



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Índice de anomalias de chuva para diferentes mesorregiões do Estado do Rio Grande do Norte

Rudah Marques Maniçoba¹, José Espínola Sobrinho², Ítala Tavares Guimarães³, Edmilson Gomes Cavalcante Junior⁴, Tecla Ticiane Félix da Silva⁵, João Henrique Zonta⁶

¹Doutorando em Manejo de Solo e Água, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. rudahmanicoba@gmail.com (autor correspondente). ²Doutor, Professor Titular, Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN. jespinoia@ufersa.edu.br. ³Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. itala_guimaraes@outlook.com. ⁴Graduando em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. ediguatu@yahoo.com.br. ⁵Graduanda em Agronomia, Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN. teclaticiane12@hotmail.com. ⁶Doutor Pesquisador, Embrapa Algodão, Campina Grande-PB. joao-henrique.zonta@embrapa.br

Artigo recebido em 12/04/2017 e aceito em 05/08/2017

RESUMO

Uma das formas de se estudar a precipitação pluvial de determinada região é através de Índices de Anomalia de Chuva (IAC). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar o IAC em seis municípios de diferentes mesorregiões do Estado do Rio Grande do Norte, evidenciando os anos de seca e chuva. Mossoró, Apodi, Cruzeta, Santa Cruz, Natal e Ceará Mirim foram os municípios selecionados. Os dados de precipitação pluvial das séries históricas foram obtidos na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN), e os cálculos do IAC foram realizados com base na normal climatológica e médias dos 10 anos de máximas e mínimas precipitações. A classificação de anos secos e chuvosos foi feita de acordo com as classes de intensidade do IAC. Dentre os municípios analisados, Natal foi o mais chuvoso, reflexo da precipitação média anual (1656,3 mm), com o IAC variando entre -4,47 e 6,78. Cruzeta apresentou 29 anos com desvios negativos e 25 anos com desvios positivos. Mossoró foi a única cidade a apresentar 2 anos extremamente secos, e teve o IAC variando entre -4,12 e 6,78. Diferentemente de Mossoró, Ceará Mirim teve dois anos extremamente chuvosos, e o IAC variou entre -4,43 e 5,07. Apodi foi a cidade que mais apresentou eventos secos, e a cidade de Santa Cruz foi a única que não apresentou nenhum ano extremamente seco. Concluiu-se que a utilização do IAC garante resultados mais precisos referentes ao grau de variação da chuva em torno da normal climatológica. Palavras-chave: precipitação, séries históricas, classe de intensidade.

Index of rain anomaly for different mesoregions of Rio Grande do Norte state

ABSTRACT

One way to study the rainfall of the determined region is through Rain Anomaly Indexes (IAC). In this context, the present work had the objective of analyzing the IAC in six municipalities of different mesoregions of the State of Rio Grande do Norte, evidencing the years of drought and rain. Mossoró, Apodi, Cruzeta, Santa Cruz, Natal e Ceará Mirim were the municipalities selected. The rainfall data of the historical series were obtained from the Agricultural Research Company of Rio Grande do Norte (EMPARN), and the calculations of the IAC were performed based on the normal climatologica and averages of 10 years of maximum and minimum precipitations. The classification of dry and wet years was made according to intensity classes of IAC. Among the municipalities analyzed, Natal was the wettest, reflecting the annual average precipitation (1656,3 mm), with the IAC ranging between -4,47 and 6,78. Cruzeta presented 29 years with negative deviations and 25 years with positive deviations. Mossoró was the only city to present two extremely dry years, and had IAC varying between -4,12 e 6,78. Unlike Mossoró, Ceará Mirim had two extremely wet years, and the IAC ranged between -4,43 and 5,07. Apodi was the city that more presented dry events, and the Santa Cruz city was the only one that did not present dry years. It was concluded that the use of IAC guarantees more accurate results regarding the degree of rain variation around the climatological normal.

Keywords: rainfall; historical data; intensity class.

Introdução

A ocorrência de secas como consequência de alteração climática, em várias regiões do globo

terrestre, na década de setenta evidenciou a vulnerabilidade do homem a esse risco climático, demonstrando a necessidade de melhor

entendimento, melhor previsão de sua ocorrência e uso correto de medidas mitigatórias (Noronha et al., 2016). No Rio Grande do Norte (RN), verifica-se uma distribuição espaço-temporal de chuvas bastante peculiar. Um dos resultados discutidos no último relatório do Intergovernmental Panel on Climate Change (AR4 - IPCC, 2007) foi sobre a possível transformação do semiárido nordestino em semideserto nos próximos 60 anos. Se de fato isso ocorrer o RN será muito afetado, pois apresenta cerca de 90% de seu território com características de clima semiárido (Silva, 2012).

A precipitação pluvial é uma das variáveis meteorológicas de maior importância para a sociedade, por influenciar diretamente as atividades humanas, em que o seu excesso (enchentes) ou escassez (secas) ocasionam danos socioeconômicos e ambientais significativos (Diniz, 2013). Com as alterações na precipitação pluvial devido às mudanças climáticas, levando a aumento significativo de eventos extremos de secas e chuvosos (Costa et al., 2015), ativa a necessidade de um melhor conhecimento e interpretação das escalas da variabilidade pluviométricas, que podem ser efetuadas, por meio de índices (Alves et al., 2016).

