

# ANÁLISE DE ANOMALIAS DE PRECIPITAÇÃO EM CONTEXTO DE ESTIAGEM E SECA – ESTUDO DE CASO DA MICRORREGIÃO DE CHAPECÓ, SC, BRASIL

Macleidi Varnier<sup>1</sup> Guilherme Garcia de Oliveira<sup>2</sup> Juan Carlos Guerra Blas<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, Porto Alegre – RS, macleidivarnier@gmail.com;

<sup>2</sup>UFRGS, g.g.oliveira10@gmail.com;

<sup>3</sup>UFRGS, jguerrablas@gmail.com

## RESUMO

Realizamos neste trabalho uma análise das anomalias de precipitação em condição de estiagem e seca para a microrregião de Chapecó/SC. Nos baseamos em dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) para identificar eventos extremos relatados pelos municípios; e do produto de precipitação estimada por satélite com apoio de estações meteorológicas *Climate Hazards Group InfraRed Precipitation with Station Data* (CHIRPS), para conhecer as precipitações ocorridas nestes eventos e as médias históricas. Identificamos 199 eventos com anomalias negativas. O déficit de precipitação para estes meses foi de 84,34 mm em relação à média histórica. Para o trimestre, o saldo negativo de precipitação foi de 152,4 mm; e para o semestre, foi de 147,48 mm. Ao fim, consideramos que o conhecimento das anomalias de precipitação em condições de déficit de chuva é importante para a tomada de decisões dos setores público e privado.

**Palavras-chave** — CHIRPS, S2iD, Desastres Climáticos.

## ABSTRACT

*In this work we performed an analysis of precipitation anomalies in dry conditions for the microregion of Chapecó/SC. We rely on data from the Integrated Disaster Information System (S2iD) to identify extreme events reported by municipalities; and the estimated precipitation product by satellite with support of weather stations Climate Hazards Group Infrared Precipitation with Station Data (CHIRPS), to know the precipitation occurred in these events and historical averages. We identified 199 events with negative anomalies. The precipitation deficit for these months was 84.34 mm in relation to the historical average. For the quarter, the negative balance of precipitation was 152.4 mm; and for the semester, it was 147.48 mm. Finally, we consider that the knowledge of precipitation anomalies in rain deficit conditions is important for public and private sector decision making.*

**Key words** — CHIRPS, S2iD, Climate Disasters.

## 1. INTRODUÇÃO

Eventos de estiagem e seca são caracterizados pela baixa ou inexistente precipitação dentro de um período de tempo suficientemente longo. Espera-se que nestes intervalos os valores de precipitação sejam menores que os encontrados para a média histórica do mesmo período. Não há um consenso sobre qual o recorte de tempo ideal para a análise. Porém, é conhecido que estes eventos são cumulativos no tempo, que se intensificam quanto maior for o período de ocorrência. Influenciando nas atividades socioeconômicas, estes eventos geram apelos da sociedade para a atuação de órgãos de controle e planejamento, reivindicando estratégias e previsões antecipadas para lidar com os eventos [1] [2].

Uma das técnicas para se analisar períodos de estiagem é a de anomalia de precipitação. Neste método, se subtrai a precipitação de um período de tempo de interesse (a exemplo de um mês ou uma estação do ano) pela média histórica deste mesmo período. Os resultados encontrados representarão o comportamento do período em questão, expressando se houve um déficit ou superavit de precipitação. Conhecendo a data de ocorrência destes eventos e utilizando deste método de investigação é possível estipular a anomalia de precipitação para que estes fenômenos aconteçam [3].

O objetivo deste estudo foi analisar a anomalia de precipitação para ocorrência de estiagens e secas na microrregião de Chapecó, Brasil. Essa região está localizada no oeste do Estado de Santa Catarina e detém 38 municípios (Figura 1). Possui clima subtropical úmido com inverno fresco a frio, tendo as quatro estações do ano bem marcadas pela temperatura. Em sua média histórica de precipitação, não possui estação de seca bem delimitada, havendo chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Todavia, a região é conhecida pela recorrência de eventos de estiagem e seca [4].

