência dessa arbovirose. Nas Américas, a dengue se destaca por sua capacidade de rápida disseminação e surtos, no Brasil é uma doença endêmica com alta magnitude, vulnerabilidade e transcendência, pois pode causar afastamento das atividades diárias e, em casos graves, anos potenciais de vida perdidos [1].

No Brasil, em 2019, ocorreram 1.543.665 casos de dengue notificados (734,56/100.000 habitantes), sendo 1591 casos considerados graves, 20.386 casos com sinais de alarme e 840 óbitos confirmados [2]. No mesmo ano, Pernambuco registrou 37.754 casos registrados e 11 óbitos confirmados [3].

Trata-se de um grave problema de saúde pública, especialmente em países onde as condições ambientais são favoráveis, bem como fatores relacionados ao gradiente social influenciam o desenvolvimento e disseminação do agente vetor [4]. O uso de metodologias de análise espaciais se configuram como estratégias importantes para compreender os fenômenos envolvidos na disseminação da dengue em áreas de concentração populacional e esclarecer questões relacionadas à circulação espacial de ocorrência da doença [5], especialmente as que permitam agregar os municípios de forma homogênea, trazem novas perspectivas que podem melhorar o planejamento de políticas públicas de saúde e, principalmente, o combate efetivo de arboviroses como a dengue, uma vez que identifica áreas estratégicas que devem receber mais atenção [6]

Este estudo se propõe a analisar a distribuição espacial dos coeficientes de incidência da dengue no estado de Pernambuco entre 2007 e 2019 e avaliar.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Situado no Nordeste do Brasil, Pernambuco é dividido em 184 municípios mais o distrito de Fernando de Noronha. Possui extensão territorial de 98.146,315 km² com população estimada de 9.345.173 habitantes para o ano de 2019, sendo 80% residentes em área urbana.

Estudo ecológico que analisou a distribuição espacial dos

casos de dengue notificados nos municípios de Pernambuco entre 2007 e 2019. Por não fazer divisa com os demais, o município de Fernando de Noronha foi excluído.

Inicialmente, foram elaborados mapas de distribuição dos casos usando o ArcGIS v.10.3.1, utilizando a malha de municípios do sítio eletrônico do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) (<https://www.ibge.gov.br/>) [7]. O número de casos confirmados de dengue foi extraído do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan) a partir do sítio eletrônico do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (Datasus) [8]. Dados populacionais foram obtidos do IBGE, com base nos censos demográficos de 2000 e 2010 e nas estimativas de projeções populacionais para os anos intercensitários, disponibilizadas no sítio eletrônico do Datasus. Para a construção dos mapas temáticos, adotou-se a malha municipal de Pernambuco, em formato *shapefile* no sistema geodésico de referência SIRGAS 2000, coletada no sítio eletrônico do IBGE [7]. Por utilizar dados de domínio público, este trabalho não necessitou de aprovação em Comitê de ética.

O coeficiente de incidência para cada município foi obtido através da fração entre os casos confirmados de dengue no período do estudo (2007 a 2019) e a população dos municípios estimada para tais anos (por 10.000 habitantes). Devido às flutuações aleatórias dos coeficientes brutos, este foi suavizado pelo método *bayesiano* empírico local [9]. Foram produzidos mapas temáticos utilizando-se intervalos de quartis para visualizar a distribuição dos coeficientes (brutos e suavizados) no espaço. Em seguida, calculou-se o índice de Moran global, e realizou-se o teste de significância ($p < 0,05$) a partir do coeficiente de incidência da média e da matriz de vizinhos ponderada por linha, permitindo mensurar a correlação de uma variável com suas vizinhas no espaço, com valores variando entre ± 1 , (índices positivos: autocorrelação direta; índices negativos: autocorrelação inversa; zero, aleatoriedade) [10].

Havendo autocorrelação, computou-se o Indicador Local de Associação Espacial (*Local Indicator of Spatial Association - LISA*) [11], e efetuou-se o teste para verificar a existência de associação espacial ($p < 0,05$), utilizando-se o software GeoDa, versão 1.14.

Por fim, os municípios foram classificados em quatro grupos: alto/alto (município acima da média com vizinhos acima da média) (Q1); baixo/baixo (município abaixo da média com vizinhos abaixo da média) (Q2); alto/baixo (município acima da média com vizinhos abaixo da média) (Q3); e baixo/alto (municípios abaixo da média com vizinhos acima da média) (Q4). Foram produzidos mapas a partir dos índices de Moran considerando-se os municípios com diferenças estatisticamente significantes ($p < 0,05$) [10].

