

CARACTERIZAÇÃO CLIMÁTICA DA ESTIAGEM NO VERÃO DE 2009 EM ERECHIM – RS

Climate characterization of drought in the summer of 2009 in Erechim – RS

Gabriel André Tochetto
Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim
tochettogabriel@gmail.com

Pedro Murara
Universidade Federal da Fronteira Sul, Campus Erechim
pedro.murara@uffs.edu.br

Recebido em 19/03/2021
Aceito em 21/04/2021

RESUMO: As estiagens configuram-se com uma problemática para os cidadãos urbanos e principalmente para os espaços rurais. O presente artigo tem por objetivo caracterizar e analisar a dinâmica atmosférica que contribuiu para a deflagração do episódio de estiagem que ocorreu no verão de 2009 no município de Erechim – Rio Grande do Sul. Os resultados obtidos a partir da comparação de dados de precipitação com as normais climatológicas confirmam que, nos meses de março e abril, o acumulado de precipitação esteve abaixo do esperado para o período. Uma análise mensal dos eventos meteorológicos indicou que o fenômeno *La Niña* foi muito intenso no final do ano de 2008, associado a este, a redução das passagens frontal, auxiliaram no decréscimo pluviométrico já a partir de março de 2009. A estiagem que ocorreu no verão de 2009 em Erechim contabiliza mais um evento impactante que resultou em perdas na agricultura e racionamento de água para os cidadãos.

Palavras-chave: Eventos extremos, Variabilidade climática, Desastres naturais, Estiagem.

ABSTRACT: The droughts are a problem for urban people and especially for rural areas. The article aims to characterize and analyze the atmospheric dynamics that contributed to the occurrence of the drought episode that occurred in the summer of 2009 in the municipality of Erechim – Rio Grande do Sul. The results obtained by comparing data from precipitation with normal climatic conditions confirm that in March and April the cumulative precipitation was much lower than the expected for the period. A monthly analysis of the meteorological events indicated that the *La Niña* phenomenon was very intense at the end of 2008, associated with this, the reduction of frontal passages, helped in the rainfall decrease since March 2009. The drought occurred in the summer of 2009 in Erechim counts as another shocking event which resulted in losses in agriculture and water rationing for the population.

Keywords: Extreme events, Climate variability, Natural disasters, Drought.

INTRODUÇÃO

Atualmente, mesmo com os grandes avanços tecnológicos, as sociedades ainda estão suscetíveis e se tornam vulneráveis à ocorrência de desastres naturais e socionaturais (MONTEIRO; MENDONÇA, 2003; MURARA, 2016), que se têm se apresentado com maior frequência e magnitude (MARENGO, 2010). O termo desastre abrange eventos de grande escala, como tsunamis, terremotos ou furacões, mas também fenômenos com consequências de menor escala, como os causados por temporais, estiagens ou rajadas de ventos que provocam problemas ao cotidiano da população (TOMINAGA; SANTORO; AMARAL, 2009).

Como a precipitação é um dos elementos climáticos que exerce grande influência sobre as condições ambientais (MURARA; IKEFUTI, 2017), as estiagens são consideradas como o desastre de maior ocorrência e impacto (GONÇALVES *et al.*, 2004) tanto nos espaços urbanos como rurais. Podem ocorrer em qualquer estação do ano e estão associadas, principalmente, à circulação atmosférica, sucedendo-se em um período mais longo, atingindo grandes áreas (FERREIRA, 2007).

A Região Sul do Brasil tem sido severamente impactada por desastres naturais de diferentes origens (PERETTI *et al.*, 2015). A sua maioria está associada às instabilidades que causam inundações, vendavais, tornados, estiagens ou secas (SAUSEN *et al.*, 2007), relacionadas à situação geográfica, cujos efeitos topográficos influenciam na distribuição de chuvas (GRIMM, 2009). Nesse sentido, as condições citadas acima são válidas para o Rio Grande do Sul e para o Município de Erechim (RECKZIEGEL, 2007).

A economia do estado gaúcho tem como principal produto as agropecuárias, monocultura, as agroindústrias, agricultura familiar, entre outros. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em 2006 o estado do Rio Grande do Sul contava com cerca de 89.604 estabelecimentos agropecuários com agricultura familiar, sendo que, para o Brasil, este número se aproximava de 538.914 estabelecimentos. Portanto, é possível constatar um elevado número de estabelecimentos que utilizam quantidades significativas de água, seja de origem pluvial, fluvial ou subterrânea, para a produção agrícola.

Em Erechim as estiagens ocorrem de forma sucessiva, de acordo com os registros e decretos de Situação de Emergência em virtude das fortes estiagens que trouxeram prejuízos econômicos e sociais à localidade (PERETTI; NUMMER; WOLLMANN, 2015).

A estiagem que ocorreu em Erechim, entre abril e maio de 2009, atingiu também grande parte do estado gaúcho. Essa situação teria se agravado a partir do mês de dezembro de 2008, com prejuízos econômicos e sociais. De acordo a Prefeitura Municipal de Erechim (PME, 2008; ZERO HORA, 2009), a agricultura foi drasticamente impactada, ocorrendo perdas nas culturas de milho, soja, hortifrutigranjeiros e no leite. O Município de Erechim foi severamente atingido pela escassez de água, tendo como consequências a necessidade de que caminhões-pipa (caminhão equipado com um reservatório para transporte de água) levassem água para alguns bairros, bem como do início de obras de infraestrutura, tais como abertura de novas fontes de água (poços artesianos). Na ocasião, foram perfurados mais de 150 depósitos de água para o consumo animal em diferentes propriedades rurais.

A Prefeitura Municipal de Erechim decretou situação de emergência na zona rural, no dia 1º de abril de 2009. O racionamento de água potável distribuída pela Companhia Riograndense de Saneamento (CORSAN) começou no dia 4 de maio, com 14 horas de racionamento e 14 horas de distribuição normal. A medida foi interrompida após 10 dias e atingiu aproximadamente 93 mil pessoas.

Com base na caracterização predominantemente agrícola e, portanto, dependente das águas (pluviais, pluviais ou subterrâneas), que o presente artigo passou a ser elaborado. Com base em um evento, caracterizado pela população e pelos meios de

comunicação locais e regionais (jornal e TV aberta) como um episódio de estiagem que ocorreu no município de Erechim, o presente artigo objetivou caracterizar e analisar a dinâmica atmosférica que contribuiu para a deflagração do episódio de estiagem que ocorreu no verão de 2009 no município Erechim.

