



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## **CORRELAÇÃO TEMPORAL DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADA COM O VOLUME DE ÁGUA ARMAZENADA NO AÇUDE DE ORÓS, CEARÁ, BRASIL.**

Fábio Vinicius Marley Santos Lima <sup>(1)</sup>, Rodrigo Mikosz Gonçalves <sup>(2)</sup>, Raquel Arcoverde Vila Nova <sup>(3)</sup>, Laisa Mirelle Barreto Moraes <sup>(4)</sup>

<sup>(1)</sup> Mestrando em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail: fabiomarley.v@gmail.com;

<sup>(2)</sup> Professor do Departamento de Engenharia Cartográfica da UFPE, e-mail: rodrigo.mikosz@ufpe.br

<sup>(3)</sup> Mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação UFPE, e-mail: Raquel.vn10@gmail.com;

<sup>(4)</sup> Graduanda em Engenharia Cartográfica UFPE, e-mail: l.barreto94@hotmail.com.

**Eixo:** Dinâmica e gestão de bacias hidrográficas

### **Resumo**

O presente estudo compreende analisar a relação entre o índice de precipitação padronizada (*Standardized Precipitation Index*, SPI) com a variação do volume do reservatório de Orós localizado no estado do Ceará com uma área de drenagem de 25.000km<sup>2</sup> situado na sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia de drenagem do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe, com uma capacidade de 1.940hm<sup>3</sup> de água. O objetivo é analisar o comportamento entre o SPI em diferentes escalas de tempo com a variação do volume do reservatório no período de janeiro de 2000 á dezembro de 2018. Como resultado a pesquisa identificou a aplicabilidade para cada escala temporal do índice, bem como identificou os períodos de seca ao longo do tempo de estudo, informações fundamentais para gestão de recursos hídricos.

**Palavras chave:** Índice de seca, Precipitação, Orós, Seca, SPI.

### **1. Introdução**

Estudos mostram que o Brasil é vulnerável às mudanças climáticas, especialmente quanto aos extremos climáticos. Entre as áreas mais vulneráveis destacam-se como exemplo a Amazônia e o Nordeste do Brasil (AMBRIZZI et al., 2007; MARENGO et al., 2007).



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A seca pode ser considerada como um fenômeno natural desastroso, que tem impacto significativo nas esferas socioeconômicas, agrícolas e ambientais. Difere de outros desastres naturais por ter seu processo lento e de difícil determinação dos períodos de início e fim. Por ser um processo vagaroso, frequentemente a seca não atrai a atenção da comunidade, persistindo seu impacto mesmo depois do término do evento. As secas normalmente atingem uma vasta extensão espacial e temporal (MOLINA e LIMA, 1999).

A maior parte dos trabalhos científicos reconhece quatro tipos de seca, entre elas: meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica (WILHITE e GLANTZ, 1987; RASUSSEM, 1993). Segundo Wilhite e Glantz (1987), todos os tipos de seca são originados por um déficit de precipitação que resulta em uma baixa disponibilidade hídrica para a atividade que a requer.

O SPI é um índice de seca meteorológica desenvolvido por Mckee, Doesken e Kleist (1993) com o objetivo de monitorar e analisar a seca, com capacidade de quantificar o déficit ou o excesso de precipitação em várias escalas de tempo.

O SPI utiliza apenas os dados mensais de precipitação, sendo estes normalizados de modo que os climas mais úmidos e secos sejam representados de uma maneira similar. O SPI pode ser aplicado a qualquer região que possua uma série histórica de dados mensais de precipitação de, no mínimo, 30 anos.

O diagnóstico das secas é um trabalho importante, em especial em uma região do semiárido como a região de Orós situado na bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, uma vez que tais estudos trazem informações valiosas para avaliar as magnitudes e possíveis impactos de forma a estimular os gestores públicos a investir no planejamento e mitigação das secas.