A caracterização da variabilidade espaço-temporal da precipitação em determinada região de estudo pode ser obtida pelo Índice de Anomalia de Chuva (IAC), permitindo a realização de comparações do regime pluviométrico de determinado local a partir de uma série de dados históricos de chuva (Araújo et al., 2007; Marcuzzo et al., 2011; Sanches et al., 2014). O IAC é calculado na escala de tempo semanal, mensal ou anual, e necessita apenas de dados de precipitação. A escolha da escala de tempo é feita com base na distribuição da precipitação. A classificação é efetuada com base nos 10 eventos

Dada a importância das alterações das mudanças climáticas e da necessidade de melhor conhecer e interpretar as escalas temporais da variabilidade pluviométrica, esse trabalho se propõe a investigar através dos Índices de Anomalia de Chuva (IAC), as séries temporais de seis municípios de diferentes mesorregiões do Estado do Rio Grande do Norte.

Material e métodos

O Estado do Rio Grande do Norte possui municípios distribuídos em quatro mesorregiões, sendo que para esse trabalho, foram selecionados seis municípios: Mossoró (-5,12°S; -37,33°O; 15 m) e Apodi (-5,67° S; -37,78°O; 87 m), que ficam

localizados na mesorregião Oeste Potiguar, Cruzeta (-6,4°S; -36,77°O; 140m), que fica localizado na mesorregião Central Potiguar, Santa Cruz (-6,23°S; -36,02°O; 240 m), localizado na mesorregião Agreste Potiguar, além de Natal (-5,8°S; -35,22°O; 49 m) e Ceará Mirim (-5,63°S; -35,43°; 40 m), localizados na mesorregião Leste Potiguar. Como critério de escolha dos municípios, optou-se por aqueles que tivessem uma série de dados longa e consistente (sem falhas), e que representassem as quatro mesorregiões do Estado.

Os dados de precipitação utilizados neste estudo são oriundos de estações meteorológicas e pluviômetros pertencentes à Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN). A duração das séries de dados foi a mesma para os cinco municípios, de 1963 a 2016, totalizando 54 anos de dados.

Para a tabulação e a realização dos cálculos das séries históricas selecionadas, foi utilizada uma planilha eletrônica (Software Microsoft Office Excel), sendo obtidas as médias mensais e anuais das séries. Destacando-se que os dados mensais de precipitação foram agrupados em totais anuais para a obtenção dos IAC da série.

Na determinação do índice de anomalia de chuva (IAC), utilizou-se a metodologia sugerida por Rooy (1965) e adaptada por Freitas (2005), a fim da obtenção das anomalias positivas e negativas:

$$IAC = 3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{M} - \bar{N})} \right] \quad (1) \text{ para anomalias positivas}$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N - \bar{N})}{(\bar{X} - \bar{N})} \right] \quad (2) \text{ para anomalias negativas}$$

em que:

N = precipitação observada do ano em que será gerado o IAC (mm);

\bar{N} = precipitação média anual da série histórica (mm);

\bar{M} = média das dez maiores precipitações anuais da série histórica (mm); e,

\bar{X} = média das dez menores precipitações anuais da série histórica (mm).

Para realização da disposição dos municípios em termos de IAC, foi utilizada a classificação elaborada por Araújo et al. (2009) para os anos secos e úmidos, com adaptação para anos secos e chuvosos. A classificação é feita de acordo com os valores registrados para o IAC, como mostra a Tabela 1.

Tabela 1. Classes do Índice de Anomalia de Chuva.

	Faixa de IAC	Classe de Intensidade
Índice de Anomalia de Chuva (IAC)	> 4	Extremamente Chuvoso
	2 a 4	Muito Chuvoso
	0 a 2	Chuvoso
	0 a -2	Seco
	-2 a -4	Muito Seco
	< -4	Extremamente Seco

Resultados e Discussão

Com o intuito de embasar a discussão, no que diz respeito ao clima e às características pluviométricas de cada município, foi exposto na Figura 1, o comportamento da normal climatológica mensal para a precipitação pluvial, permitindo a visualização das épocas chuvosas e secas de cada município.

O município de Natal, localizado no litoral Leste, apresentou uma precipitação média anual de 1656,3 mm, sendo o mais chuvoso dos seis municípios estudados, e também de todo o Rio Grande do Norte, concentrando os maiores valores entre meses de abril a julho, com o mês de junho o mês mais chuvoso (Figura 1). Esse elevado índice pluviométrico é devido a sua maior proximidade com o oceano. O máximo de chuvas estaria ligado à maior atividade de circulação de brisa que advecta bandas de nebulosidade para o continente e à ação das frentes frias (Kousky, 1979). O município de Ceará Mirim foi o segundo mais chuvoso entre os seis municípios, e também localiza-se da mesorregião leste potiguar, porém se distancia alguns quilômetros do litoral.