A ESTIAGEM

Diversas conceituações existem para a estiagem (PASSIOURA, 2007). Spinelli (2018) conceitua e diferencia os termos estiagens e seca, de modo que estiagem advém da redução das precipitações pluviométricas, do atraso dos períodos de chuva ou da falta de chuvas previstas para uma determinada temporada (CASTRO, 2003). Estiar significa cessar de chover, como consequência, o prolongamento de uma estiagem pode levar a uma condição de seca. Dessa forma, entende-se que estiagem é quando há um atraso superior a quinze dias no início da temporada de chuvas, bem como quando as médias mensais pluviométricas ficam abaixo de 60% para um período da região a ser considerada (CASTRO, 2003).

O conceito de seca (meteorológica, climática, agrícola, hidrológica etc.) varia de acordo com a bibliografia frente as diferentes percepções que os diversos setores da sociedade possuem em relação ao fenômeno (SENA et al., 2014). A seca meteorológica é definida por Wilhite (2000) por meio da identificação do valor de chuva acumulado por um determinado período em uma área, significativamente abaixo do valor climático esperado. Esse tipo de seca resulta das condições anômalas da circulação atmosférica que resulta em um déficit de precipitação ao longo prazo (FAO, 2013) superior a escala mensal uma vez que intervalos de tempo menores podem resultar em informações inconsistentes (BLAIN & BRUNINI, 2007).

As secas climáticas estão associadas às causas naturais da circulação global da atmosfera e observada geralmente em escala regional a partir da delimitação de grandes áreas, caracterizadas pelos recorrentes registros negativos de precipitação. Ou seja, não se trata de um fenômeno anômalo, porém, de um período recorrente. No entanto, cabe lembrar que a seca climática pode ser intensificada no que compete seu impacto. Se considerarmos as ações locais de produção do espaço, os aspectos sociais e econômicos de uma localidade, um fenômeno natural, passa a caracterizar-se como socionatural, devido aos seus impactos negativos quando de sua ocorrência sobre uma determinada população.

A seca agrícola está relacionada a baixa disponibilidade de umidade no solo que, embora mantenha relação com o conceito de seca meteorológica, está diretamente associado ao resultado da insuficiência por parte de um determinado cultivo agrícola na reposição do suprimento de água devido as perdas efetuadas pelo processo de evapotranspiração (OMM, 1975). Portanto, a seca agrícola, bem como a estiagem, pode ser sanada ou, amenizadas, dada condições socioeconômicas do produtor por meio do uso de tecnologias de irrigação, por exemplo (MURARA, 2018).

Em síntese, o fenômeno da seca tem por característica a redução considerável das reservas hídricas (CASTRO, 2003; SPINELLI, 2018), resultado de um déficit de

precipitação considerando-se um determinado período e em que cada região apresenta características climáticas específicas.

Evidencia-se, portanto, que os conceitos de estiagem e seca não são sinônimos. Concluímos que a principal diferença se baseia na escala de tempo e intensidade, uma vez que a seca tem um período de totais pluviométricos abaixo do normal esperado maior que a estiagem (temporalmente), assim como a intensidade (impacto) tende a ser mais severa na seca (CARVALHO, 1988; PERETTI; NUMMER; WOLLMANN, 2015).

Nimer (1971) afirma que “o sul do Brasil é privilegiado por frequentes ocorrências de precipitações que se fazem de forma equitativas na maior parte de seu território”. Para suas análises foram considerados fatores dinâmicos como os centros de ação e as correntes de circulação perturbadas e os fatores estáticos como o relevo.

De acordo com Nimer (1971) as precipitações para o Rio Grande do Sul são bem distribuídas, pois o estado se encontra numa zona de encontro de massas ar de características diferentes que, quando se chocam, se condensam, viram nuvens que podem provocar precipitações. Portanto, o estado gaúcho, localizado em uma área que propicia frequentes encontros de fenômenos meteorológicos distintos, associados à variabilidade de seus regimes de precipitação, chuvas intensas e concentradas, causadas pela permanente alternância de massas de ar, é muitas vezes reconhecido pela abundância nos registros de precipitação e, erroneamente, identificado pela ausência de chuvas.

Caracterizado por um clima subtropical, o estado do Rio Grande do Sul configura-se como uma localidade de encontro de sistemas atmosféricos de origem polar (Massa Polar Atlântica) com os de origem tropical (Massa Tropical Atlântica ou Continental). Como resultado há ocorrência de chuvas durante todo o ano, derivadas da passagem de sistemas frontais (SARTORI, 2003).

Neste contexto, segundo a bibliografia clássica (NIMER, 1966; 1971; SARTORI, 2003) a região Sul do Brasil, bem como o estado do Rio Grande do Sul, caracteriza-se pela não presença de seca e ocorrência de estiagens, diante das recorrentes e frequentes precipitações pluviais. Cabe destacar que, estudos mais recentes (NERY, 2005; GRIMM, 2009; RIBEIRO & ZAVATTINI, 2017), vão de encontro com essas colocações, apresentando e identificando anomalias nas precipitações pluviais para região Sul do Brasil

Estudos sobre a dinâmica atmosférica no estado gaúcho foi objeto de investigação de Sartori (1993a, 1993b, 2003), Wollmann (2012) e Rossato (2011) que fornecem a base teórica para a compreensão da dinâmica atmosférica do estado do Rio Grande do Sul. Diante destes referenciais é possível caracterizar que, no Brasil meridional atuam quatro massas de ar: Massa Tropical Atlântica, Massa Polar Atlântica, Massa Equatorial Continental e Massa Tropical Continental. Essas massas, guiadas pelos sistemas de circulação do hemisfério Sul são orientadas e influenciadas nas suas trajetórias e atuação pelo relevo, produzindo diferentes perturbações atmosféricas e propiciando precipitações pluviais de diferentes gêneses no estado do Rio Grande do Sul (ROSSATO, 2011).

Porém, é possível identificar um contraste regional no regime de precipitação e de temperatura no estado do Rio Grande do Sul e, parte deste se deve à caracterização geomorfológica, que influenciam na trajetória e atuação dos sistemas atmosféricos (ROSSATO, 2011). Portanto, mesmo o município de Erechim sendo classificação, segundo Köppen, em uma tipologia climática do tipo Cfa, caracterizado por umidade e chuvas durante todos os meses, bem como verões quentes (ALVARES *et al.*, 2013).

Há que se considerar as excepcionalidades aqui admitidas pela dinâmica atmosférica, seja pela ocorrência de bloqueios atmosféricos (SACCO, 2010) ou, pela atuação anômala e persistente de um sistema de alta pressão, como os sistemas polares, que não ocasionam precipitações pluviais, ou seja, a associação com o uso do solo, predominantemente atividades agrícolas na região pode resultar em eventos de estiagem nas áreas urbanas e rurais.

