



## ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADO (SPI) APLICADA A CIDADE DE SOBRAL NO CEARÁ

### **Larissa Ingrid Marques Linhares**

Doutoranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[larissamarkes275@gmail.com](mailto:larissamarkes275@gmail.com)

### **Maxsuel Bezerra do Nascimento**

Doutorando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[maxsuel10gba@hotmail.com](mailto:maxsuel10gba@hotmail.com)

### **Gabriel Victor Silva do Nascimento**

Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[nascimento.gabriel@outlook.com.br](mailto:nascimento.gabriel@outlook.com.br)

### **Albert Smith Feitosa Suassuna Martins**

Mestrando no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[albert.suassuna.018@ufrn.edu.br](mailto:albert.suassuna.018@ufrn.edu.br)

### **Iara Bezerra da Silva**

Mestranda no Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas, Campus 1, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

[ambiental.iarabezerra@gmail.com](mailto:ambiental.iarabezerra@gmail.com)

### **Resumo**

Nos últimos anos, o debate em torno das Mudanças Climáticas Globais (MCG) se tornaram cada vez mais evidentes, afetando diversas questões desde questões ligadas a saúde humana como também a frequência de eventos extremos de seca e de chuva. Dessa maneira, essa pes-



quisa parte da premissa de investigar o comportamento das variáveis meteorológicas Precipitação e Temperatura Mínima e Máxima de três normais meteorológicas (1961-1991/1981-2010,1991-2020) da cidade de Sobral, usando o Índice Padronizado de Precipitação (SPI). Assim no decorrer da pesquisa pode ser observado que eventos de extremos de seca foram mais presentes e notórios e conseqüentemente baixo índice pluviométrico e temperaturas acima da média.

**Palavras-chave:** Sobral, Semiárido, SPI, Seca

## 1. Introdução

A presente pesquisa se deu através de inquietações provenientes da disciplina Métodos Estatísticos em Ciências do Clima, do Programa de Doutorado em Ciências Climáticas e Atmosféricas, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte. A escolha da cidade se deu através de premissas preestabelecidas pelos critérios da disciplina, ou seja, o estudo deveria ter como base cidade do semiárido/caatinga ou do cerrado brasileiro.

Dessa maneira, a cidade a ser analisada, é a cidade de Sobral, estando localizada na região noroeste do Estado do Ceará, tendo como coordenadas de 3°41' 10'' de latitude (S) e 40° 20' 59'' de longitude (WGr), estando inserida no semiárido e possuindo bioma característico o Domínios das Caatingas.

Dessa forma, é imprescindível analisar as transformações do espaço geográfico pelo homem. O avanço das técnicas de produção do homem, implicou inúmeras modificações no espaço geográfico. A Primeira Revolução Industrial, foi o marco para a humanidade, pois pouco a pouco, o ser humano aperfeiçoava sua capacidade de transformar a natureza em matéria prima. Assim, a paisagem natural foi sendo transformada para atender as necessidades de cada indivíduo. Nesse sentido, as cidades cresceram e tomara dimensões inimagináveis.

As cidades, passaram a comportar o centro da vivência de uma sociedade; “que começam a sentir os efeitos do ambiente construído, sob a forma de acúmulo de calor, dificuldade de



dispersão da poluição, ocorrências de inundações” (FREITAS, 2005 p. 17). Dessa maneira, se faz necessário investigar como clima vem se comportando ao longo do tempo, assim, a proposta da presente pesquisa, tem como foco analisar as variáveis meteorológicas temperatura e precipitação ao longo das normais climatológicas (1961- 1990/1981-2010/1991-2020).

## 2. Fundamentação teórica

Aplicando tais investigações na região do Nordeste do Brasil, deve ser levado em consideração suas peculiaridades, conforme, Brito et al. (1999) revela que a variabilidade climática no Nordeste brasileiro está mais associada à irregularidade que à escassez, sendo essa, talvez, a principal dificuldade de o homem não permanecer no meio rural, pois a água existente não atende suas necessidades básicas nem torna o solo apropriado para cultivo. Nessa prerrogativa, se tem como metodologia a ser utilizada o Índice de Precipitação Padronizada (SPI).