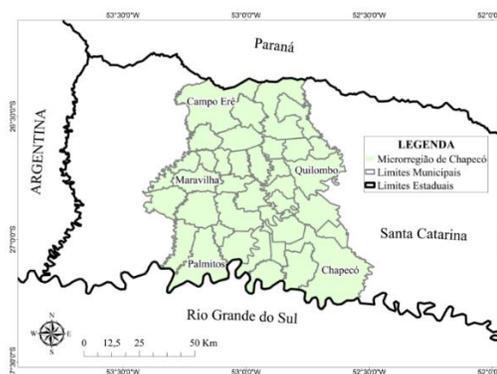


Figura 1. Localização da microrregião de Chapecó - SC.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para a caracterização da anomalia de precipitação em períodos de estiagem e seca na microrregião de Chapecó, utilizamos como base dois conjuntos de dados. Inicialmente, recorremos aos dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), base de dados que fornece informações sobre o dia em que estes eventos foram relatados pelos 38 municípios da área de estudo, abrangendo o período de 1996 a 2019. Esta é uma informação importante, pois conhecendo os eventos relatados de estiagem e seca se torna possível caracterizar a pluviosidade destes períodos.

O segundo conjunto de dados utilizado é derivado do produto climático CHIRPS (*Climate Hazards Group InfraRed Precipitation With Station Data*) (UCSB-CHG/CHIRPS/DAILY), que fornece dados diários sobre pluviosidade com resolução espacial de 0,05°. O conjunto de dados CHIRPS é obtido através de estações que medem a pluviosidade *in situ* e relacionado com informações de Sensoriamento Remoto, gerando um modelo que estima chuvas. Costa *et al.* (2019) validaram os dados provenientes do CHIRPS para o Brasil os comparando com a precipitação medida por estações pluviométricas. Para o Sul do Brasil, se encontrou um coeficiente de determinação ( $R^2$ ) de 0,91 entre o obtido pelo CHIRPS e o medido pelas estações meteorológicas, o que aponta para um bom ajuste entre os conjuntos de dados [5]. O processamento dos dados CHIRPS ocorreu por meio da plataforma Google Earth Engine (GEE). Compilou-se os dados para apenas um valor mensal, resultando em uma medição que representa o acúmulo mensal de precipitação para cada um dos municípios da área de estudo entre o período de 1991 a 2022 [6].

De posse destes dois conjuntos, utilizamos o software Microsoft Excel para a manipulação estatística dos dados. Inicialmente, calculamos a média de precipitação mensal, trimestral e semestral para cada município se baseando nos dados do satélite CHIRPS. Em seguida, usando de uma função para associar os dois conjuntos de dados, definimos os valores de precipitação mensal, trimestral e semestral antecedentes a cada evento de estiagem e seca relatado no sistema S2iD. Por fim, a partir destes dados já processados, calculamos a anomalia de precipitação mensal, trimestral e semestral para cada evento extremo. Para a definição das anomalias de precipitação, basicamente se considerou o valor de precipitação obtido no mês com seca ou estiagem e se subtraiu este valor pela média histórica daquele mês, obtendo a diferença entre ambos. O mesmo foi feito para os dados trimestrais e semestrais acumulados para o mês com estiagem ou seca relatada, subtraindo este valor pela média histórica trimestral e semestral daqueles meses.

Ainda no Excel, foram elaboradas tabelas e gráficos para a representação dos resultados encontrados.