A ocorrência das estiagens no Rio Grande do Sul pode ainda ser ocasionada e/ou intensificada pela atuação dos fenômenos *El Niño* e *La Niña*, principalmente nas estações de primavera e verão quando atuam com maior intensidade (GRIMM, 2009).

Segundo Reckiegel (2007), utilizando dados da defesa civil, foram registrando 2.836 ocorrências de estiagens no Estado do Rio Grande do Sul, estas, por sua vez, principalmente na transição da primavera para o verão. O Atlas brasileiro de desastres naturais (2013), aponta que a estação de verão é a que registra os episódios de estiagem no território gaúcho, sendo que, no biênio 2008 e 2009, foram registradas 472 ocorrências de estiagens e secas no estado do Rio Grande do Sul. Embora se trate de uma localidade (Erechim) e um estado (Rio Grande do Sul), caracterizados pela distribuição regular das precipitações pluviais e, principalmente, pelos elevados registros dos totais pluviométricos, os impactos negativos causados pela estiagem se caracterizam como o principal desastre ocorrido no estado gaúcho.

Localizado no setor centro-norte do estado do Rio Grande do Sul, o município de Erechim (Figura 1) compreende um território de aproximadamente 430,600Km² (IBGE, 2017). Com uma população estimada em 103.437 habitantes e uma densidade demográfica de 223,11 hab/km², Erechim é a maior cidade da microrregião que leva seu nome.

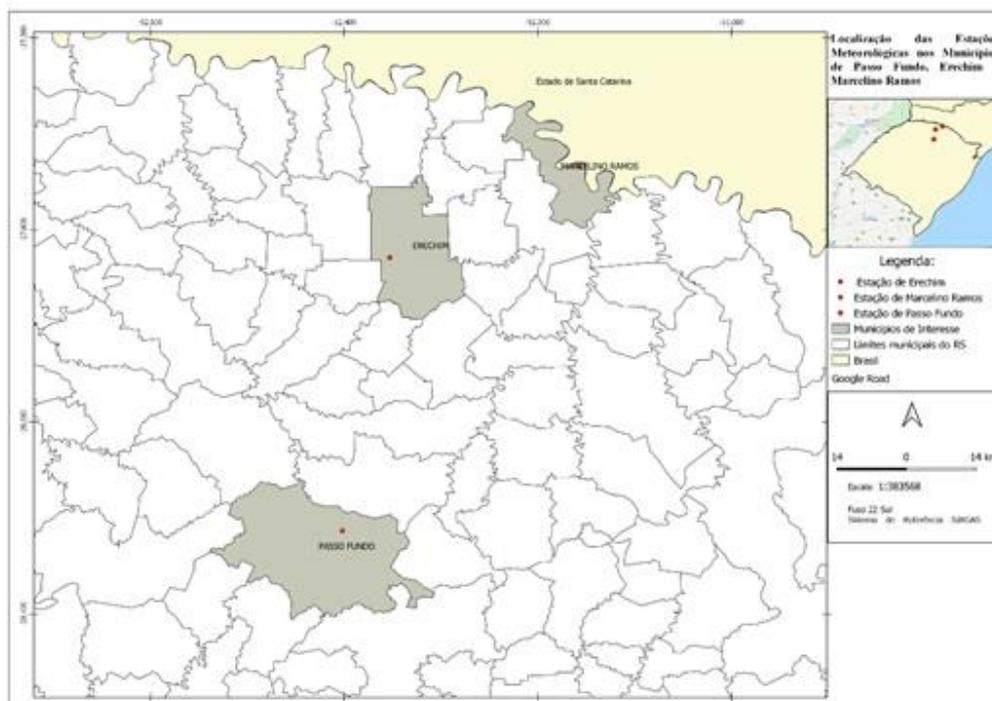


Figura 1. Localização do município de Erechim e das estações meteorológicas utilizadas.
Fonte: Autoria própria.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para melhor compreensão e análise dos fatos que culminou na ocorrência do episódio de estiagem em Erechim foram coletadas informações e dados referentes ao período de novembro de 2008 a maio de 2009, junto ao Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC) e ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), sob a forma de boletins técnicos e/ou informações de eventos extremos no período estudado para a Região Sul do Brasil.

Foi ainda efetuado um levantamento em jornais locais e de abrangência regional de reportagens que noticiaram o fenômeno da estiagem. Buscamos pelas reportagens que abordassem chamadas de seca também. Esse procedimento se constituiu como importante etapa no sentido de desmistificar as notícias que são vinculadas por esse canal de comunicação. O levantamento ocorreu para o recorte temporal do ano de 2009, referente aos meses de janeiro a maio. As buscas foram realizadas nos jornais: *Jornal Estadual do Rio Grande do Sul (Zero Hora)*; *Jornal Bom dia*; *Jornal Boa Vista*; *Atmosfera On-line*, bem como a *Folha de São Paulo*. Este último, após uma busca pela internet, embora não tenha uma abrangência limitada a região de estudo apresentou uma matéria sobre o evento. Esse procedimento se constitui apenas para identificar o período de ocorrência do fenômeno.

O período conhecido popularmente pela estiagem que ocorreu no município analisado contempla os meses de abril e maio de 2009. Porém, para efetuarmos a análise e a compreensão da dinâmica atmosférica, ampliamos o recorte temporal para toda a estação de verão e início do outono, buscando entender a dinâmica da atmosfera

anterior à ocorrência do episódio de estiagem. Por esse motivo que consideramos na análise o recorte temporal de novembro de 2008 a maio de 2009.

Junto ao site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram coletados dados mensais de precipitação pluvial do período de novembro de 2008 a maio de 2009, provenientes da estação meteorológica de Erechim (código 86954). Uma vez que Erechim não possui normal climatológica, pois a estação oficial passou a funcionar a partir do segundo semestre de 2007, tomamos como referência as estações do entorno. Foram selecionadas as estações meteorológicas de Marcelino Ramos (código 83885) distante 40km a nordeste da área de estudo, e a estação de Passo Fundo (código 83914), localizada a cerca de 63km ao sul de Erechim (Figura 1). Ambas serviram de comparativo dos totais pluviométricos esperados para os respectivos meses em análise. Optou-se por utilizar os dados oriundos das normais climatológicas de 1961-1990, referente a precipitação pluviométrica acumulada.

Para auxiliar na interpretação dos valores totais de precipitação registrados no período analisado, utilizamos os desvios de precipitação total em relação à média climatológica 1961-1990 para o Brasil, referente os meses analisados. Essas informações são oriundas dos boletins mensais do Climanálises.