Define-se como índice ou indicador uma medida que se resume as informações relevantes de um fenômeno particular, cujo principal objetivo é agregar, quantificar e simplificar essas informações com o intuito de melhorar seu entendimento e compreensão (BELLEN, 2006). Portanto, o SPI analisa as variáveis em diversas escalas do tempo (1 mês, 3 meses, 4 meses, 6 meses, 12 meses, etc) (BYUN, WILHITE, 1999; SMAKTIN, HUGHES, 2004).

Assim, os valores positivos se referem a níveis de precipitação acima da média e os dados negativos precipitação menor. Períodos de secas geralmente são representados por desvios negativos relativamente altos do índice (SMAKHTIN, HUGHES, 2004).

## 3. Metodologia

Este estudo é do tipo exploratório descritivo, dentro de uma abordagem quantitativa, constituído por um levantamento e análise crítica de dados provenientes das variáveis meteorológicas Precipitação e Temperatura, utilizando o índice SPI (Índice de Precipitação Padronizada) da cidade de Sobral- Ceará, tendo como referências dados de 1961 a 2020, divididos em três normais climatológicas (1961-1991/1981-2010,1991-2020).



O Índice Padronizado de Precipitação, delimita o excesso ou déficit de precipitação em diferentes cenários ao longo da escala do tempo. Tal característica torna o SPI uma valiosa ferramenta nos diversos estudos de disponibilidade hídrica seja de curta seja de longa duração (HAYES et al., 1999). Assim, a partir de tal recurso podemos perceber como a precipitação foi distribuída ao longo de 60 anos de dados climáticos.

O Índice Padronizado de Precipitação (SPI) foi desenvolvido por McKee et al. (1993) para quantificar o déficit, ou o excesso de precipitação em diferentes escalas de tempo. Essa característica torna o SPI uma valiosa ferramenta para todos os estudos de disponibilidade hídrica, sejam eles de curta ou longa duração (HAYES, 1999). O SPI considera a natureza estocástica da seca e é, portanto, uma boa medida de secas meteorológicas de curta e longa duração (NARASHIMHAN; SRINIVASAN, 2005), permitindo também a comparação entre locais e climas diferentes (PAULO et al., 2005).

#### **4. Resultados**

Analisando os dados provenientes do INMET, percebeu-se que algumas normais climatológicas estavam incompletas, essa observação se deu tanto nos dados da precipitação quanto na temperatura. Dessa forma, o primeiro momento se deu em metodologias (pacotes do software RStudio) para realizar a imputação dos dados faltantes.

Assim, após o processamento dos dados e da imputação foi gerado o gráfico a seguir

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

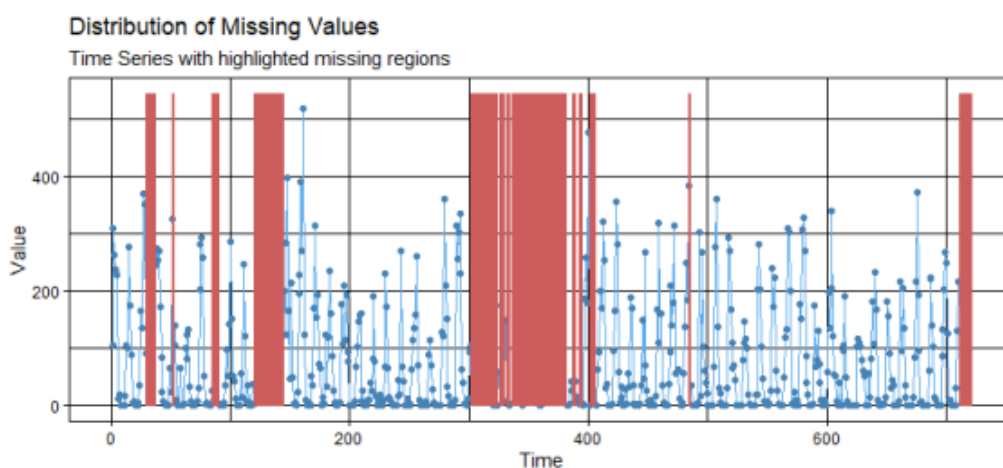
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