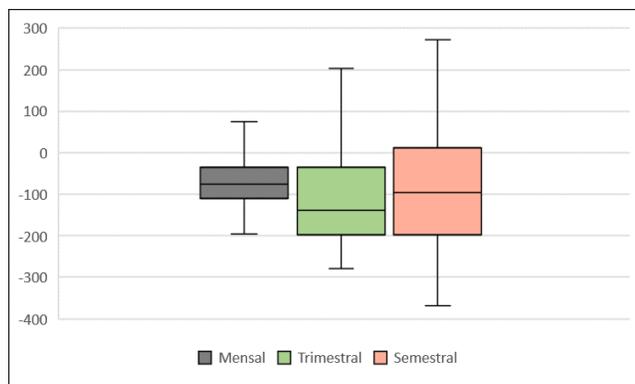
## 3. RESULTADOS

Considerando os 38 municípios da microrregião de Chapecó, entre 1996 e 2019, foram contabilizados 235 eventos de estiagem e seca pelo sistema S2iD, média de 6,2 ocorrências por município no período analisado (24 anos), isto é, intervalo médio de recorrência de 4 anos. Quando analisamos a anomalia de precipitação mensal para as datas de ocorrência relatadas, encontramos que, em média, o desvio negativo é de 61,28 mm de chuva em relação à média histórica. Quando fazemos o mesmo para um recorte de trimestre, contabilizando o mês em que o evento foi relatado somado aos dois meses anteriores, e subtraindo pela sua respectiva média histórica trimestral; temos que em trimestres com ocorrência de seca ou estiagem em média há um déficit acumulado de precipitação da ordem de 111,33 mm. Ainda, quando realizamos a mesma análise em um recorte temporal semestral, percebemos que semestres com ocorrência de estiagem e seca possuem uma média de 90,6 mm de precipitação a menos que a respectiva média histórica para o mesmo semestre (Tabela 1).

Anomalias de Precipitação			
	Mensal	Trimestral	Semestral
Máximo	246,69	318,15	363
Mínimo	-194,67	-278,52	-369
Mediana	-194,67	-138,09	-95,82
Acumulado	-61,28	-111,33	-90,6
N° de eventos	235	235	235

**Tabela 1. Anomalias de precipitação considerando todos os eventos em cada intervalo de tempo, no contexto de estiagem e seca em municípios da microrregião de Chapecó - 1996 a 2019.**

Ao observarmos a distribuição destas anomalias em relação aos valores de precipitação, percebemos que alguns valores destoam do que seria esperado (Tabela 2). Para a análise mensal, notamos que 36 eventos tiveram anomalias positivas, o que significa que nestes meses teria chovido mais do que normalmente se chove em sua média histórica. O que não faz sentido, visto que eventos de estiagem e seca estão associados a períodos com precipitação menor que o normal para uma dada área. Quando interpretamos as anomalias encontradas para o trimestre, percebemos que 38 eventos possuíam valores positivos. E para os dados semestrais, esse número é de 67 eventos. Esses valores positivos ainda precisam ser mais investigados para sua melhor compreensão. Porém, quando nos detemos aos dados mensais, dos 36 eventos com anomalias positivas, em 21 deles o evento de seca ou estiagem foi relatado antes do dia 15 do respectivo mês. O que poderia nos indicar que em alguns casos o valor de anomalia positivo pode ser explicado por precipitações que ocorreram após o aviso de ocorrência do evento pelo município.



**Figura 2. Distribuição das anomalias de precipitação (mm) considerando todos os eventos em cada intervalo de tempo, no contexto de estiagem e seca em municípios da microrregião de Chapecó - 1996 a 2019.**

Neste sentido, quando selecionamos apenas os eventos com anomalias negativas, percebemos na tabela 3 que a média dos valores negativos aumenta. Para a avaliação mensal, nos meses com eventos de estiagem e seca há uma precipitação média de 84,34 mm a menos que a média histórica destes meses. Para a análise trimestral, este valor acumulado é de 152,40 mm de chuva a menos que a média histórica. E para o recorte semestral, em média há uma redução acumulada de 147,48 mm em relação a sua respectiva média histórica. Esta análise deve ser considerada ao se estudar a ocorrência destes eventos, pois secas e estiagens estão associadas a contextos de precipitação abaixo do normal.

Anomalias de Precipitação (mm)			
	Mensal	Trimestral	Semestral
Máximo	-1,59	-0,09	-0,87
Mínimo	-194,67	-278,52	-184,5
Mediana	-83,29	-152,67	-160,08
Acumulado	-84,34	-152,4	-147,48
N° de eventos	199	197	168

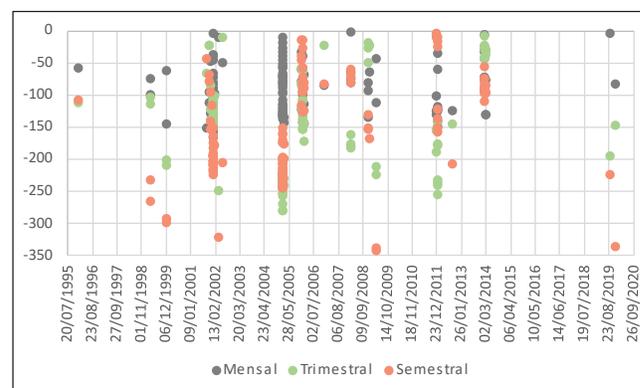
**Tabela 3. Anomalias de precipitação considerando apenas eventos com valores negativos em cada intervalo de tempo, no contexto de estiagem e seca em municípios da microrregião de Chapecó - 1996 a 2019.**