O cálculo do desvio padrão foi efetuado com base na média regional, utilizando-se dos dados das estações de Marcelino Ramos e Passo Fundo. Para identificação do fenômeno El Niño Oscilação Sul – ENOS, foi utilizado os dados referentes aos registros de episódio disponibilidade pela National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA).

RESULTADOS

Após um levantamento dos totais de precipitação acumulada mensal (Figura 2) na estação de Marcelino Ramos e Passo Fundo, ficou evidente que há uma variabilidade dos totais de chuva entre os meses em análise, mas não existem períodos que possam ser caracterizados como de seca.

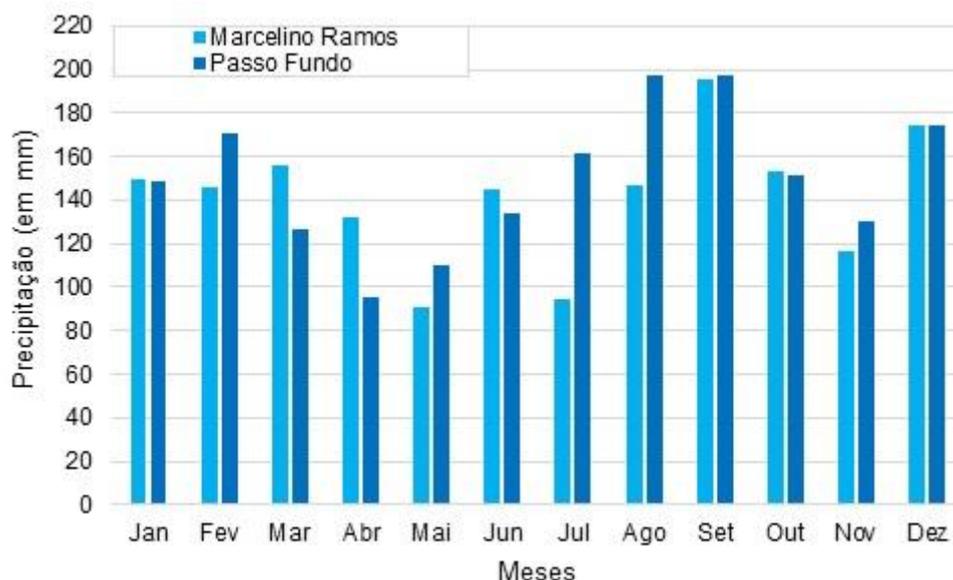


Figura 2. Normais climatológicas de Marcelino Ramos e Passo Fundo, período de 1961-1990. **Fonte:** INMET, 2019.

Para o período analisado - novembro de 2008 a maio de 2009 - os registros de precipitação ocorridos em Erechim (Figura 3) estiveram abaixo do esperado para região a partir de dezembro de 2008, em comparação com as normais climatológicas. Nos meses de janeiro (144,4mm) e fevereiro (169mm), foram registradas precipitações dentro do esperado (Figura 2) para região, 149mm a 158mm, respectivamente. No entanto, nos meses de março (36mm) e abril (18,6mm), os registros de chuva estiveram muito abaixo das normais, 141mm e 113mm, respectivamente (Figura 2).

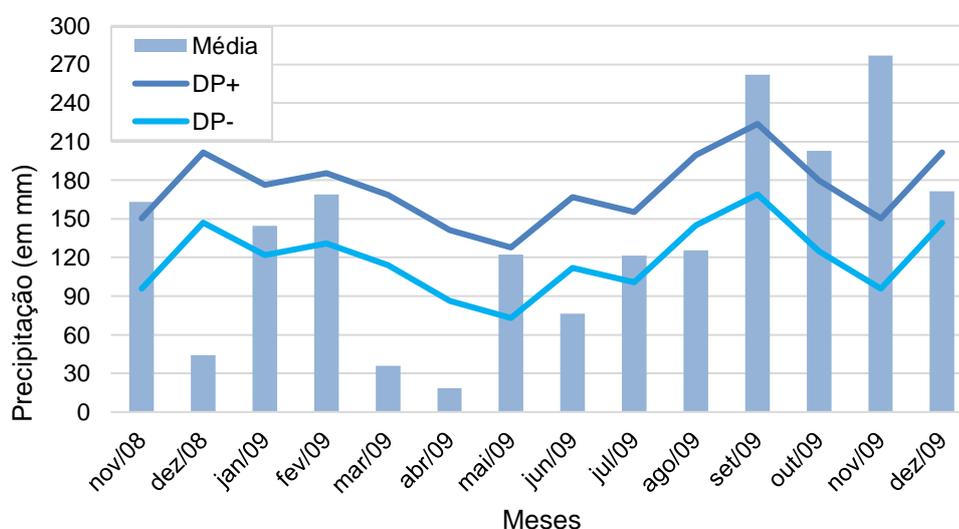


Figura 3. Precipitação pluvial e desvio padrão, Erechim, novembro de 2008 a setembro de 2009. **Fonte:** INMET, 2019.

O fenômeno *La Niña* se apresentava intenso para o mês de dezembro de 2008 (Figura 4), quando era registrada diminuição da Temperatura da Superfície do Mar (TSM) sobre o Pacífico Equatorial Leste e a intensificação dos ventos alísios concomitantemente com a diminuição da Pressão ao Nível do Mar (PNM) sobre a porção oeste do Pacífico Equatorial. Sobre o Oceano Atlântico, os ventos alísios de nordeste estiveram mais fracos, sendo consistentes com a persistência de anomalias positivas de TSM ao norte do Equador (CPTEC, 2017).

Year	DJF	JFM	FMA	MAM	AMJ	MJJ	JJA	JAS	ASO	SON	OND	NDJ
2000	-1.7	-1.4	-1.1	-0.8	-0.7	-0.6	-0.6	-0.5	-0.5	-0.6	-0.7	-0.7
2001	-0.7	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.1	-0.1	-0.1	-0.2	-0.3	-0.3	-0.3
2002	-0.1	0.0	0.1	0.2	0.4	0.7	0.8	0.9	1.0	1.2	1.3	1.1
2003	0.9	0.6	0.4	0.0	-0.3	-0.2	0.1	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4
2004	0.4	0.3	0.2	0.2	0.2	0.3	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7	0.7
2005	0.6	0.6	0.4	0.4	0.3	0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.3	-0.6	-0.8
2006	-0.8	-0.7	-0.5	-0.3	0.0	0.0	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.9
2007	0.7	0.3	0.0	-0.2	-0.3	-0.4	-0.5	-0.8	-1.1	-1.4	-1.5	-1.6
2008	-1.6	-1.4	-1.2	-0.9	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-0.4	-0.6	-0.7
2009	-0.8	-0.7	-0.5	-0.2	0.1	0.4	0.5	0.5	0.7	1.0	1.3	1.6

Figura 4. Histórico dos episódios de *El Niño* (vermelho) e *La Niña* (azul). Fonte: NOAA (2017).