Neste trabalho são analisadas as secas ocorridas no período entre 2000 a 2018 no açude de Orós, através de dados de precipitação da estação pluviométrica nº102 próximo ao reservatório de Orós, onde as informações do SPI são correlacionadas com o volume do reservatório d'água.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

## 2. Materiais e Métodos

### 2.1. Área de Estudo

O reservatório de Orós (Figura 1) localizado no município de Orós no estado do Ceará a aproximadamente 450km de Fortaleza, o mesmo situa-se em uma das mais importantes bacias hidrográficas da região, a bacia do rio Jaguaribe, com uma área de drenagem de 25.000km<sup>2</sup> e capacidade volumétrica de 1.940,00hm<sup>3</sup> (DNOCS 2019).

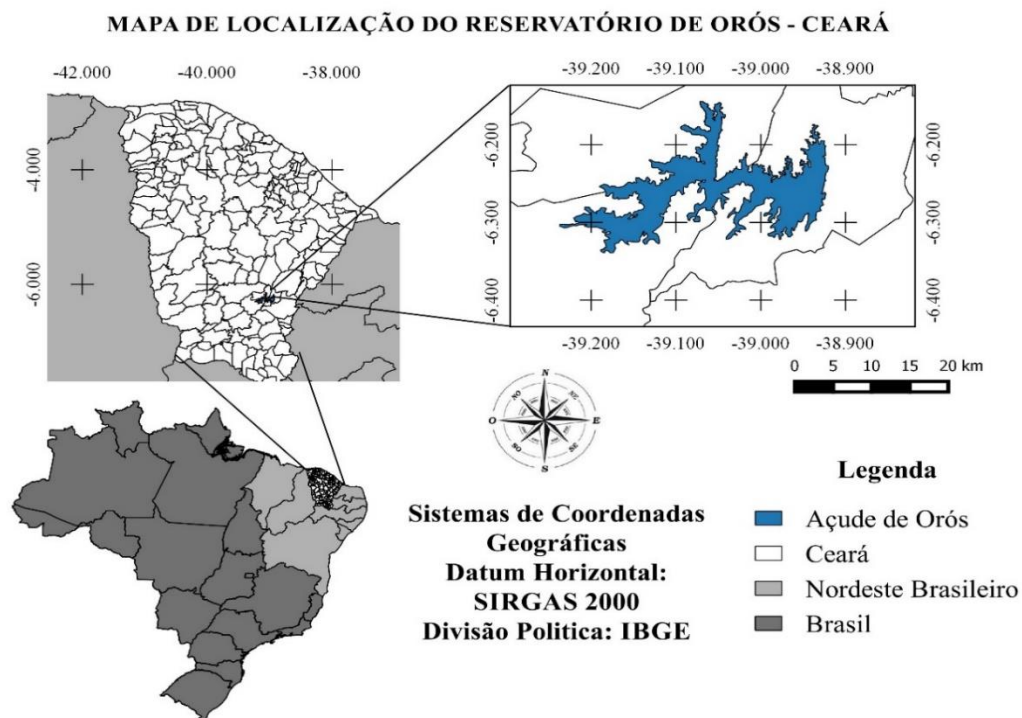


Figura 1: Mapa de localização do Reservatório de Orós. Fonte: Autores, 2019.

A bacia hidráulica do açude Orós está dividida politicamente entre três municípios, isto é, Iguatu, Quixelô e Orós. A bacia hidrográfica do reservatório corresponde a aproximadamente 96% da sub-bacia hidrográfica do Alto Jaguaribe, a qual, por sua vez, faz parte da maior bacia de drenagem do estado do Ceará, a do rio Jaguaribe (Soares et al., 2009).

O clima da região, conforme o Índice de Aridez Thornthwaite (1948), é de 0,44 classificando-se como semiárido. As precipitações das cidades que ficam ao entorno do



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

reservatório chegam a atingir valores médios anuais superiores a 800 mm, sendo a evapotranspiração potencial média anual em torno de 1900 mm, ou seja, apresenta valores superiores aos valores de precipitação (FUNCEME, 2019).