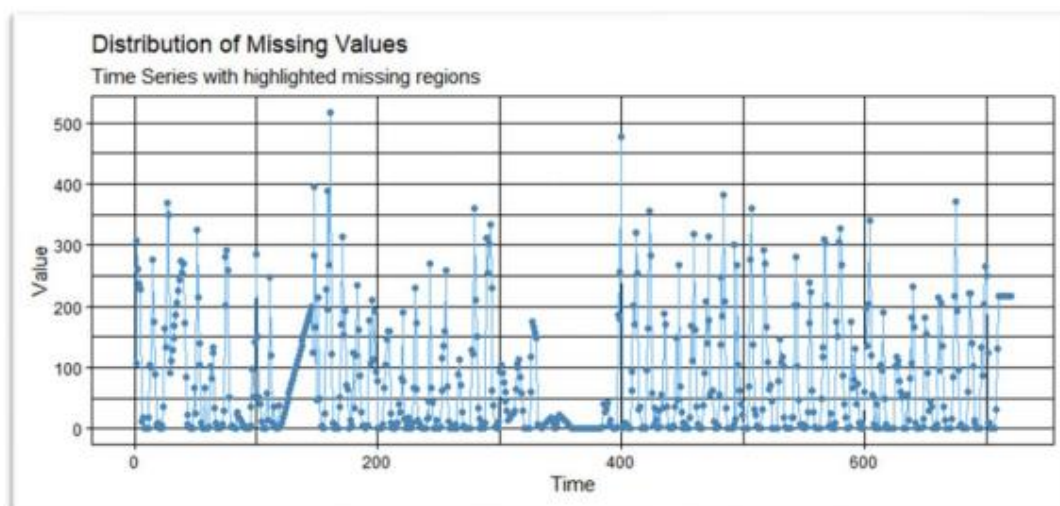


22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

**Figura 1:** Demonstração de dados ausentes



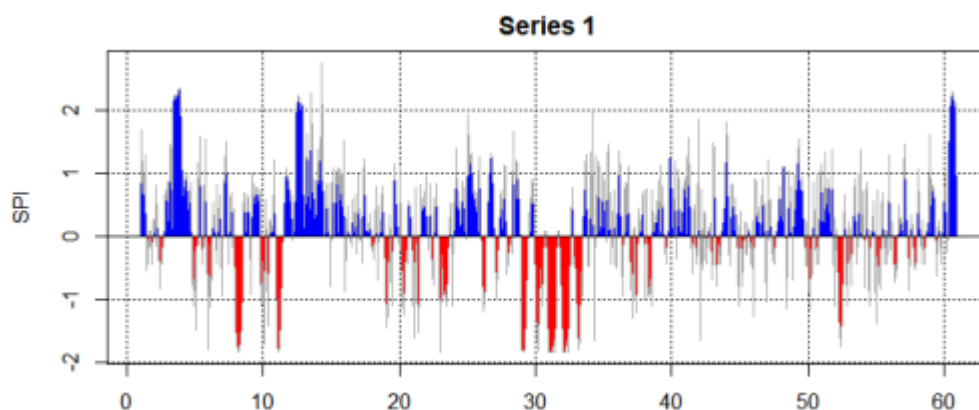
Esse gráfico mostra a distribuição de valores ausentes. Os dados das series temporal faltantes estão destacadas em vermelho. Esse procedimento gerou um gráfico com os dados já interpolados e com o preenchimento de falha.