Dezembro de 2008

No mês de dezembro de 2008, cerca de 17 municípios do Rio Grande do Sul decretaram situação de emergência por conta da diminuição das chuvas. Conforme as informações publicadas pelo Boletim Climanálise (CPTEC/INPE, 2017), o fenômeno *La Niña* atuou intensamente, ocasionando chuvas abaixo da média em toda a Região Sul (CLIMANÁLISE, 2008).

Em dezembro a estiagem ainda não era caracterizada em Erechim (Figura 5), segundo a Folha de São Paulo, um levantamento efetuado na região mostrou os municípios localizados na porção oeste de Erechim já decretavam situação de emergência.

Segundo Climanálise (2008), em dezembro de 2008 o posto fluviométrico de Passo Fundo, que abrange a bacia hidrográfica onde está localizado o município de Erechim, registrou vazão de 34,0 m³/s e um desvio de -20,9%. Embora os valores dos totais pluviométricos sejam inferiores ao esperado para o período (Figura 3 e 6), os reservatórios da cidade ainda dispunham de quantidade suficiente para suprir as demandas da população urbana, no entanto, na zona rural os produtores já estavam em alerta devido à ausência de chuvas na região que, conseqüentemente, reduzia o nível das águas em seus reservatórios (lagos e açudes).

Seca atinge RS e 17 cidades decretam situação de emergência

MARINA NOVAES
da Folha Online

18/12/2008 @ 16h11

Compartilhar    < 0  OUVIR O TEXTO  Mais opções

Ao menos 17 municípios do Rio Grande do Sul decretaram situação de emergência em decorrência da estiagem, segundo informações da Defesa Civil do Estado. Há cerca de 60 dias não chove no noroeste do Estado e na região do Planalto, conforme informou o órgão na tarde desta quinta-feira.

Os municípios que sofrem com a seca no Estado são: Constantina, Sagrada Família, Liberato Salzano, Seberi, Rodeio Bonito, Cristal do Sul, Engenho Velho, Gramado dos Loureiros, Iraí, Novo Barreiro, Novo Xingu, São José das Missões, Trindade do Sul, Nova Boa Vista, Novo Tiradentes, Boa Vista das Missões, Gramado dos Loureiros.

Até esta quarta-feira (17), a Defesa Civil registrava 13 cidades atingidas pela seca, mas outras quatro cidades declararam situação de emergência entre ontem e hoje.

Segundo a Defesa Civil, falta água potável nos reservatórios e os agricultores tiveram de interromper o plantio de soja e milho.

Figura 5. Reportagem da Folha Online sobre a estiagem que atingiu o estado do Rio Grande do Sul em dezembro de 2008. **Fonte:** Folha de São Paulo, 2008.

Janeiro de 2009

No mês de janeiro de 2009, na Região Sul, as chuvas foram, de maneira geral, abundantes e com forte atuação da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT), da Alta da Bolívia e da Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (CLIMANÁLISE, 2009a).

Muito embora a ZCIT não tenha atuação direta na Região Sul do Brasil, ela contribui com o aporte de umidade sobre a região Amazônica. Sua posição influencia na quantidade de vapor d'água que, por meio do transporte dos Jatos de Baixos Níveis (JBN), no verão, se direcionam da bacia Amazônica, tangenciando a Cordilheira dos Andes e transportando umidade para o Sul do Brasil. Essa umidade, oriunda da intensidade dos ventos alísios e dos fluxos dos JBN da Amazônia, atravessam o América do Sul e contribuem para ocorrência de chuvas no Sul do Brasil (MARENGO; AMBRIZZI; SOARES, 2009).

O episódio da *La Niña* era atuante no oeste do Oceano Pacífico na Região Equatorial, diminuindo a Temperatura da Superfície do Mar (TSM) e intensificando-se na Região Sul do Brasil (CLIMANÁLISE, 2009a), favorece a continuidade da situação de estiagem, conforme pode ser observado na figura 6, o desvio de precipitação em relação a normal climatológica. Conforme previsão do CPTEC, o triênio de fevereiro-março-abril apresentava previsão probabilística de chuvas abaixo no normal para toda Região Sul do Brasil (Figura 7).

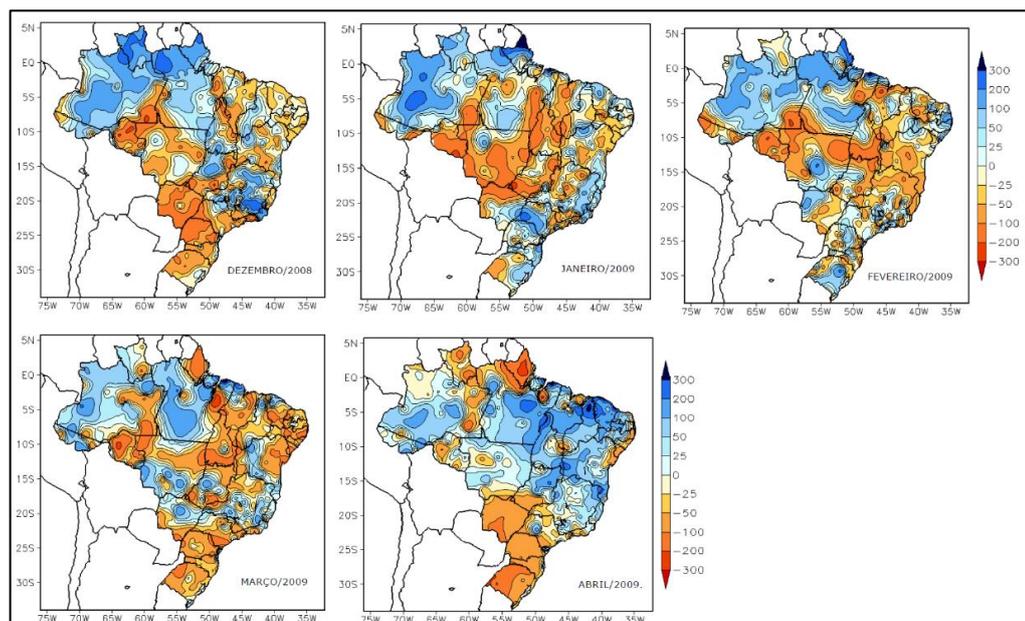


Figura 6. Desvio de precipitação total, em mm, em relação à média climatológica 1961-1990, para os meses de dezembro de 2008 a abril de 2009. **Fonte:** CLIMANÁLISE, 2008, 2009a, 2009b, 2009c, 2009d.