## 2.2. Materiais

Foram utilizados dados históricos de precipitação da estação pluviométrica de Orós n° 102, localizada nas coordenadas -6° 14' 38'' de Latitude e -38° 54' 44'' de Longitude, contendo informações temporais de chuva dos últimos 30 anos entre o intervalo de 1989 á 2018 da estação. Esses dados foram obtidos no banco de dados da FUNCEME. Também foi utilizado dados históricos do volume do reservatório de Orós obtido pelo banco de dados da ANA.

## 2.3. Métodos

A metodologia seguiu os seguintes passos:

- (i) *Download* de informações de precipitação (FUNCEME), volume do reservatório (ANA);
- (ii) Cálculo do Índice de Precipitação Padronizada (SPI) nas escalas de 12 e 18 meses;
- (iii) Geração de gráficos da série temporal a partir das médias mensais e anuais dos dados SPI, volume do reservatório e precipitação;
- (iv) Correlação e identificação de quais escalas temporais interpretam o comportamento da variação de volume do reservatório.

## 2.4. Cálculo do Standardized Precipitation Index (SPI)

O cálculo do SPI consiste inicialmente em ajustar a função densidade de probabilidade gama, a uma dada distribuição de frequência do total de precipitação para uma estação. Neste estudo utilizou-se a distribuição de probabilidade Gama como na Eq. (1) por ser bastante eficiente em representar precipitação (WILKS, 2006).

$$g(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} \quad \alpha = \frac{1}{4A} \left( 1 + \sqrt{1 + \frac{4A}{3}} \right) \quad \beta = \frac{\bar{x}}{\alpha} \quad (1)$$



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Onde:  $\alpha > 0$  é o parâmetro de forma (adimensional);  $\beta > 0$  é o parâmetro de escala (mm);  $x > 0$  é a quantidade de precipitação (mm);  $\Gamma(\alpha) = \int_0^{\infty} y^{\alpha-1} e^{-y} dy$  função Gama, equação 1.

Os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  da função densidade de probabilidade Gama foram estimados pelo método da Máxima Verossimilhança proposto por Thom, (1966), ou seja:

Onde:  $\bar{x}$ , é a média aritmética da precipitação pluvial (mm);  $A = \ln(x) - \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N \ln(x)$ ;  $\ln$ , logaritmo neperiano;  $N$ , número de observações de precipitação.

Os parâmetros de forma e escala foram ajustados para encontrar a distribuição de probabilidade acumulada de um evento de precipitação observada para a escala de tempo mensal assim, a probabilidade cumulativa foi representada pela Eq.  $G_1(x)$ , que quando integrada resulta na Eq. (2):

$$G_1(x) = \int_0^x g(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} \int_0^x x^{\alpha-1} e^{-\frac{x}{\beta}} dt \quad G(x) = \frac{1}{\beta\alpha\Gamma(\alpha)} \int_0^x t^{\alpha-1} e^{-t} dt \quad (2)$$

A Eq. (2) representa a função gama incompleta e não admite valores nulos. No caso da precipitação que considera valores nulos a distribuição da probabilidade gama é determinada pela Eq. (3), sendo  $q$  a probabilidade de ocorrência de precipitação zero:

$$H(x) = q + (1 - q) G(x); \text{ para } q = \frac{m}{n+1} \quad (3)$$

Onde:  $m$ , número de ordem dos valores de zero em uma série climatológica;  $n$ , tamanho da amostra.  $H(x)$  é então transformada em uma variável normal, valor final do SPI, utilizando-se as equações desenvolvidas por Abramowitz e Stegun, (1965).

$$Z = \text{SPI} = -\left(t - \frac{c_0 + c_1 t^2 + c_2 t^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right); \quad Z = \text{SPI} = +\left(t - \frac{c_0 + c_1 t^2 + c_2 t^3}{1 + d_1 t + d_2 t^2 + d_3 t^3}\right); \quad (4)$$

$$t = \sqrt{\ln \left[ \frac{1}{(H(x))^2} \right]} \quad t = \sqrt{\ln \left[ \frac{1}{1 - (H(x))^2} \right]} \quad (5)$$

para  $0 < H(x) \leq 0,5$

para  $0,5 < H(x) \leq 1,0$ .