Os municípios de Mossoró e Apodi, por sua vez, apresentaram similaridade entre o período em que se concentram os maiores níveis

pluviométricos (fevereiro a abril, com máxima em março) e entre as suas médias de normais climatológicas, com 772,6 e 722,1 mm por ano, respectivamente, caracterizando-os como os municípios pouco chuvosos (Figura 1). Praticamente não chove, nos dois municípios, durante os meses de agosto a novembro.

Essa semelhança entre os dois municípios está associada ao fato de ambos estarem localizadas na faixa oeste do Estado, região Semiárida, porém, apresenta algumas características de clima tropical úmido e, portanto, registra chuvas mais regulares e abundantes que o Seridó, segundo a Empresa de Pesquisa Agropecuária do RN (EMPARN, 2017).

Cruzeta, 639,9 mm, e Santa Cruz, com 542,0 mm, apresentaram as menores médias anuais de precipitação pluvial. Esses municípios estão situados, respectivamente, nas mesorregiões Centro e Agreste potiguar, que ficam na região central do Estado. Segundo Bistro et al. (2000), no Rio Grande do Norte, o índice pluviométrico médio anual, fica em torno de 823,6 mm, apresentando uma variação nas diferentes regiões de modo que a menor média anual é na região central (630,4 mm) e região Agreste (639,1 mm).

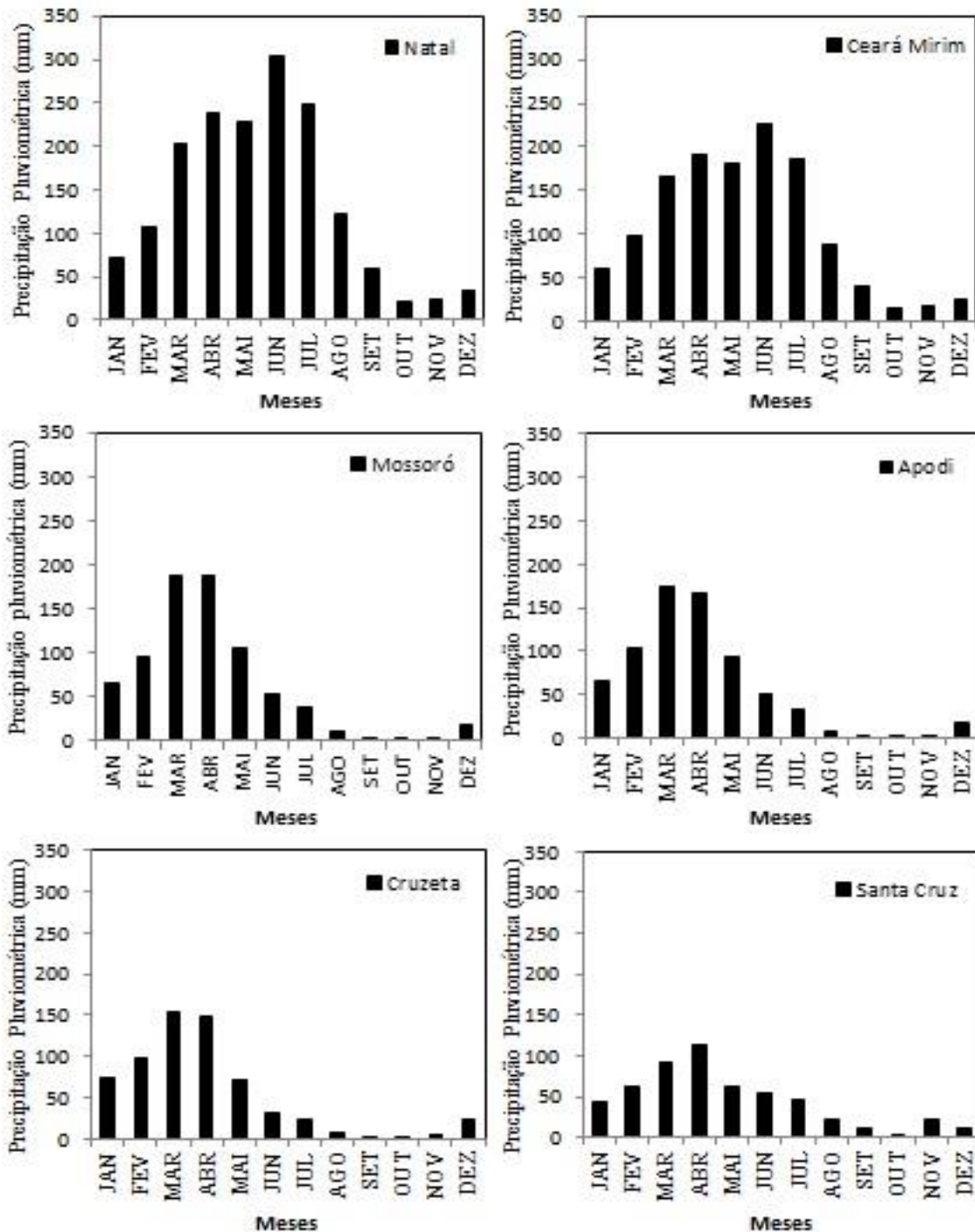


Figura 1 - Médias mensais da precipitação pluvial, referente às suas normais climatológicas (1963-2016), dos municípios de Natal, Ceará Mirim, Mossoró, Apodi, Cruzeta e Santa Cruz, no Estado do Rio Grande do Norte.