3. RESULTADOS

Entre 2007-2019, observou-se manutenção das taxas de incidência em valores altos, considerando-se o recorte adotado (quartil), em todos os períodos e para todo o estado, mas com áreas de incidência ainda maior tendendo a se concentrar na Região Metropolitana do Recife (RMR). As Figuras 2, 3, 4 e 5 comparam a distribuição espacial do

coeficiente bruto de incidência de dengue em Pernambuco (2, 3, 4 e 5-A) com o coeficiente suavizado (2, 3, 4 e 5 B) e o LISA (2, 3, 4 e 5 C).

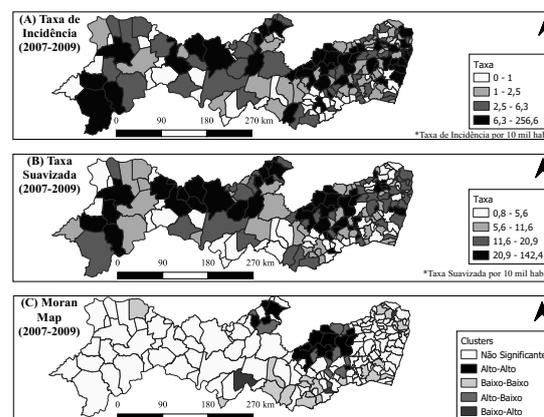


Figura 1: Taxa de incidência de dengue: taxa bruta (A), taxa suavizada (B) e LISA (Moran Map) (C), Pernambuco, 2007-2009.

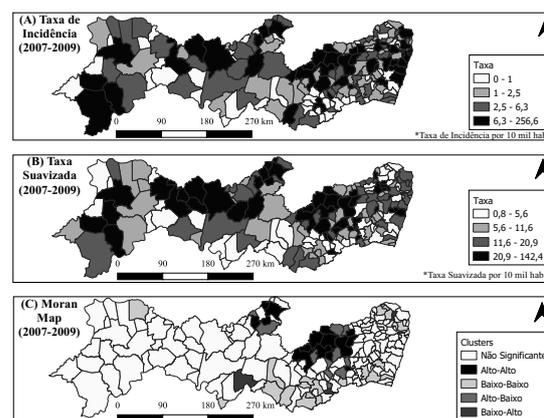


Figura 2: Taxa de incidência de dengue: taxa bruta (A), taxa suavizada (B) e LISA (C), Pernambuco, 2007-2009.

Para o período entre 2007-2009 (Figura 2A), verificam-se bolsões de incidência em valores acima dos sinalizados no terceiro quartil ($> 2,5 - 6,3$) na RMR e em municípios fronteiriços ao estado da Paraíba nas mesorregiões do Agreste e Sertão, bem como em torno de Petrolina. Ao longo do estudo, este foi o período em que se registraram os menores valores máximos de incidência (256,6 casos/10.000 hab.). A taxa suavizada (Figura 3B) evidenciou que os municípios com os 25% maiores coeficientes de incidência de dengue para o período 2007-2009 (acima de 20,9/10.000 hab.) estão distribuídos pelo Agreste e Sertão. A associação espacial foi significativa (Figura 4C), com o índice dos coeficientes suavizados igual a 0,679 ($p < 0,05$), indicando que a taxa de incidência está correlacionada com o espaço. Os clusters Q1 concentraram-se nas porções superiores do Agreste e Sertão, enquanto que os Q2 encontram-se, principalmente em regiões inferiores do mapa, abrangendo pequenas áreas do Sertão e Zona da Mata, assim como a porção superior da Zona da Mata. Clusters Q3 estão localizados no Agreste. Não há clusters Baixo-Alto (Q4).