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Onde:  $Co=2,515517$ ;  $C1=0,802853$ ;  $C2=0,010328$ ;  $d1=1,432788$ ;  $d2=0,189269$ ;  $d3=0,001308$ .

Na Tabela I são ilustradas as categorias de seca, de acordo com o SPI, descritas por McKee et al. (1993).

Tabela I: Classificação do Índice de Precipitação Padronizada

SPI	Classificação	SPI	Classificação
$\geq 2,0$	Chuva Extrema	-0,50 a -0,99	Seca fraca
1,99 a 1,50	Chuva severa	-1,00 a -1,49	Seca moderada
1,49 a 1,00	Chuva moderada	-1,50 a -1,99	Seca severa
0,99 a 0,50	Chuva fraca	$\leq -2,00$	Seca extrema
0,49 a -0,49	Normal		

Fonte: McKee et al. 1993.

### 2.5. Volume do Reservatório de Orós

A ANA define as regras de operação dos reservatórios do país e monitora, por meio do acompanhamento do nível da água, das vazões diárias de afluentes (o volume de água que entra por dia no reservatório) e defluentes (o volume de água que sai). Mensalmente, são preparados boletins de monitoramento dos principais reservatórios do Brasil. O Sistema de Acompanhamento de Reservatórios (SAR) é outra ferramenta usada pela ANA, que permite acompanhar dados sobre a operação de alguns dos principais reservatórios do país, como os do Nordeste brasileiro.

### 3. Resultados e Discursões

Foram gerados gráficos em escala temporal 2000 – 2018 para melhor identificar a situação de seca a partir de dados de precipitação e volume do reservatório.

Os gráficos das figuras 2 e 3 mostram a distribuição da precipitação ao longo dos meses de janeiro a dezembro de 1988 a 2018 e média anual de 2000 a 2018. Foi identificado uma média de precipitação de 59mm ao longo desses 30 anos, com concentração das chuvas no primeiro semestre do ano, chovendo a cima da média mensal.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Na figura 2 pode ser observado o início da última seca que atingiu o nordeste que se iniciou em 2012 e se prolongou até 2018, também se observa em 2011 um ano com bastante chuva, tal comportamento é decorrente do fenômeno *La Niña* onde teve a configuração chamada de Modoki, mais detalhes em Martins e Vasconcelos Junior, (2017).

### VOLUMES DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA POR ANO NA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE ORÓS (2000 - 2018)

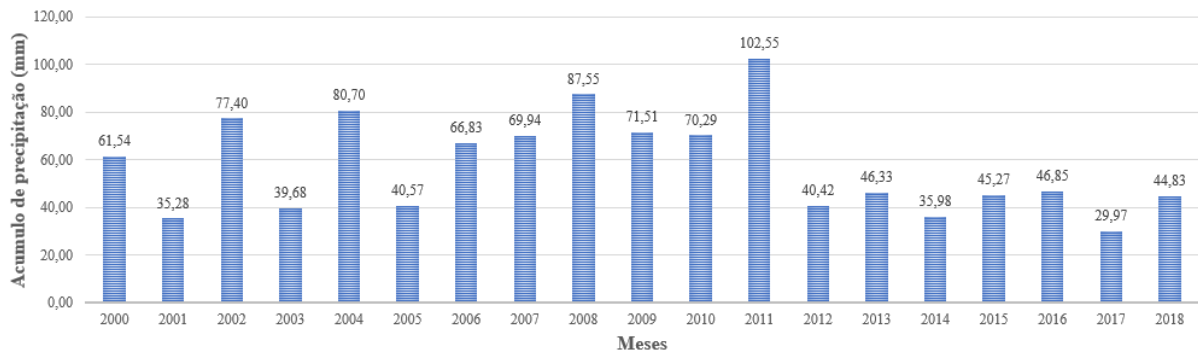


Figura 2: Volumes pluviométricos médios anuais da estação pluviométrica de Orós. (2000-2018). Autores, 2019.