A avaliação e o monitoramento do grau de severidade e de duração dos períodos secos e chuvosos das séries de dados foram realizados por meio de IAC. Valores positivos de IAC significam que o determinado ano foi chuvoso, dependendo do valor atingindo, pode ser classificado na classe de intensidade como chuvoso, muito chuvoso ou extremamente chuvoso e, similarmente aos valores

positivos de IAC, os valores negativos representam os anos secos, com classificação de seco, muito seco ou extremamente seco (Araújo et al., 2009).

Para a cidade de Mossoró, houve 24 anos com desvios positivos e 30 anos com desvios negativos, variando entre -4,22 e 6,78 (Figura 2), contemplando todas as classificações elaboradas por Araújo et al. (2009). Dentre os 54 anos de

dados da série histórica de Mossoró, dois anos foram extremamente secos, dez anos foram muito secos e 18 anos foram apenas secos.

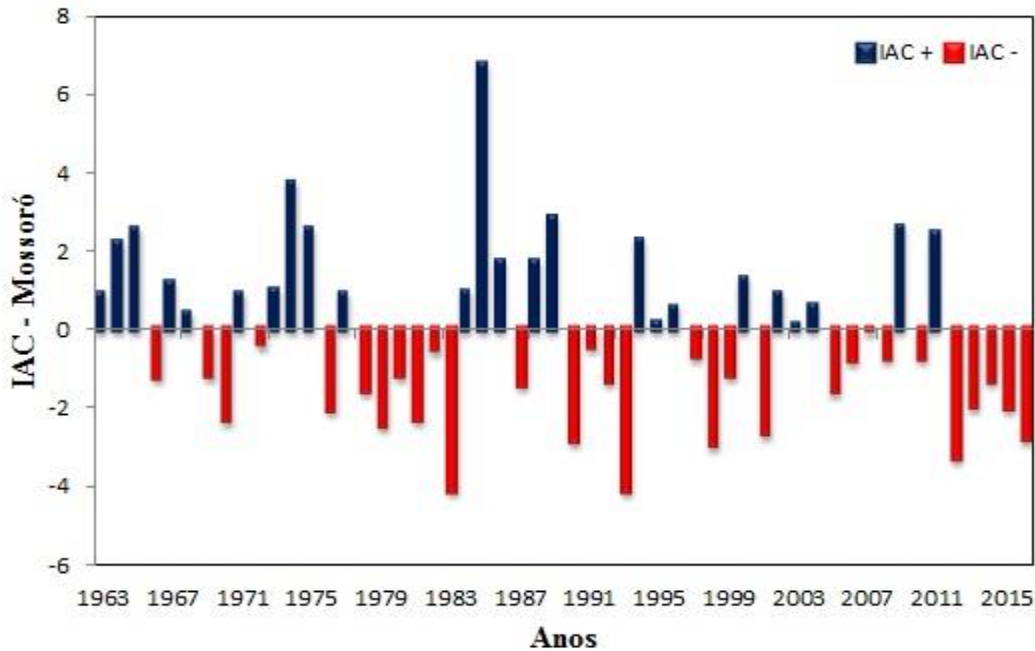


Figura 2. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Mossoró, Rio Grande do Norte.

O município de Ceará-Mirim, assim como Mossoró, apresentou 24 anos com desvios positivos e 30 anos com desvios negativos (Figura 3), variando entre -4,43 e 5,07, porém apresentou dois eventos extremos chuvosos, o que não ocorreu em Mossoró, onde os eventos extremos foram secos. Apesar de apresentar dois eventos

extremamente chuvosos, o evento mais frequente foi o seco (20 anos), seguido de chuvoso (15 anos), e muito secos (9 anos). No entanto, o volume de precipitação pluvial anual é superior a média anual dos demais. Fator que é explicado pelas elevadas chuvas anuais que se sobressai das demais cidades.