Para o período entre 2010-2012 (Figura 3A), embora

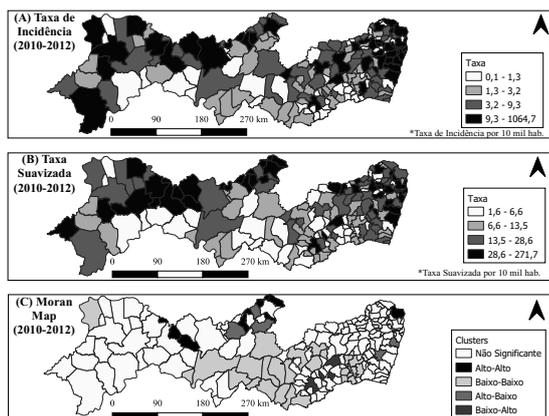


Figura 3: Taxa de incidência de dengue: taxa bruta (A), taxa suavizada (B) e LISA (C), Pernambuco, 2010-2012.

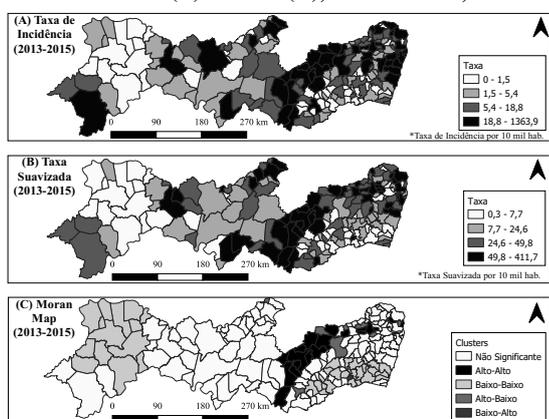


Figura 4: Taxa de incidência de dengue: taxa bruta (A), taxa suavizada (B) e LISA (C), Pernambuco, 2013-2015.

visivelmente tenha havido uma redução do número de municípios com incidência acima do sinalizado para o terceiro quartil ($> 3,2 \times 10^4 / 10.000 \text{ hab.}$), pode-se considerar que o padrão de distribuição se assemelhou ao do período anterior.

A taxa suavizada (Figura 3B) evidenciou que os municípios com os 25% maiores coeficientes de incidência de dengue para o período 2010-2012 (acima de $28,6/10.000 \text{ hab.}$) encontram-se presentes em todo o estado, com um esvaziamento na região central. O teste de Moran Global foi significativo, com o índice dos coeficientes suavizados igual a $0,719 (p < 0,05)$. Os clusters Q1 concentraram-se na região central Agreste e superiores do Sertão, com uma pequena parte na Zona da Mata Norte (ZMN). Os clusters Q2 aumentaram de tamanho, permanecendo nas regiões inferiores do mapa, abrangendo áreas maiores do Sertão e Agreste. Clusters Alto-Baixo (Q3) estão localizados na RMR e Zona da Mata (ZM). Não há clusters Baixo-Alto (Q4).

Entre 2013-2015 (Figura 4A), percebe-se um deslocamento de municípios com alta incidência ($> 5,4 - 18,8/10.000 \text{ hab.}$) para o Agreste, Zona da Mata e RMR. Ressalta-se que foi neste período em que se registrou a maior incidência máxima ($1363,9/10.000 \text{ hab.}$). Já entre 2016-2019 (Figura 5A), houve nova redistribuição das altas incidências (acima de $4,1 - 11,2/10.000 \text{ hab.}$) para

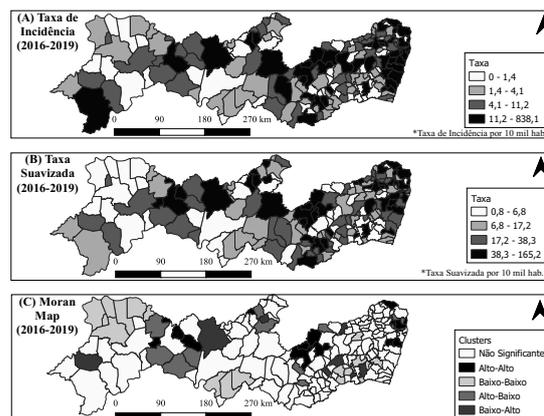


Figura 5: Taxa de incidência de dengue: taxa bruta (A), taxa suavizada (B) e LISA (C), Pernambuco, 2016-2019.

os padrões espaciais observados anteriormente. A taxa suavizada (Figura 4B) evidenciou que os municípios com os 25% maiores coeficientes de incidência de dengue para o período 2013-2015 (acima de $49,8/10.000 \text{ hab.}$) encontram-se em todo o estado, mas mais frequentes no Agreste, ZMN e RMR. Confirmou-se autocorrelação espacial com índice de coeficientes suavizados igual a $0,675 (p < 0,05)$. Verifica-se grande faixa de clusters Q1 no Agreste. Os clusters Q2 migraram para o Sertão e regiões inferiores do mapa (Agreste e Zona da mata Sul). Clusters Alto- Baixo (Q3) estão localizados nas porções superiores do Agreste e ZM. Há uma pequena área Baixo-Alto (Q4) no Agreste.