Destacam-se os meses de janeiro, fevereiro, março, abril, e maio, que juntos representam 87% de toda chuva esperada para o ano todo, sendo o mês de março o mais chuvoso. Por outro lado, de acordo com a figura 3, o segundo semestre é bastante seco, sendo setembro o mês mais seco.

### VOLUMES DE PRECIPITAÇÃO MÉDIA POR MÊS NA ESTAÇÃO PLUVIOMÉTRICA DE ORÓS (1988 - 2018)

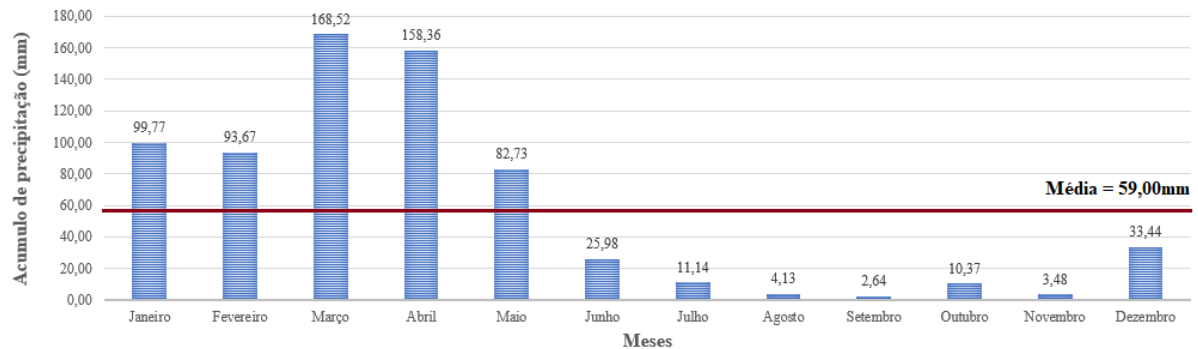


Figura 3: Volumes pluviométricos médios por mês na estação pluviométrica de Orós. (1988-2018). Autores, 2019.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A figura 4 mostra o comportamento da capacidade volumétrica do reservatório de Orós de janeiro de 2000 a dezembro de 2018. Onde é identificado um declínio de sua capacidade na transição de 2012 para 2013 e se seguiu até atualmente onde o reservatório se encontra em estrado critico de alerta abaixo dos 10% de sua capacidade.

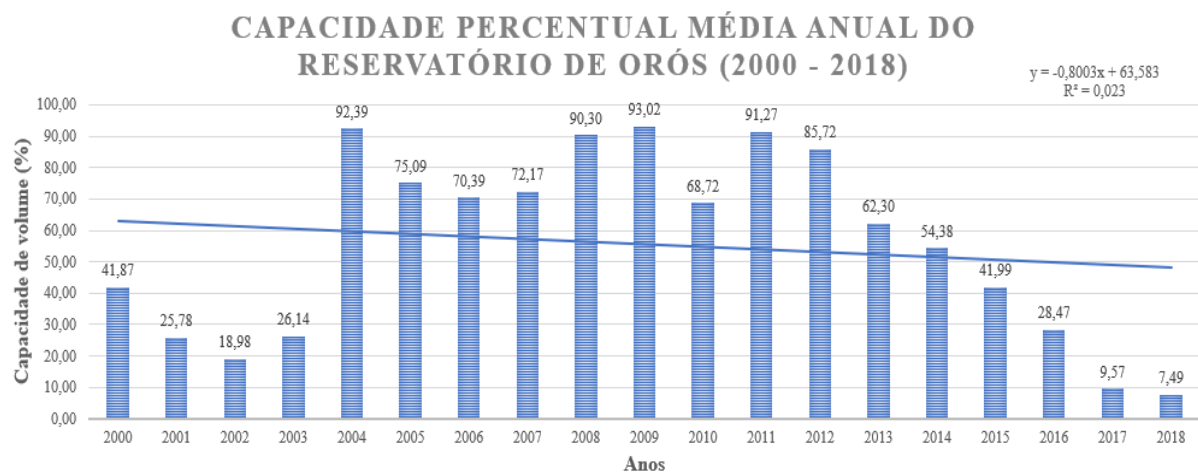


Figura 4: Comportamento do reservatório de Orós. Fonte: Autores, 2019.