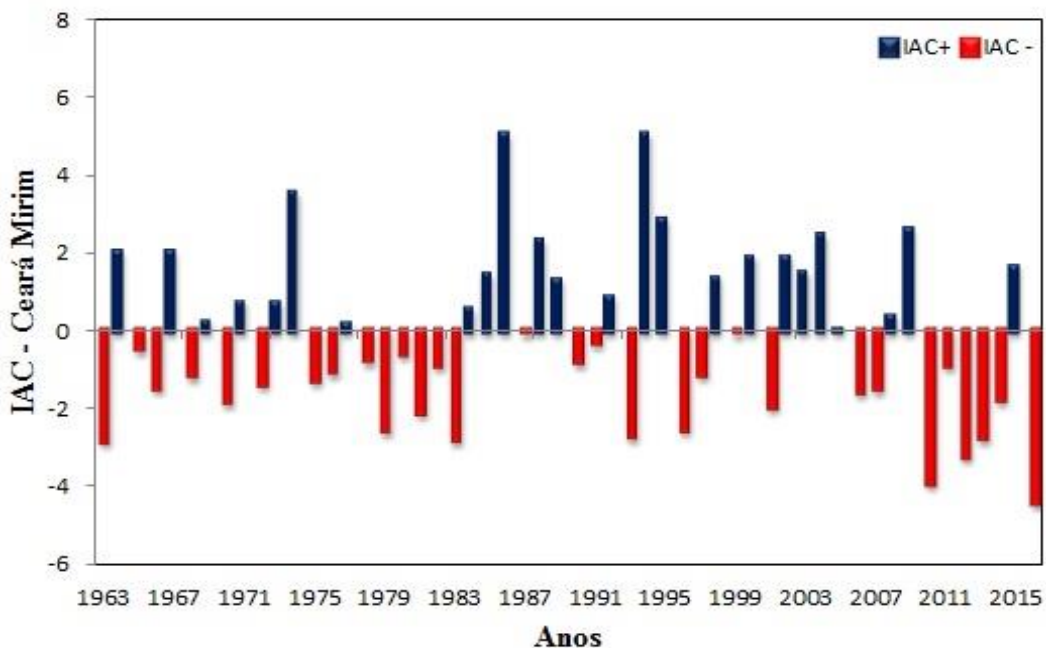


Figura 3. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Ceará Mirim, Rio Grande do Norte.

O município de Apodi é um município produtor de algodão herbáceo, arroz, feijão, milho, melão, melancia, caju e banana, o que torna imprescindível um bom planejamento no setor agrícola no que diz respeito à precipitação pluvial. Apodi foi o município que mais apresentou anos com desvios negativos, 34 anos no total, e apenas 20 anos de eventos positivos (Figura 4). Para esses valores de IAC negativos, foram identificados 22 anos secos, 11 anos muito secos e 1 ano extremamente seco. Os 20 anos positivos ficaram divididos entre: 12 anos chuvosos, 7 anos muito chuvosos, e 1 ano extremamente chuvoso.

Apodi e Mossoró estão centrados na região semiárida potiguar, ausente de influência direta das brisas marítimas e dos alísios úmidos oriundos do Atlântico Leste em virtude de sua continentalidade, sendo a Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) o sistema responsável pelas chuvas nessa região. Porém, quando não ocorre a oscilação da ZCIT ao hemisfério sul a região torna-se vulnerável as secas (Nobre e Melo, 2004; Araújo et al., 2008). Segundo

Maniçoba (2015), temperaturas da superfície do mar abaixo da normal no Atlântico Sul estão significativamente relacionadas com a precipitação abaixo da normal na Região Oeste do Estado do Rio Grande do Norte.

Embora estejam em mesorregiões diferentes, Santa Cruz e Apodi apresentaram bastante semelhança quanto a variação do IAC. Santa Cruz fica localizado na mesorregião agreste, e foi o segundo município que mais apresentou anos com desvios negativos, 33 anos, e apenas 21 anos com desvios positivos (Figura 5). Seu IAC variou entre -3,87 e 6,38. Apesar de apresentar os desvios em sua maioria negativos, Santa Cruz não teve nenhum ano extremamente seco. Segundo Araújo e Arruda Junior (2013), a Região Agreste mesmo não apresentando os maiores índices pluviométricos anuais do Estado do Rio Grande do Norte tem sua formação atrelada à criação de gado leiteiro, ao cultivo de algodão e de culturas de subsistência, dentre as quais a mandioca.

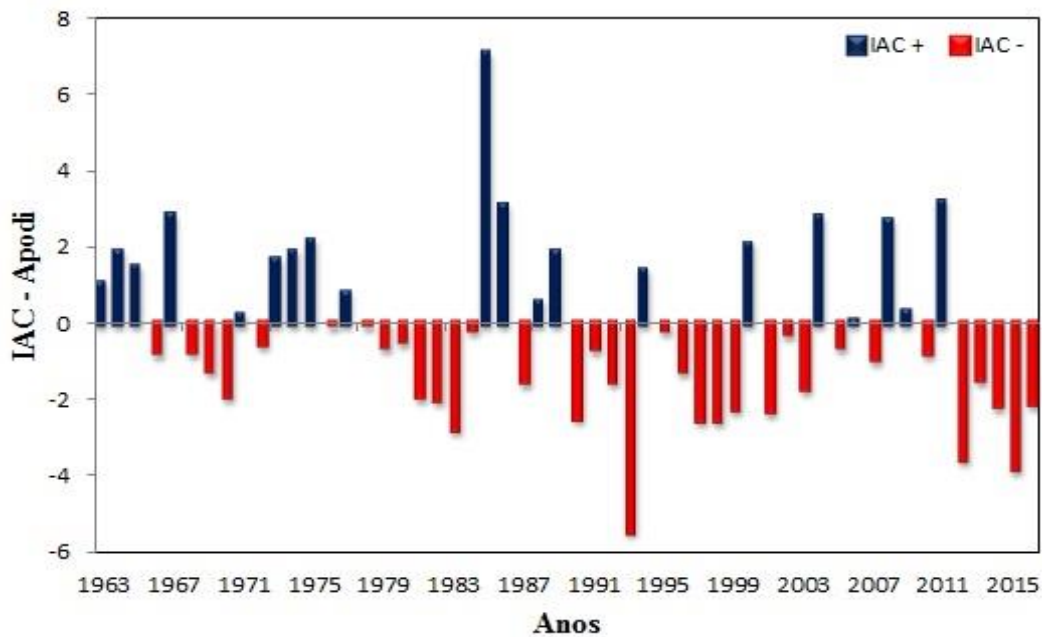


Figura 4. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Apodi, Rio Grande do Norte.