Mesmo com a presença e atuação de um sistema de baixa pressão próximo ao litoral gaúcho (CPTEC, 2017), favorecendo a ocorrência de chuvas acentuadas no município de Torres, o INMET (2008) destacou baixos valores de umidade relativa do ar em algumas cidades gaúchas como Uruguaiana (15%), São Luiz Gonzaga (19%), São Borja (20%) e Quaraí (21%).

Na segunda quinzena de janeiro, a atuação de um jato subtropical combinado com uma baixa que se formou sobre o Uruguai resultou em chuvas intensas em algumas localidades do Rio Grande do Sul. No final do mês, um cavado acabou se transformando em um vórtice ciclônico, favorecendo um ciclone extratropical que estava atuando no Sul do país e, ocasionando chuvas em parte de Santa Catarina e Rio Grande do Sul (CLIMANÁLISE, 2009a).

Portanto, após um período de baixos registros pluviométricos (dezembro de 2008), as chuvas registradas em janeiro estavam de acordo com a média para o período. Como observado na Figura 3, o total acumulado em Erechim (144,4 mm) ficou próximo (cerca de 11mm abaixo) dos registros obtidos pelas normais climatológicas para o mês.

Uma combinação da forte atuação, da Zona de Convergência do Atlântico Sul e da Alta da Bolívia proporcionou uma possibilidade de chuvas que ocorreram no mês de janeiro na Região Sul. Contudo, o fenômeno *La Niña*, que atuava no período em análise, sendo desta forma, possível diminuição no quantitativo do total pluviométrico (GRIMM, 2009), o que não ocorreu (CLIMANÁLISE, 2009a).

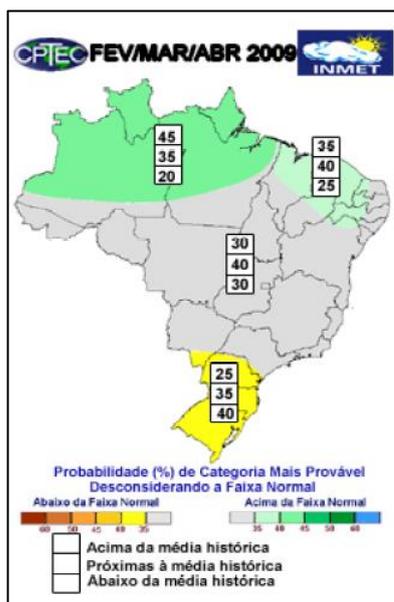


Figura 8. Previsão probabilística (em tercís) de consenso do total de chuvas período de fevereiro a abril de 2009. **Fonte:** CPTEC, 2009a.

Fevereiro de 2009

As anomalias da TSM evidenciaram a persistência do fenômeno *La Niña* sobre o Pacífico Equatorial (Figura 4). Segundo o Climanálise (2009b), houve aumento das vazões na maioria das bacias monitoradas, com exceção da bacia do Uruguai, na qual se localiza o Município de Erechim. A Região Sul apresentou chuvas acima da média em áreas isoladas, sendo que no Rio Grande do Sul os sistemas frontais contribuíram para o acumulado mensal na primeira quinzena.

A tendência de aumento de chuvas continuou em fevereiro de 2009 (CLIMÁNALISE, 2009b), quando foram registrados 169mm na estação meteorológica de Erechim. Esse valor representa chuvas acima da média esperada para o período, a partir das normais climatológicas, quando o acumulado (Figura 3) é de aproximadamente 158,2mm.

Conforme apresentado, mesmo sob a atuação do fenômeno *La Niña*, os meses de janeiro e fevereiro registraram totais pluviométricos na média esperada para o período. Segundo Grimm (2009), durante a atuação do fenômeno *La Niña*, as precipitações pluviais podem diminuir em partes do sudoeste gaúcho, porém, o número de dias com chuvas continua o mesmo, podendo ainda aumentar o número de dias chuvosos, ou seja, há diminuição do acumulado mensal pluviométrico, porém as chuvas são mais distribuídas, diminuindo a ocorrência de vários dias secos.

Portanto, o fenômeno *La Niña* pode representar probabilidade de diminuição das chuvas na região Sul do Brasil. Porém, a atuação de outros sistemas atmosféricos, como a combinação da atuação da ZCIT, da ZCAS, JBN e da Alta da Bolívia, ou ainda, cavados, baixas pressões e presença de frente frias (mesmo no verão) podem

proporcionar totais pluviométricos na média esperada para algumas localidades da região Sul do Brasil, mesmo com a atuação do fenômeno *La Niña*.

Cabe lembrar que durante o verão, o continente Sulamericano encontra-se aquecido e uma vez que a região Sul do Brasil conta com o aporte de umidade oriundo da região Amazônica como explicado anteriormente (via atuação dos sistemas ZCIT, ZCAS, JBN e da Alta da Bolívia), as precipitações no noroeste gaúcho são produzidas principalmente via a atuação de sistemas de baixa pressão atmosférica que possibilitam a convecção uma vez que estão associados com os sistemas de monção da América do Sul (GRIMM, 2009).

Março de 2009

Os totais pluviométricos ficaram abaixo da média na maior parte da Região Sul em março. Nesse mês foram registradas as atuações de três sistemas frontais que pouco contribuíram para o acumulado mensal (CLIMANÁLISE, 2009c). No início do mês, foi observada a formação de áreas de instabilidade no Rio Grande do Sul, que resultaram em chuvas elevadas. Entretanto, durante a segunda quinzena, as precipitações se tornaram mais escassas e com desvios negativos de precipitação em relação à média climatológica (Figura 4).

O mês de março de 2009 foi anômalo, pois, conforme a Figura 3, o seu acumulado de precipitação histórico é, em média, de 141,2mm e os valores registrados na estação meteorológica de Erechim não ultrapassaram os 36mm. Isso representa uma diminuição de cerca de 74% dos volumes normais. Esses dados já indicavam a ocorrência de um período de ausência de chuvas, caracterizando o mês de março de 2009 com a ocorrência de estiagem (CASTRO, 2003; SPINELLI, 2018).

Ainda com relação ao mês de março, registraram-se três sistemas frontais que atuaram na Região Sul, sendo apenas um com trajetória sobre a área de estudo, representando diminuição das chuvas para todo o Estado do Rio Grande do Sul (CLIMANÁLISE, 2009c). De acordo com o CPTEC (2009), os ventos alísios diminuíram a sua intensidade a partir de março e a TSM apresentava valores mais elevados, com indicativo de declínio do fenômeno *La Niña*.