O SPI é uma ferramenta conhecida capaz de quantificar e monitorar a seca em diferentes escalas de tempo. Para Mackee et al., (1993) tais escalas ao serem relacionadas ao déficit de precipitação pluvial, tornam-se extremamente importantes caracterizando os diferentes tipos de seca.

O índice foi desenvolvido de modo a ser um indicador de seca, que reconhece a importância das escalas de tempo que afetam vários tipos de necessidades de água. Deste modo, é calculado considerando séries e períodos médios, selecionados de modo a se determinar séries de escalas de tempo de  $i$  meses,  $i = 1, 2, 3, \dots, 12, \dots, 24, \dots$  meses. O número de meses ( $i$ ) é arbitrário, mas os valores escolhidos representam escalas de tempo de déficit de precipitação importantes.

O índice foi calculado para 2 escalas de tempo, sendo elas de 12 e 18 meses, e tais resultados foram comparados com a variação da capacidade volumétrica do reservatório para identificar qual ou quais escalas temporais o índice acusa uma seca hidrológica que se correlacione com as informações do reservatório.





XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

A figura 5 apresenta uma comparação entre os valores do índice SPI na escala temporal de 12 meses e a capacidade volumétrica do reservatório onde é possível identificar que o SPI-12 acusa o início de uma seca hidrológica no ano de 2001 que resultou em 3 anos de volume do reservatório considerado baixo até 2003. Porém o índice só acusou o início do evento de seca e manteve os valores do índice em alta nos anos de 2002 e 2003, indicando fartura de chuva, e tal resposta é vista quando o reservatório se encontra com capacidade máxima no ano de 2005. Em 2012 foi identificada o início da seca mais recente no Nordeste do país, que é possível identificar a partir do índice SPI-12, onde o índice apresenta altos valores entre os anos de 2010 e 2011 e entra numa classificação de seca extrema em 2013, mantendo valores cujas classificações variassem entre seca fraca a seca extrema até o final de 2018.

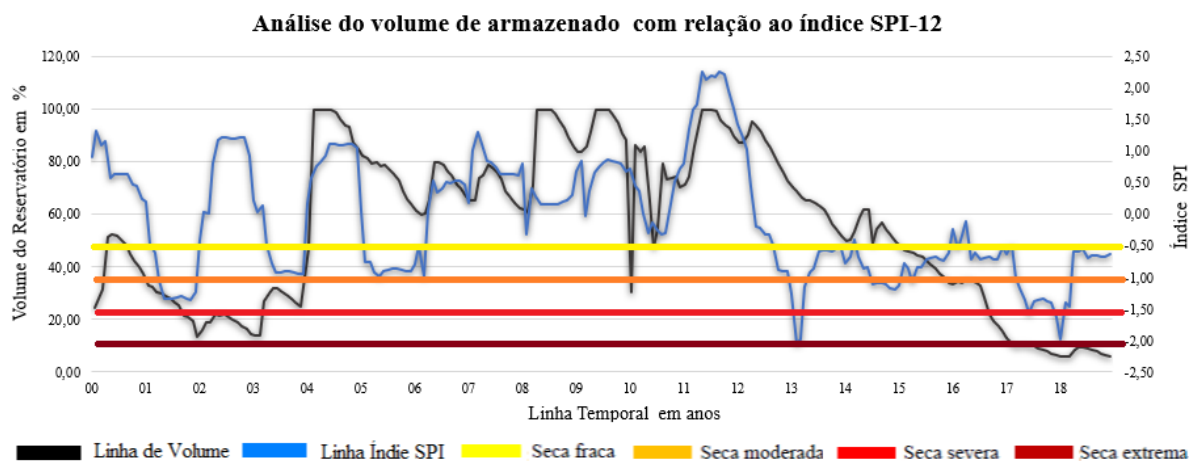


Figura 5: Comparação entre os valores do índice SPI-12 e o volume do reservatório. Fonte: Autores, 2019.