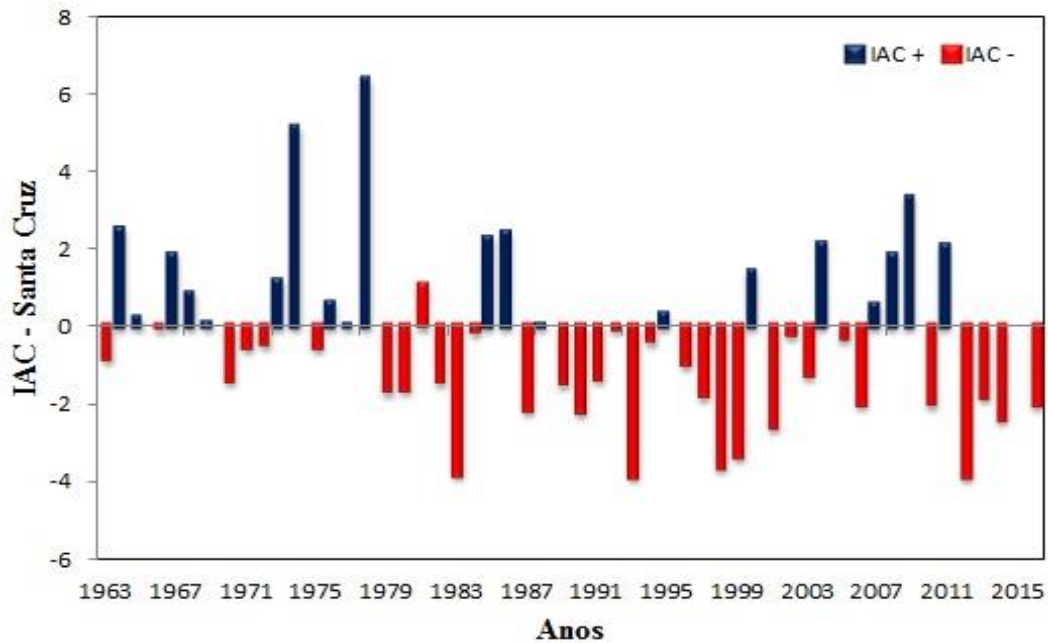


Figura 5. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Santa Cruz, Rio Grande do Norte.

Em Cruzeta, município localizado na mesorregião Central Potiguar, ocorreram 25 anos com desvios positivos e 29 anos com desvios negativos dentro da série histórica de 54 anos (Figura 6). Dentre os 54 anos de precipitação, 1 ano foi extremamente chuvoso, 1 ano foi extremamente seco e a classe mais representada foi a de eventos secos (18 anos), com uma variação de IAC entre -4,16 e 4,19. Com relação aos 25 anos que apresentaram desvios positivos, 16 eventos foram classificados como chuvosos e 8 eventos como muito chuvosos.

A região que está localizado o município de Cruzeta é a mais castigada pela seca no Rio

Grande do Norte, devido a maior influência dos ventos alísios secos do Nordeste, que incidem no Litoral Norte se interiorizando pelo território potiguar (Aspectos Físicos, 2010). O município de Cruzeta sofre com a desertificação, que é uma característica presente nos municípios das microrregiões Seridó Oriental e Ocidental que constituem o Núcleo de Desertificação do Seridó (NDS) e nas áreas do seu entorno (Sampaio et al., 2003; Sa e Angelotti, 2009). Essa inconstância da precipitação pluvial no município, fazendo com que a utilização da irrigação garanta a produção também nesses anos considerados secos.