Ainda avaliamos os dados de anomalias de precipitação considerando apenas aqueles eventos que obtiveram valores negativos na abordagem mensal, trimestral e semestral (tabela 4); totalizando 129 casos. Considerando esta avaliação, a anomalia mensal de precipitação em contexto de estiagem e seca teve uma média de 89,47 mm de chuva a menos que em relação aos valores encontrados para a respectiva média da série histórica. Na análise trimestral, o valor do déficit de chuva acumulado em relação à média histórica ficou em 148,14 mm. E em relação aos valores semestrais, houve uma média acumulada de 156,24 mm de chuva a menos que em relação à média histórica.

Anomalias de Precipitação (mm)			
	Mensal	Trimestral	Semestral
Máximo	-1,59	-6,39	-1,74
Mínimo	-164,10	-278,52	-340,8
Mediana	-90,94	-152,67	-172,44
Acumulado	-89,47	-148,14	-156,24
N° de eventos	129	129	129

**Tabela 4. Anomalias de precipitação considerando eventos com valores negativos em todos intervalos de tempo, no contexto de estiagem e seca em municípios da microrregião de Chapecó - 1996 a 2019.**

Quando nos atentamos para a representação gráfica das anomalias negativas em todos os intervalos de tempo (Figura 3), percebemos que os valores semestrais acumulados possuem a maior amplitude, atingindo os menores valores da série. Os valores mensais por sua vez possuem a menor amplitude, enquanto que os trimestrais encontram-se em uma posição intermediária em relação aos outros. Esses são resultados esperados, visto que eventos de estiagem e seca são cumulativos, tornando-se mais intensos quanto maior for o período de tempo com precipitações abaixo da média esperada. Todavia, também são fenômenos que atingem seu ápice quando são relatados, expressando o momento mais crítico destes desastres. Logo, para o melhor entendimento destes fenômenos é importante a análise em distintos recortes temporais, visando fornecer diferentes abordagens para a interpretação do fenômeno.



**Figura 3. Anomalias de precipitação considerando eventos com valores negativos em todos intervalos de tempo, no contexto de estiagem e seca em municípios da microrregião de Chapecó - 1996 a 2019. (Cada ponto representa a ocorrência de um evento em um dos municípios da microrregião).**

É interessante também notar que estes eventos se encontram concentrados no tempo. Sendo a microrregião de Chapecó um espaço com características climáticas semelhantes, é esperado que quando eventos de estiagem e seca acontecem, vários municípios sejam atingidos. Essa é uma característica importante ao se analisar a região, onde ações estratégicas também precisam ser pensadas no âmbito da microrregião e não apenas do município [4].

#### 4. DISCUSSÃO

A partir do que expomos ao longo dos resultados é possível observar que eventos de estiagem e seca que ocorrem na microrregião de Chapecó são caracterizados por precipitações abaixo da média histórica. Estes eventos são bastante conhecidos e recorrentes na região, sendo uma fonte de prejuízos para seus habitantes. Tendo na agricultura e nas agroindústrias a base da economia deste espaço, tais eventos impactam diretamente nestas atividades. Sabendo disso, conhecer as características de precipitação para a ocorrência de eventos de secas e estiagens se torna uma informação importante para a tomada de decisões e a definição de medidas estratégicas nesta região [7] [8].

Os valores encontrados servem como uma primeira aproximação para se indicar o valor de anomalia de precipitação associado a eventos de secas e estiagens. Para a abordagem mensal, a anomalia acumulada de precipitação esteve entre -61,28 a -89,47 mm. Para a abordagem trimestral, esteve entre -111,33 a -152,4 mm. E para a abordagem semestral, a anomalia esteve entre -90,6 a -156,24 mm.

Neste sentido, ao se encontrar precipitações mensais que possuam um déficit próximo ou superior aos valores de 61,28 a 89,47 mm em relação à média histórica daquele mês, há de se estar alerta para uma possível ocorrência de seca ou estiagem. O mesmo ocorre na abordagem trimestral ao se encontrar anomalias negativas acumuladas da ordem de 111,33 a 152,4 mm. E para o recorte semestral quando se encontrar valores de deficiência de precipitação entre 90,6 a 156,24 mm em relação a respectiva média histórica.