Após esse processamento, foi gerado um outro gráfico que representa aos valores da precipitação ao longo de 60 anos de dados tabulados. Dessa forma, é importante lembrar que o SPI contabiliza os valores entre -2 a 2, ou seja, os valores positivos se referem a níveis de precipitação acima da média e os dados negativos precipitação menor. Períodos de secas geralmente são representados por desvios negativos relativamente altos do índice (SMAKHTIN, HUGHES, 2004).

**Figura 3-**Anomalias sazonais (verão, outono, inverno e primavera) da precipitação de Sobral, Ceará, 1961-2020



Analisando o gráfico, notamos que ao longo de 60 anos de dados, é possível perceber que os extremos de seca (contabilizados em valores negativos) são bastantes predominantes e bem mais duradouros. Os anos de secas têm em comum, o fato de as precipitações se situarem, abaixo da média histórica (PESSOA; CAVALCANTI, 2002).

É importante ressaltar, que 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 requerer. Esse gráfico representa o comportamento dos dados ao longo da série temporal, demonstrando suas variações e qual foi o comportamento dos extremos de seca e precipitação.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS2023

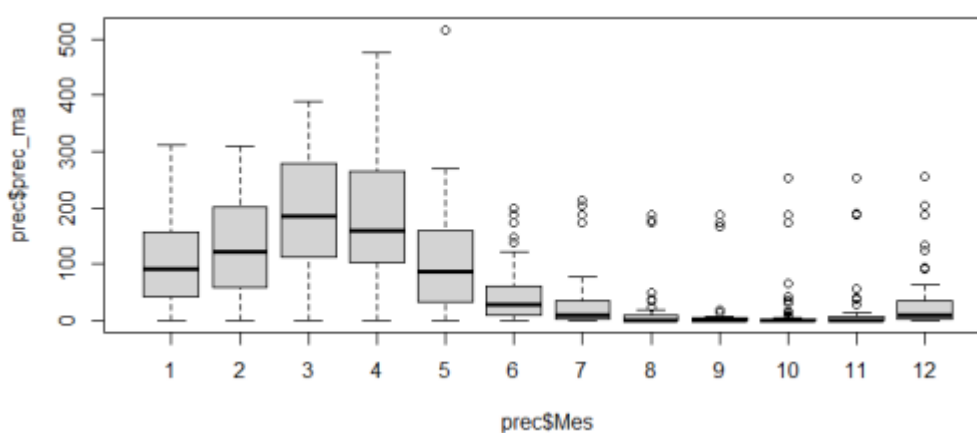
WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

Dessa forma, para se analisar com mais precisão essas variações, foi gerado um gráfico de boxplot com os padrões de comportamento da precipitação. Assim, nota-se que, os dados que indicam precipitação se referem justamente aos meses da pré-estação, iniciada em novembro e a concentração da estação chuvosa nos meses de março, abril e maio. Climatologicamente o setor norte do Nordeste brasileiro, no qual engloba o Estado do Ceará, apresenta uma pré-estação (novembro a janeiro), Alves et al., (1993) e uma estação chuvosa propriamente dita, que se manifesta durante os meses de fevereiro a maio (ALVES; REPELLI, 1992).

**Figura 4-**Boxplot das variabilidades de precipitação anuais da cidade de Sobral, Ceará



Analisando tais dados distribuídos acima no boxplot, percebe-se que o quartil 1 (inferior) está localizado entre 0 – 100 mm, demonstrando que 25% da precipitação média anual possui um valor abaixo desse intervalo, já o quartil 3 (superior) se concentra entre 400 – 500 mm, que corresponde a 25% da precipitação média anual estando acima desse intervalo.

Tais dados demonstram o comportamento sazonal da precipitação em Sobral. Assim, foi necessário gerar outro gráfico que demonstra a variação da precipitação ao longo de 60 anos de dados.

PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

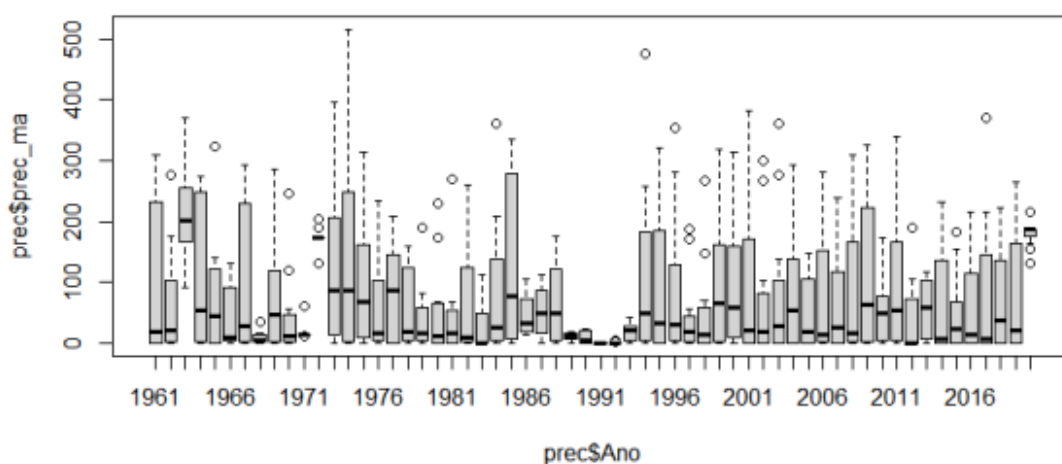
# SUSTENTARE & WIPIS2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

**Figura 5:** Boxplot de Série temporal da Precipitação acumulada para o verão, outono, inverno e primavera para Sobral, Ceará, período:1961 a 2020.



Analisando o gráfico acima, é possível perceber que a precipitação foi diminuindo, tornando os extremos de seca bem mais evidentes. Dessa forma, essa mudança estar relacionada as mudanças climáticas globais, onde os eventos extremos se tornam cada vez mais comuns de acordo com o perfil do local em questão, dado essa prerrogativa, Sobral, sendo uma cidade localizada no semiárido brasileiro tem a presença de extremos de secas.

## 5. Conclusões

O SPI ao ser utilizado como ferramenta de análise de precipitação, pode indicar mudanças bastantes significativas, pois o mesmo contabiliza os dados e já demonstram em forma gráfica como esses dados estão distribuídos.

Dessa forma, ao se utilizar essa metodologia, percebeu-se que a cidade de Sobral, já demonstra alterações de temperatura e precipitação, acarretando a concentração de eventos extremos de seca, que podem ocasionar diversos danos, desde os materiais até os imateriais.



PUC-Campinas EESC USP Comitês PCJ

APRESENTAM:

# SUSTENTARE & WIPIS 2023

WORKSHOP INTERNACIONAL

SUSTENTABILIDADE, INDICADORES E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

22/11 evento  
23/11 100% online  
24/11 e gratuito

## 7. Referências

AB'SÁBER, A. N. **Os domínios de natureza no Brasil: potencialidades paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial. 160p, 2003.

ALVES, J.M.B. e REPELLI, C.A. A variabilidade pluviométrica no setor norte do Nordeste e os eventos El Niño/Oscilação Sul (ENOS). **Rev. Bras. de Meteorologia**, 7(2): 583-592, 1992.

GLANTZ, M. H. **Currents of Change: Impacts of El Niño and La Niña on climate and society**. Second Edition. Cambridge, University Press, 252p, 2001.

HAYES, M. J. **Drought Indices**. National Drought Mitigation Center. United States, 1999.

NARASHIMHAN, B. E.; SRINIVASAN, R. Development and evaluation of soil moisture deficit index (SMDI) and evapotranspiration deficit index (ETDI) for agricultural drought monitoring. In: **Agricultural and forest meteorology**, 133, p. 69-88, 2005.

PAULO, A. A.; FERREIRA, E.; COELHO, C.; E PEREIRA, L. S. Drought class transition analysis through markov and loglinear models. An approach to early warning. In: **Agricultural water management**, 77, pp. 59-81, 2005.