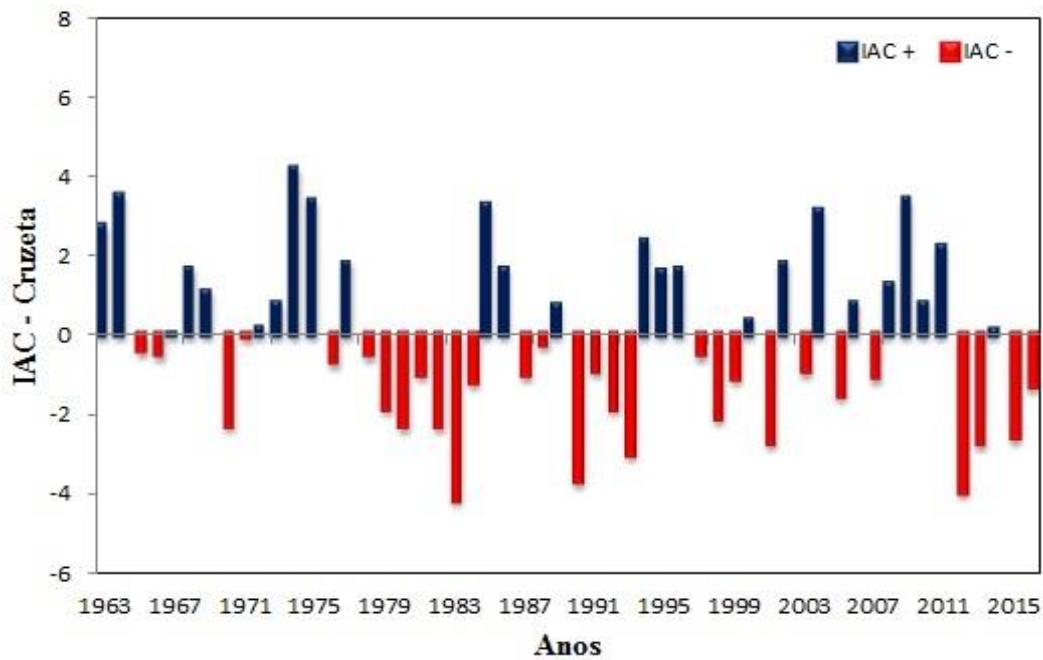


Figura 6. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Cruzeta, Rio Grande do Norte.

Por fim temos o município de Natal, que fica localizado na mesorregião do Leste Potiguar, e se destaca no ponto de vista populacional e econômico (IDEMA, 2010). No litoral leste e no agreste do Estado as Perturbações Ondulatórias dos Alísios (POA's) são determinantes na ocorrência de chuvas, atuando especialmente de maio a agosto (Nobre e Molion, 1988).

Natal, cuja variação do IAC foi de 6,78 a -4,47, apresentou 25 anos com índices

positivos e 29 anos com índices negativos, salientando que, em relação aos demais municípios, nesses anos secos, o volume de precipitação pluvial anual ainda foi superior a média anual dos demais. Fator que é explicado pelas características de clima úmido com elevadas chuvas anuais que se sobressai das demais cidades (Figura 7). Dentre esses 25 anos acima do normal, 2 foram extremamente chuvosos, 6 foram muito chuvosos e 17 foram chuvosos.

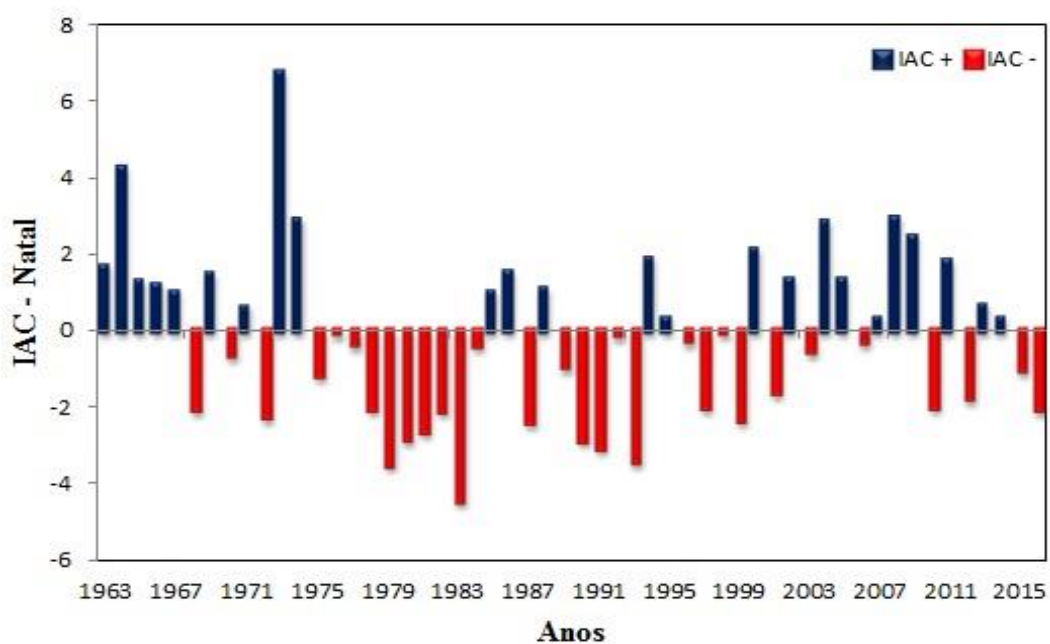


Figura 7. Valores do índice de anomalia de chuva (IAC), positivos e negativos, da normal climatológica de 1963 a 2016, para o município de Natal, Rio Grande do Norte.

Conclusões

O IAC possibilitou uma ótima visualização do grau de variação da chuva em torno da normal climatológica, apresentando-se como um bom indicador climático para se avaliar a variabilidade pluviométrica.

Os maiores valores absolutos dos índices de anomalia de chuva são referentes às anomalias positivas. Todos os municípios apresentaram anos classificados como “extremamente chuvosos”. Com relação aos anos “extremamente secos”, apenas o município de Santa Cruz não apresentou nenhum ano, embora tenha sido o município com mais eventos secos.

A elevada quantidade de anos que apresentaram IAC negativo para todos os municípios, juntamente com a significativa oscilação entre os anos chuvosos e secos das séries históricas, caracterizam essas localidades como instáveis para a produção agrícola de sequeiro.