A figura 6 apresenta uma comparação entre os valores do índice SPI na escala temporal de 18 meses e a capacidade volumétrica do reservatório onde é possível identificar que o SPI-18 também identifica o início da seca hidrológica de 2001, diferente do SPI-12 que identificou o início da seca no início de 2001, o SPI-18 só identifica o início da seca no final de 2001. O índice SPI-18 só indica início da seca hidrológica no início de 2013 e segue com valores que variam a classificação da seca entre seca fraca á seca extrema até o final de 2018.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

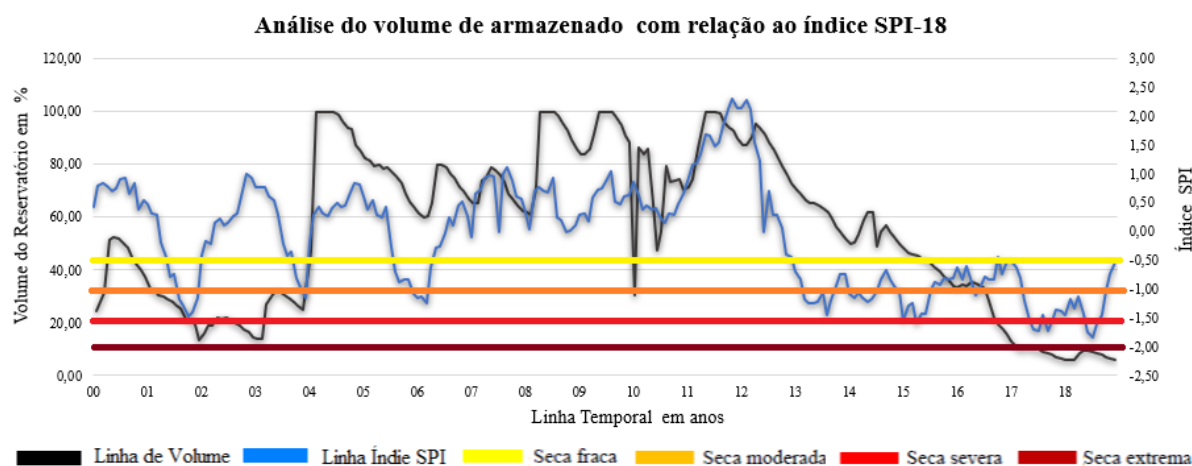


Figura 6: Comparação entre os valores do índice SPI-18 e o volume do reservatório. Fonte: Autores, 2019.

#### 4. Considerações Finais

O reservatório de Orós é o segundo maior reservatório do Ceará ficando atrás do reservatório Castanhão, a região é semiárida onde o fenômeno da seca é bastante frequente. A baixa disponibilidade hídrica e a possível disposição de eventos climáticos extremos, vem expandindo, tornando importante o estudo de métodos que permitam quantificar eventos extremos, de maneira a facilitar a tomada de decisões pelos gestores.

As escalas temporais do SPI utilizadas nesta pesquisa detectaram as duas últimas secas nas últimas duas décadas, porém os índices SPI-12 e SPI-18 mostraram comportamentos distintos. Enquanto o SPI-12 indica o comportamento futuro com relação ao volume do reservatório, indicando o que poderá acontecer nos próximos meses, o SPI-18 indica um comportamento igual ao volume do reservatório ao mesmo tempo.

A seca hidrológica é associada a baixa do volume do reservatório, o índice SPI é quantificada pelo ponto de vista meteorológico. Numa escala temporal a seca começa com a variabilidade climática natural e o déficit de precipitação associada a uma seca meteorológica evoluindo a partir de uma deficiência de água no solo reduzindo a afluência para os reservatórios.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

Portanto o índice SPI-18 mostrou que escalas maiores retratam melhor uma seca hidrológica, e o índice SPI-12 pode nos auxiliá-los para identificar eventos futuros com relação ao volume útil do reservatório.