Abril de 2009

O mês de abril foi caracterizado por chuvas abaixo da média histórica na maior parte da Região Sul (Figura 5 e 6). Segundo registros do CPTEC (2017), nesse período ocorreu um aquecimento das águas na parte leste do Oceano Pacífico, bem como a normalidade dos ventos alísios de leste. Esses dados são fundamentais para o início do enfraquecimento do fenômeno *La Niña* (Figura 4).

A escassez de chuva foi mais acentuada no Rio Grande do Sul, sendo que no setor oeste do estado a chuva acumulada ficou abaixo do esperado. Em Erechim foram

apenas 18,6mm de chuva, uma vez que, de acordo com a normal climatológica (Figura 2), eram esperados cerca de 113mm. Nesse mês a estiagem atingiu o maior pico, pois a precipitação sofreu um decréscimo de aproximadamente 83%.

Contrariando a expectativa, o enfraquecimento do fenômeno *La Niña* foi acompanhado de chuvas abaixo do esperado pela média histórica. Algumas cidades gaúchas tiveram uma diminuição superior à 150mm mensais, sendo que São Luiz Gonzaga¹ registou apenas 7,3mm em todo mês, 96% abaixo do esperado, já que sua média para o mês de março é de 179,9mm (CLIMANÁLISE, 2009d). O CPTEC (2017), nesse mês, não registou atuação significativa de sistemas frontais ou qualquer outro possível gerador de chuvas para a região.

Após dois meses (março e abril) de estiagem, o município de Erechim registou, no mês de maio de 2009, chuva conforme esperado (Figura 3 e 6). O acumulado mensal foi de 122,4 mm, representando valores próximos à sua média histórica (100,4mm).

No Oceano Pacífico foi registrado aquecimento das águas superficiais, representando evolução e desenvolvimento do fenômeno *El Niño*-Oscilação Sul (ENOS) (Figura 4). Houve, ainda, a atuação de sistemas frontais mais intensos devido ao início da estação de outono (GRIMM, 2009), bem como a atuação de cavados, vórtices ciclônicos e jatos subtropicais que favoreceram o aumento dos registros pluviométricos para o mês de maio (CLIMANÁLISE, 2009d).

Muito embora as precipitações tenham ocorrido na região, principalmente nos meses de janeiro e fevereiro, não foram suficientes para a necessidade estabelecida na estação do verão. Portanto, chama-se atenção para a importância das teleconexões e do advento de umidade ou, rios voadores (MARENGO; AMBRIZZI; SOARES, 2009), que exercem papel fundamental na distribuição das chuvas na região Sul do Brasil durante o período de verão. Ou seja, as chuvas registradas nos meses de janeiro e fevereiro não foram suficientes para diminuir o impacto causado pela forte estiagem que se configurava no mês de dezembro de 2008, o que se confirmou nos meses de abril e maio de 2009, devido à diminuição dos totais pluviais que ocorreu a partir de março de 2009. Portanto, não se tratou de uma defasagem das chuvas para o período conforme nos atenta Grimm (2009), de fato, foi identificada uma diminuição das chuvas para o verão.

CONCLUSÃO

A estiagem ocorrida em Erechim teve início na estação de verão da transição 2008/2009 (dezembro a março), repercutindo no início da estação de outono para o maior município da região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul. A análise climática mostrou que na região o fenômeno conhecido como *La Niña* contribuiu para os registros negativos dos totais pluviométricos esperados para o período, porém, ficou claro que não se trata de um fenômeno determinante para a ocorrência de estiagem. Em consonância, destacamos a redução das passagens frontal e, quando

¹ O município de São Luiz Gonzaga se localiza na mesorregião noroeste Rio Grandense, a cerca de 267km de Erechim.

da sua atuação, a qualidade destas que auxiliaram no decréscimo pluviométrico já a partir de março de 2009.

Cabe destacar que nos meses de janeiro e fevereiro uma combinação da ZCIT, JBN, Alta da Bolívia e da ZCAS, bem como da frequente passagem de frentes frias, possibilitou a ocorrência de chuvas que resultaram em médias equivalentes às normais climáticas, ou seja, ao esperado para a região, mesmo diante da atuação do fenômeno *La Niña*. Cabe mais uma vez destacar que, embora estes sistemas atmosféricos não atuem diretamente em Erechim, com exceção do JBN, estes influenciaram indiretamente na possibilidade de formação de chuvas na região para os meses de janeiro e fevereiro.

Cabe destacar que o presente artigo, buscou por meio da análise dinâmica da climatologia geográfica compreender a gênese do evento descrito. Muito embora as análises estáticas da abordagem em climática seja essencial para compreensão de fenômenos atmosféricos, pautamos nossa investigação na busca e confirmação de uma climatologia dinâmica para a identificação de um fenômeno climático.

Concluimos que no verão de 2009 (dezembro de 2008 a março de 2009) o episódio de estiagem que ocorreu no município de Erechim e região esteve associado a falta de ausência do aporte de umidade originário da região amazônica em associação com as passagens frontais que foram inferiores ao esperado para área de estudo tanto no aspecto quantitativo, quanto qualitativo dado os valores de registrados de precipitação.

Por fim, cabe desatacar que este estudo de caso não é único e almeja um maior quantitativo de investigações da ocorrência de episódios de estiagem registrados na região e área de estudo para que possamos confirmar a hipótese de que as estiagens que ocorrem na região Noroeste gaúcha podem estar, quando da sua deflagração, sobre a ocorrência do fenômeno *La Niña*, como também, podem ocorrer por conta de outras dinâmicas atmosféricas. Desta forma, esse estudo aponta para novas investigações que serão apresentadas a partir da presente pesquisa.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONCALVES, J.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, vol. 22, p. 711–728, 2013.

Atlas. *Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012* / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis: CEPED UFSC, 2013.

BLAIN, G.C.; BRUNINI, O. Análise da escala temporal de monitoramento das secas agrícolas e meteorológicas no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Meteorologia*. vol. 22, p. 255-261, 2007.

CARVALHO, O. *A economia política do Nordeste: secas, irrigação e desenvolvimento*. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1988.

CASTRO, A. L. C. *Manual de Desastres: Desastres Naturais*. Brasília, Ministério da Integração Nacional, 2003.

CLIMANÁLISE. *Boletim de monitoramento e análise climática*. Cachoeira Paulista - SP. v. 23, Nº. 12, dezembro/2008.

CLIMANÁLISE. *Boletim de monitoramento e análise climática*. Cachoeira Paulista - SP. v. 24, Nº. 01, janeiro/2009a.