No geral, o período com mais anos com desvios negativos foi a década de 70. O auge dessa seca foi em 1981. Essa estiagem deixou rastro de fome e miséria no Rio Grande do Norte.

Agradecimentos

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte (EMPARN) pela concessão dos dados de precipitação pluvial e ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA) pela contribuição com o trabalho e apoio na divulgação em eventos científicos.

Referências

- Alves, J. de O., Pereira, P. de C., Queiroz, M. G. de., Thieres, G. F. da S., Ferreira, J. M. da S., Araújo Junior, G. do N., 2016. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. *Pensar Acadêmico* 14, 37-47.
- Araújo, R.M., Arruda Junior, S., 2013. Cultura da Mandioca: Estudo de caso no Agreste Potiguar à luz dos relacionamentos inter atores. *Holos* 6, 52-72.
- Aspectos Físicos, 2010. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br/perfilrn/Aspectos-fisicos.pdf>>. Acesso: 20 fev. 2010.
- Araújo, L. E de., Sousa, F. de A. S. de., Ribeiro, M. A. de F. M., Santos, A. S. dos., Medeiros, P. da C., 2008. Análise estatística de chuvas intensas na bacia hidrográfica do Rio Paraíba. *Revista Brasileira de Meteorologia* 23, 162-169.
- Nobre, P.; Melo, A. B. C., 2004. Variabilidade climática intrasazonal sobre o Nordeste do Brasil em 1998-2000. *Revista Climanalise* 2. 1-10.
- Araújo, L. E., Moraes Neto, J. M. de., Sousa, F. A. S., 2009. Análise Climática da Bacia do Rio Paraíba - Índice de Anomalia de Chuva (IAC). *Engenharia Ambiental* 6, 508-523.
- Araújo, L. E., Silva, D. F. da., Moraes Neto, J. M. de., Sousa, F. de A. Salviano de., 2007. Análise da variabilidade espaço-temporal da precipitação na Bacia do Rio Paraíba usando IAC. *Revista de Geografia* 24, 47-59.
- Costa, M. S., Lima, K. C., Andrade, M. de M., Gonçalves, W. A., 2015. Tendências observadas em extremos de precipitação sobre a região Semiárida do Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física* 8, 1321-1334.
- Diniz, J. M. T., 2013. Variabilidade da precipitação e do número de dias com chuvas de duas cidades distintas da Paraíba, *Holos* 3, 171-180.
- EMPARN. Empresa de pesquisa agropecuária do Rio Grande do Norte, 2017. Disponível em: <www.emparn.rn.gov.br>. Acesso: 20 abril 2017.
- Freitas, M. A. S., 2005. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semi- Áridas. *Revista Tecnologia* volume suplementar, 84-95.
- IPCC. INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007. The Scientific basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, UK.
- Keyantash, J.; Dracup, J. A., 2002. The quantification of drought: An analysis of drought indices. *Bulletin of the American Meteorological Society* 83, 1167-1180.
- Kousky, V. E., 1979. Frontal influences on northeast Brazil. *Monthly Weather Review* 107, 1140-1153.
- Maniçoba, R. M., 2015. Relação entre a temperatura da superfície do mar e a precipitação no Estado do Rio Grande do Norte. Dissertação (Mestrado). Natal, UFRN.
- Marcuzzo, F. F. N., Melo, D. C. R., Rocha, H. M., 2011. Distribuição espaço-temporal e sazonalidade das chuvas no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos* 16, 157-167.
- Nobre, C. A.; Molion, L. C., 1988. The climatology of droughts and drought predictions, in: Parry, M. L., Carter, T. T., Koijn, N. T, The impact of climate variations on agriculture. Kluwer Academic, Dordrecht, Netherlands, pp. 115-134.

- Noronha, G. C. de.; Hora, M. de A. G. M. da.; Silva, L. P. da., 2016. Análise do Índice de Anomalia de Chuva para a Microbacia de Santa Maria/Cambiocó, RJ. *Revista Brasileira de Meteorologia* 31, 74-81.
- Rooy, M. P., Van. A., 1965. Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space. *Notes* 14, 1- 43.
- Sá, I. B., Angelotti, F., 2009. Degradação ambiental e desertificação no semi-árido brasileiro, in: Angelotti, F., Sá, I. B., Menezes, E. A., Pellegrino, G. Q. *Mudanças climáticas e desertificação no semi-árido brasileiro*. Editora Embrapa, Campinas, pp. 53-76.
- Sampaio, E. V. S. B., Sampaio, Y. Vital, T., Araújo, M. S. B., Sampaio, G. R., 2003. *Desertificação no Brasil: Conceitos, núcleos e tecnologias de recuperação e convivência*, Editora Universitária, Recife.
- Sanches, F. O.; Verdum, R.; Fisch, G., 2014. O índice de anomalia de chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegrete/Rs (1928-2009). *Caminhos de Geografia* 15, 73-84.
- Silva, C. M. S., Lúcio, P. S., Spyrides, M. H. C., 2012. Distribuição espacial da precipitação sobre o Rio Grande do Norte: estimativas via satélites e medidas por pluviômetros. *Revista Brasileira de Meteorologia* 27, 337-346.