A taxa suavizada (Figura 5B) evidenciou que os municípios com os 25% maiores coeficientes de incidência de dengue para o período 2016-2019 (acima de $38,3/10.000 \text{ hab.}$) transferiram-se para RMR, ZM e Agreste, com alguns poucos municípios no Sertão.

O teste de Moran Global foi significativo para este período, com o índice dos coeficientes suavizados igual a $0,815 (p < 0,05)$. Os clusters Q1 distribuíram-se na RMR, ZM Sul, Agreste e Sertão mostrando a tendência à permanência desta doença em todo estado. Os clusters Q2 surgem no Sertão, Agreste e ZM Sul. Clusters Q3 e Q4 aparecem no Sertão, Agreste e Zona da Mata, indicando que estas áreas, apesar de também possuírem clusters Q2, precisam de atenção dos Serviços de Saúde, estando na iminência de desenvolver epidemias.

4. DISCUSSÃO

Em Pernambuco, as maiores taxas de incidência de dengue foram registradas entre os anos de 2010 e 2015. A análise espacial da taxa de incidência bruta mostrou que os maiores valores estiveram relativamente bem distribuídos, com áreas de concentração no Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife, revelando tendência à permanência da endemia. A autocorrelação espacial mostrou clusters alto-alto persistentes na região do Agreste em todo o período, seguido do Sertão entre 2007 e 2012. A Zona da Mata apresenta-se pontualmente problemática entre 2013 e 2015 e a RMR entre 2016 e 2019. No último triênio, os clusters alto-alto surgem pontualmente em todo o estado, indicando

persistência da doença.

A região Nordeste do Brasil apresentou uma das mais altas taxas de dengue do país em 2016 (403,3/100.000 hab.), ficando acima da média brasileira que foi de 301,5/100.000 hab.. [12], além de ser considerada a região mais pobre e uma das mais desiguais [13], com altos Índices de Gini (0,54), pouco acima da taxa brasileira que é de 0,5320. Pernambuco desponta no ranking de alta desigualdade, revelando um índice de Gini de 0,63 no último censo. Sabe-se que a desigualdade social é um problema global que aflige populações de países pobres e ricos [14, 15]. A persistência de iniquidades representa um dos problemas de saúde mais sérios e desafiadores do mundo, fazendo com que indivíduos de diferentes origens e grupos sociais tenham diferentes níveis de saúde [14, 16].

Especificamente com relação à dengue, pesquisa realizada em Campinas, estado de São Paulo, indicou que a desigualdade social contribuiu para a deflagração da maior epidemia já registrada na história da cidade [17]. Atrelada a estas condições, há que se considerar a influência do clima na reprodução do *Aedes Aegypti* nas regiões metropolitanas, sobretudo a do Recife, onde a umidade relativa do ar é alta, com ocorrência regular de episódios chuvosos e secos [18]. Este é o tipo de clima ideal para a reprodução do vetor da dengue.

Estudo realizado no Nordeste brasileiro mostra que esta é uma realidade geral para estas regiões [13]. Embora marcadamente presente na RMR, a análise de *Moran* mostra que é indiscutível a presença da dengue em todo o território pernambucano, revelando *clusters* alto-alto principalmente na região do Agreste, seguida do Sertão. A dependência espacial mostrada na distribuição da incidência de dengue é consideravelmente importante dada sua história natural e modo de transmissão, que envolve a ação de um vetor que não conhece limites geográficos. Na prática, pode-se inferir que há transmissão ativa nestes *clusters* (dentro e entre municípios), indicando serem estas áreas que necessitam de intervenção estatal imediata a fim de se conterem surtos epidêmicos.

5. CONCLUSÕES

As maiores incidências observadas no Agreste, Zona da Mata e Região Metropolitana do Recife podem indicar que os órgãos competentes precisam focar suas ações nestes locais. A presença de altas incidências em todo o estado e sua permanência em todo período do estudo revelam tendência à subsistência da endemia no estado, o que pode estar relacionado às iniquidades em saúde persistentes.