Em estudo que avalia a ocorrência de estiagens e secas para o período de 1979 a 2013, a Defesa Civil/SC apontou que na microrregião de Chapecó estes eventos se concentram principalmente entre os meses de setembro a fevereiro. Considerando este intervalo de tempo, em meses com a ocorrência destes fenômenos choveu por volta de 93 mm a menos que em relação a sua média histórica. Valor que se aproxima ao encontrado neste estudo para a abordagem realizada considerando apenas eventos com anomalias de precipitação negativas. Sabendo que em nosso caso não há uma diferenciação das anomalias por meses do ano, realizar uma avaliação por estações ou meses seria um passo interessante para se comparar estes resultados [1].

#### 5. CONCLUSÕES

As séries históricas de precipitação do produto CHIRPS aliado ao processamento dos dados no GEE permitem o entendimento da dinâmica de anomalias de precipitação e podem auxiliar na rápida atuação de órgãos de defesa em condições de estiagem e seca. A determinação das características de precipitação para a ocorrência destes eventos é importante quando se pensa na mitigação dos seus efeitos negativos, sendo um ponto de apoio para o planejamento estratégico dos setores público e privado.

Sabendo que no Brasil a Defesa Civil acompanha os eventos climáticos extremos a partir da rede de estações meteorológicas nacional, um passo interessante para ampliar a potencialidade deste trabalho seria a validação dos dados CHIRPS utilizando as estações meteorológicas disponíveis na microrregião de estudo. Desta forma, teríamos as anomalias de ocorrência para estes eventos ajustadas aos dados das estações de campo, facilitando a utilização destas informações. Apesar de já haverem trabalhos de validação do conjunto de dados CHIRPS para o Brasil, para aumentar a confiança da relação entre os dados modelados por satélite e aqueles medidos em campo, é relevante uma avaliação com mais amostras dentro da área de estudo de interesse.

Outro passo importante seria a análise de eventos de quase estiagem e seca. Quando os dados de precipitação nos indicam um déficit de pluviosidade suficiente ou quase suficiente para o evento ser comunicado, mas o mesmo não foi feito. Entender o que ocorre nestas condições nos ajudará a relatar eventos de estiagem e seca de maneira mais acurada. Permitindo os diferenciar de eventos de não ocorrência mais facilmente.

Por fim, o método apresentado poderia ser replicado para outros contextos climáticos. Permitindo a caracterização de anomalias negativas de precipitação e a definição de limiares de ocorrência de secas ajustados a área de estudo de interesse.

#### 6. REFERÊNCIAS

- [1] Defesa Civil. *Estiagem no oeste catarinense: diagnóstico e resiliência*. FAPESC - UDESC, Florianópolis, 2017.
- [2] E. S. Nodari; M. A. Espíndola. Relações complexas: as estiagens no Oeste de Santa Catarina. In: E. S. Nodari; S. M. S. Correa. *Migrações e Natureza*. Editora Oikos. 165-184 (pp), 2013.
- [3] E. Shao *et al.* Calculation of monthly precipitation anomaly percentage using web-serviced remote sensing data, *IEEE xplore*, 2 (v.) 621 - 625 (pp.), 2010.
- [4] F. Mendonça, I. M.; Danni-Oliveira. *Climatologia: noções básicas e climas do Brasil*. Oficina de textos, São Paulo, 2016.
- [5] J. Costa *et al.* Validação dos dados de precipitação estimados pelo CHIRPS para o Brasil, *Revista Brasileira de Climatologia*, 24 (v.) 228 - 243 (pp.), 2019.
- [6] C. Funk *et al.* The climate hazards infrared precipitation with stations: a new environmental record for monitoring extremes, *Scientific data*, 2 (v.) 1 - 21 (pp.), 2014.
- [7] K. Spinelli; R. Nascimento; M. Fuentes. Análise climática dos episódios de estiagem que provocaram danos socioeconômicos no Oeste Catarinense entre 1999 a 2012, *Revista Brasileira de Climatologia*, 2 (v.) 345 - 367 (pp.), 2020.
- [8] J. Marchesan; V. Comassetto. Água e desenvolvimento regional: O caso da mesorregião Oeste de Santa Catarina, *Revista Brasileira de Assuntos Regionais e Urbanos*, 5 (v.) 19 - 38 (pp.), 2019.