### **Agradecimentos**

Os autores agradecem a Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos, por disponibilizar os dados de precipitação, a Agência Nacional de Águas pelos dados do volume do reservatório, e ao projeto CNPq/PQ-2/n.310452/2018-0.

### **Referências bibliográficas**

ABRAMOWITZ, M.; STEGUN., I.A. **Handbook of mathematical function**, Dover, 1965.

AMBRIZZI, T.; ROCHA, R.; MARENGO, J.; PISNITCHENKO, L.; ALVES, F. **Cenários Regionalizados de Clima no Brasil para o Século XXI: Projeções de clima usando três modelos regionais**. Ministério do Meio Ambiente - MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas-SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade, 2007.

DNOCS – Departamento Nacional de Obras Contra as Secas. Barragem Presidente Juscelino Kubitschek de Oliveira. Disponível em: <https://www.dnocs.gov.br/barragens/oros/oros.htm>. Acesso em: 04 de jan. 2019.

FUNCEME – Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos. **Monitoramento hidroambiental das chuvas**. Disponível em: <http://www.funceme.br> Acesso em: 04 jan. 2019.

MARENGO, J.A.; ALVES, L.; VALVERDE, M.; ROCHA, R.; LABORBE, R. **Eventos extremos em cenários regionalizados de clima no Brasil e América do Sul para o Século XXI: Projeções de clima futuro usando três modelos regionais**. 2007. Relatório, v. 5, p. 495-516.

MARTINS, E. P. R.; VASCONCELOS JÚNIOR, F. C. **O clima da Região Nordeste entre 2009 e 2017: monitoramento e previsão**. Parcerias Estratégicas. Brasília. 2017. v. 22, p.63-80.



XVIII  
SBGFA

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE  
GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA

**GEOGRAFIA FÍSICA E AS MUDANÇAS GLOBAIS**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ • FORTALEZA - CE • 11 A 15 DE JUNHO DE 2019

MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. **The relationship of drought frequency and duration to times scale.** CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 8., 1993, Boston. Anais... Boston: American Meteorological Society, 1993. p.179-184.

MCKEE, T.B.; DOESKEN, N.J.; KLEIST, J. **Drought monitoring with multiple times scales.** CONFERENCE ON APPLIED CLIMATOLOGY, 9., 1995, Boston. Proceedings Boston: American Meteorological Society, 1995. p.233-236.

MOLINA, P. A.; LIMA, L. C. T. M. **Estudo de secas agrícolas no Nordeste Brasileiro.** SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Belo Horizonte. Água em quantidade e qualidade: o desafio do próximo milênio: anais. Belo Horizonte: ABHR, 1999.

RASMUSSEN, E.M., DICKINSON, R.E., KUTZBACH, J.E., CLEVELAND, M.K. **Climatology.** MAIDMENT, D.R. Handbook of hydrology. New York: McGraw-Hill, 1993. cap. 2, p.1-44.

SOARES, Z. M. L.; et al. **Uso e ocupação da terra nas áreas de entorno do açude Orós com vistas ao ordenamento territorial.** In: Simpósio brasileiro de sensoriamento remoto. Natal. Anais... Natal: INPE, 2009, p. 4417-4424.

THOM, H. C. S. **Same methods of climatological analyses.** World Meteorological Organization, Geneva, 53p, 1966. (WMO, 199; TP, 103; Technical note. ,81.)

THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate.** Geographical Review. 1948. v. 38, p. 55-94.

WILKS, D.S. **Statistical Methods in the Atmospheric Sciences.** 2ª Edition. California: Elsevier Science & Technology Books. Academic Press, 2006.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M.H. **Understanding the drought phenomenon: The role definitions.** In: WILHITE et al. Planning for drought toward a reduction of societal vulnerability. Colorado: Westview, 1987. cap. 2, p. 11-14.