6. REFERÊNCIAS

- [1] Qinlong Jing and Ming Wang. Dengue epidemiology. *Global Health Journal*, 3(2):37–45, 2019.
- [2] Philip M Polgreen, Daniel J Diekema, Jeff VandeBerg, R Todd Wiblin, Yi Yi Chen, Sherry David, Dianne Rasmus, Nicole Gerdt, Angelena Ross, Louis Katz, et al. Risk factors for groin wound infection after femoral artery catheterization a case-control study. *Infection Control & Hospital Epidemiology*, 27(1):34–37, 2006.
- [3] Maria Ines Schmidt, Bruce B Duncan, Juliana Feliciati Hoffmann, Lenildo de Moura, Deborah Carvalho Malta, and Rosa Maria Sampaio Vilanova de Carvalho. Prevalence of diabetes and hypertension based on self-reported morbidity survey, Brazil, 2006. *Revista de Saude Publica*, 43:74–82, 2009.
- [4] Deborah Carvalho Malta, Maria do Carmo Leal, Maria Fernanda Lima Costa, and Otaliba Libânio de Moraes Neto. Inquéritos nacionais de saúde: experiência acumulada e proposta para o inquérito de saúde brasileiro. *Revista Brasileira de Epidemiologia*, 11:159–167, 2008.
- [5] Deborah Carvalho Malta, Otaliba Libânio de Moraes Neto, and Jarbas Barbosa da Silva Junior. Apresentação do plano de ações estratégicas para o enfrentamento das doenças crônicas não transmissíveis no Brasil, 2011 a 2022. 2011.
- [6] Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. Guia de vigilância epidemiológica. *Ministério da Saúde*, 2007.
- [7] IBGE Brasil. Instituto brasileiro de geografia e estatística. *Censo demográfico*, 2010:11, 2010.
- [8] Brasil. Ministério da Saúde, departamento de informática do SUS. *datasus*, 2015.
- [9] Roger J Marshall. Mapping disease and mortality rates using empirical bayes estimators. *Journal of the Royal Statistical Society: Series C (Applied Statistics)*, 40(2):283–294, 1991.
- [10] Ana Lúcia Andrade, Antônio Miguel Vieira Monteiro, Christovam Barcellos, Eugênio Lisboa, Lisiane Morelia Weide Acosta, Maria Cristina de Mattos Almeida, Maria Regina Varnieri Brito, Marília Sá Carvalho, Marina Atanaka dos Santos, Oswaldo Cruz, et al. Introdução à estatística espacial para a saúde pública. 2007.
- [11] Luc Anselin. Local indicators of spatial association—LISA. *Geographical analysis*, 27(2):93–115, 1995.
- [12] Andrea Wendt Böhm, Caroline dos Santos Costa, Rosália Garcia Neves, Thaynã Ramos Flores, and Bruno Pereira Nunes. Tendência da incidência de dengue no Brasil, 2002–2012. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, 25:725–733, 2016.
- [13] Rodrigo Feliciano do Carmo, José Valter Joaquim Silva Júnior, Andre Filipe Pastor, and Carlos Dornels Freire de Souza. Spatiotemporal dynamics, risk areas and social determinants of dengue in northeastern Brazil, 2014–2017: an ecological study. *Infectious diseases of poverty*, 9(1):1–16, 2020.
- [14] Mariana C Arcaya, Alyssa L Arcaya, and Sankaran Venkata Subramanian. Inequalities in health: definitions, concepts, and theories. *Global health action*, 8(1):27106, 2015.
- [15] Mauricio Lima Barreto. Health inequalities: a global perspective. *Ciência & Saúde Coletiva*, 22:2097–2108, 2017.
- [16] Katherine L Frohlich and Thomas Abel. Environmental justice and health practices: understanding how health inequities arise at the local level. *Sociology of Health & Illness*, 36(2):199–212, 2014.
- [17] Igor Cavallini Johansen, Roberto Luiz do Carmo, and Luciana Correia Alves. Desigualdade social intraurbana: implicações sobre a epidemia de dengue em Campinas, SP, em 2014. *Cadernos Metrôpole*, 18:421–440, 2016.
- [18] Ranyére Silva Nóbrega, Rafael Fhelipe de Lima Farias, and Carlos Antonio Costa dos Santos. Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. *Revista Brasileira de Meteorologia*, 30:171–180, 2015.