CLIMANÁLISE. *Boletim de monitoramento e análise climática*. Cachoeira Paulista - SP. v. 24, Nº. 02, fevereiro/2009b.

CLIMANÁLISE. *Boletim de monitoramento e análise climática*. Cachoeira Paulista - SP. v. 24, Nº. 03, março/2009c.

CLIMANÁLISE. *Boletim de monitoramento e análise climática*. Cachoeira Paulista - SP. v. 24, Nº. 04, abril/2009d.

CPTEC. Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos. Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. Clima. Boletins. *Infoclima*. Disponível em: <<http://clima.cptec.inpe.br/>>. Acesso em: 17 jun. 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. *Drought*. FAOLAND&WATER. Geneva, Switzerland, 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/3/aq191e/aq191e>>. Acesso em: 01 abr. 2019.

FERREIRA, M. E. *As estiagens no Estado do Paraná 1971 a 2004*. 2007.

FOLHA DE SÃO PAULO. Cotidiano. *Seca atinge RS e 17 cidades decretam situação de emergência*. Disponível em: <<https://www1.folha.uol.com.br/cotidiano/2008/12/481090-seca-atinge-rs-e-17-cidades-decretam-situacao-de-emergencia.shtml>>. Acesso em: 01 fev. 2020.

GONÇALVES, E. F.; MOLLERI, G. S. F.; RUDORFF, F. DE M. Distribuição dos Desastres Naturais no Estado de Santa Catarina: Estiagem (1980-2002). In: *I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais*. Florianópolis: GEDN/UFSC, 2004. p. 773–786.

GRIMM, A. M. Clima da Região Sul do Brasil. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DIAS, M.A.F.; SILVA, M.G.A.J.S. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.

- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. *Boletim Climático* – janeiro/fevereiro/março de 2009. Ano 06. Número 12, 2008.
- MARENGO, J.A.; AMABRIZZI, T.; SOARES, W.R. Jatos de baixos níveis ao longo dos Andes. In: CAVALCANTI, I.F.A.; FERREIRA, N.J.; DIAS, M.A.F.; SILVA, M.G.A.J.S. *Tempo e clima no Brasil*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009.
- MARENGO, J. A. Mudanças Climáticas, Condições Meteorológicas Extremas e Eventos Climáticos no Brasil. In: *Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil*. FDBS & LLOYD'S, 2010. p. 4–19.
- MONTEIRO, C. A. DE F.; MENDONÇA, F. *Clima Urbano*. 1. ed. São Paulo: Contexto, 2003.
- MURARA, P.G. *Adaptação humana às inundações em áreas urbanas em Rio do Sul, Santa Catarina*. 2016. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis. 2016.
- MURARA, P. G.; IKEFUTI, P. Análise das precipitações pluviais em Rio do Sul, Santa Catarina. *Geografia, Ensino & Pesquisa*, v. 21, p. 186–195, 2017.
- MURARA, P. G. Técnicas de interpolação para a pesquisa em climatologia regional e agroclimatologia. *Revista Brasileira de Climatologia*, Edição Especial - Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica, p. 106–126, 2018.
- NERY, J.T. Dinâmica climática da região Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol.1, p. 61–75, 2005.
- NIMER, E. Circulação Atmosférica do Brasil. Contribuição ao Estudo da Climatologia no Brasil. *Revista Brasileira de Geografia*. p. 232-250, 1966.
- NIMER, E. *Climatologia da Região Sul do Brasil*. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, RJ. p. 03-65, 1971.
- NOAA. *National Oceanic and Atmospheric Administration*. El Niño - Southern Oscillation (ENOS). Disponível em: http://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php >. Acesso em: 21 jun. 2020.
- OMM. *Organização Meteorológica Mundial*. Drought and agriculture. WMO Tech. Note 138, Publ. WMO-392, Geneva, Switzerland, 127p. 1975.
- PASSIOURA, J. The drought environment: physical, biological and agricultural perspectives. *Journal of Experimental Botany*, vol. 58, p. 113–117, 2007.

PERETTI, V. A.; NUMMER, A. V.; WOLLMANN, C. A. Análise Espaço-Temporal dos desastres naturais de origem meteorológica e climatológica no município de Erechim (RS), no período de 1986 a 2011. *Boletim Gaúcho de Geografia*, v. 42, p. 255–275, 2015.

PME. *Prefeitura Municipal de Erechim*, 2008. Disponível em: <https://www.pmerechim.rs.gov.br/noticia/1644/19-05-2008/legislativo-vereadores-aprovaram-convenio-entre-municipio-e-siuma>. Acesso em: 23 jan. 2020.

RECKZIEGEL, B. W. *Levantamento dos Desastres Desencadeados por Eventos Naturais Adversos no Estado do Rio Grande do Sul no Período de 1980 a 2005*. Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

RIBEIRO, A.A.; ZAVATTINI, J.A. Análise têmporo espacial e regime das chuvas na Região das Missões, Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Climatologia*, vol. 21, p. 362–377, 2017.

SACCO, F.G. *Configurações atmosféricas em eventos de estiagem de 2001 a 2006 na Mesorregião Oeste de Santa Catarina*. Dissertação (Mestrado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia - Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis, 2010.

SARTORI, M. DE G. B. A dinâmica do clima do Rio Grande do Sul: indução empírica e conhecimento científico. *Terra Livre*, v. 1, p. 27–49, 2003.

SAUSEN, T. M. ; MARCELINO, E. V. ; MARCELINO, I. P. V. de O. et al. Núcleo de Aplicação e Pesquisa de Geotecnologias em Desastres Naturais e Eventos Extremos no Centro Regional Sul do INPE. In: *XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*. Florianópolis: INPE, 2007. p. 4401–4403.

SENA, A.; BARCELLOS, C.; FREITAS, C.; et al. Managing the Health Impacts of Drought in Brazil. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. vol. 11, p. 10737-10751, 2014.

SPINELLI, K. *Análise climática e vulnerabilidade da estiagem no oeste catarinense*. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Federal de Santa Catarina, UFSC. Florianópolis. 2018.

TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. DO. *Desastres Naturais: conhecer para prevenir*. 1. ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2009.

WILHITE, D. A., Drought as a natural hazard: Conceptions and definitions. In: WILHITE, D. A. *Drought: A global assessment*. Nebraska: Routledge, 2000. p. 111-120.

ZERO HORA. *Estiagem atinge Estados do Sul sem ter previsão de amenizar*. 2009.
Disponível em:
<http://www.clicrbs.com.br/eleicoes2008/jsp/default.jsp?uf=1&local=1&action=noticias&id=2467793§ion=Not%Edcias>>. Acesso em: 23 jan. 2020.