

CHUVA, ESTIAGEM E CRISE HÍDRICA NO OESTE DE SANTA CATARINA: EFEITOS ADVERSOS DA URBANIZAÇÃO

Eduarda Rebelatto Brandalise

João Afonso Zavattini

Universidade Federal de Santa Catarina

RESUMO

Este artigo aborda as chuvas no oeste catarinense, com o objetivo de identificar as estiagens ocorridas no período 1974-2022. Aquelas situadas entre 2019 e 2022, que afetaram a oferta e demanda de água dos dois mais importantes centros urbano-industriais, Chapecó e Xanxerê, bem como de Xaxim e Cordilheira Alta, foram analisadas do ponto de vista rítmico. Essas localidades, sedes dos municípios de mesmo nome, serão diretamente beneficiadas pelo Projeto Rio Chapecozinho, ora em implantação. Trata-se de um projeto de grande porte, que visa a solução das frequentes crises hídricas nesses quatro municípios e, também, a promoção da segurança hídrica nessa importante porção de Santa Catarina, cuja base econômica é a agroindústria.

Palavras-chave: Chuva; estiagem; crise hídrica; urbanização; oeste de Santa Catarina.

ABSTRACT

This article analyzes rainfall in western Santa Catarina with the objective of identifying drought events that occurred between 1974 and 2022. Special attention is given to the droughts observed from 2019 to 2022, which affected water supply and demand in the two main urban-industrial centers of the region, Chapecó and Xanxerê, as well as in the municipalities of Xaxim and Cordilheira Alta. These droughts were analyzed from a rhythmic climatology perspective. These locations, headquarters of the municipalities under the same name, will be directly benefited by the Rio Chapecozinho Project, which is currently under implementation. This is a large-scale project, that aims to solve the frequent water crises in these four municipalities and to promote water security in this important region of Santa Catarina state, whose economic base is agribusiness.

Key words: Rain; drought; water crisis; urbanization; west of Santa Catarina.

INTRODUÇÃO

O estudo da distribuição das chuvas em diferentes regiões da Terra contribui para a compreensão dos períodos de grande concentração pluvial ou de estiagens prolongadas, favorecendo o entendimento das mudanças climáticas em nosso planeta, pois trata-se de um fenômeno atmosférico que apresenta grande variabilidade, tanto no tempo como no espaço. Inúmeros são os autores que abordaram as chuvas sob a ótica da Climatologia Geográfica (Conti, 1975; Monteiro, 1963a; 1969; 1971; Monteiro *et al.*, 1971; Nimer, 1989; Tavares, 1981; Tarifa, 1973; 1975), cujas investigações privilegiam distintas porções do território nacional como, por exemplo, os trabalhos desenvolvidos por Ramos (2023), Zavattini e Fontão (2019), Fontão (2014; 2018), Zandonadi (2013), Borma e Nobre (2013) e Zavattini (2009), dentre tantos outros autores.

Pesquisar as variações rítmicas da pluviosidade é buscar compreender a gênese dos longos períodos de chuvas modestas e irregulares, que ocasionam estiagens brandas a moderadas, bem como a dos curtos períodos de ausência de chuvas, responsáveis por estiagens severas. Em regiões cuja economia depende dos recursos hídricos, como o oeste do estado de Santa Catarina, esses períodos podem gerar impactos econômicos significativos, conforme sua duração e abrangência territorial.

A região oeste catarinense que, segundo Nimer (1989), estaria englobada no intervalo de 2.000-2.250 mm de pluviosidade média anual, seria um território muito bem servido de chuvas. Nessa mesma região, a localidade de Xanxerê seria detentora de uma chuva média anual de 2.462,2 mm (Monteiro, 1958) ou de 2.390 mm (Nimer, 1989), valores que, muito provavelmente, confirmariam tratar-se de uma área bem provida do ponto de vista pluvial.

Conforme M. A. Monteiro (2001, p.70) “Santa Catarina, por sua localização geográfica, é um dos Estados da federação que apresenta melhor distribuição pluviométrica durante o ano”. De acordo com C. A. de F. Monteiro (1958, n.p.) “Graças à atuação de massas de ar intertropicais e polares, úmidas, e especialmente pelos mecanismos que tais encontros produzem, as chuvas são fartamente distribuídas o ano inteiro, não havendo estação seca” no estado. Entretanto, apesar dessa farta distribuição pluvial, o oeste catarinense costuma enfrentar períodos de estiagem que comprometem o abastecimento urbano de água e, também, aquele voltado às necessidades das produções agroindustriais (Sacco, 2010; Herrmann, 2014; Spinelli, 2018).

Segundo o Manual de Desastres Naturais (Castro, 2003), a estiagem resulta da redução da precipitação, do atraso dos períodos chuvosos, ou da ausência de chuvas previstas para uma determinada temporada, comprometendo, muitas vezes, as reservas hídricas e causando prejuízos à agricultura e pecuária. O fenômeno da estiagem quando comparado ao da seca, descrita como uma estiagem prolongada, caracteriza-se por ser menos intenso e por ocorrer durante períodos menores (Castro, 2003). Porém, os períodos de estiagem, mesmo quando menos intensos, também causam impactos significativos na agroindústria pois, geralmente, eles ocorrem com relativa frequência em regiões muito produtivas e mais importantes para a economia do que aquelas sujeitas à seca (Castro, 2003)

Segundo o cartograma de frequência de estiagens, constante do Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina (Herrmann, 2014), durante o período de 1980 a 2010 a Mesorregião Oeste Catarinense¹ foi a que apresentou a maior frequência de desastres naturais de todo o estado, com 3.058 ocorrências registradas, das quais 39% estiveram relacionadas à estiagem, cujos impactos foram sentidos principalmente na agricultura. Entre os anos de 2000 e 2010 as perdas causadas pela estiagem na produção de milho, fumo e feijão, foram significativas e trouxeram prejuízos de quase 5 bilhões de reais ao estado (Herrmann, 2014).

O Atlas Brasileiro de Desastres Naturais (CEPED-UFSC, 2013) revela que mais de 4 milhões de catarinenses foram afetados por estes fenômenos entre 1991 e 2012. Contudo, essa publicação não distingue o fenômeno da estiagem daquele de seca, nem considera, separadamente, os eventos de longa duração daqueles de curta duração. Sendo assim, esta publicação aponta que, ao longo do referido período, foram registradas 1.518 ocorrências de estiagem/seca em 227 municípios

¹ A Mesorregião Oeste Catarinense foi definida pelo IBGE em 1990, órgão que, a partir de 2017, estabeleceu um novo quadro regional para o Brasil, subdividindo-o em Regiões Geográficas Intermediárias e Imediatas.

do estado de Santa Catarina (Figura 1), ao passo que na região oeste, a mais afetada, houve 1.170 ocorrências, em 118 municípios, o que representou 77% do total dos registros de todo o estado de Santa Catarina (CEPED-UFSC, 2013).

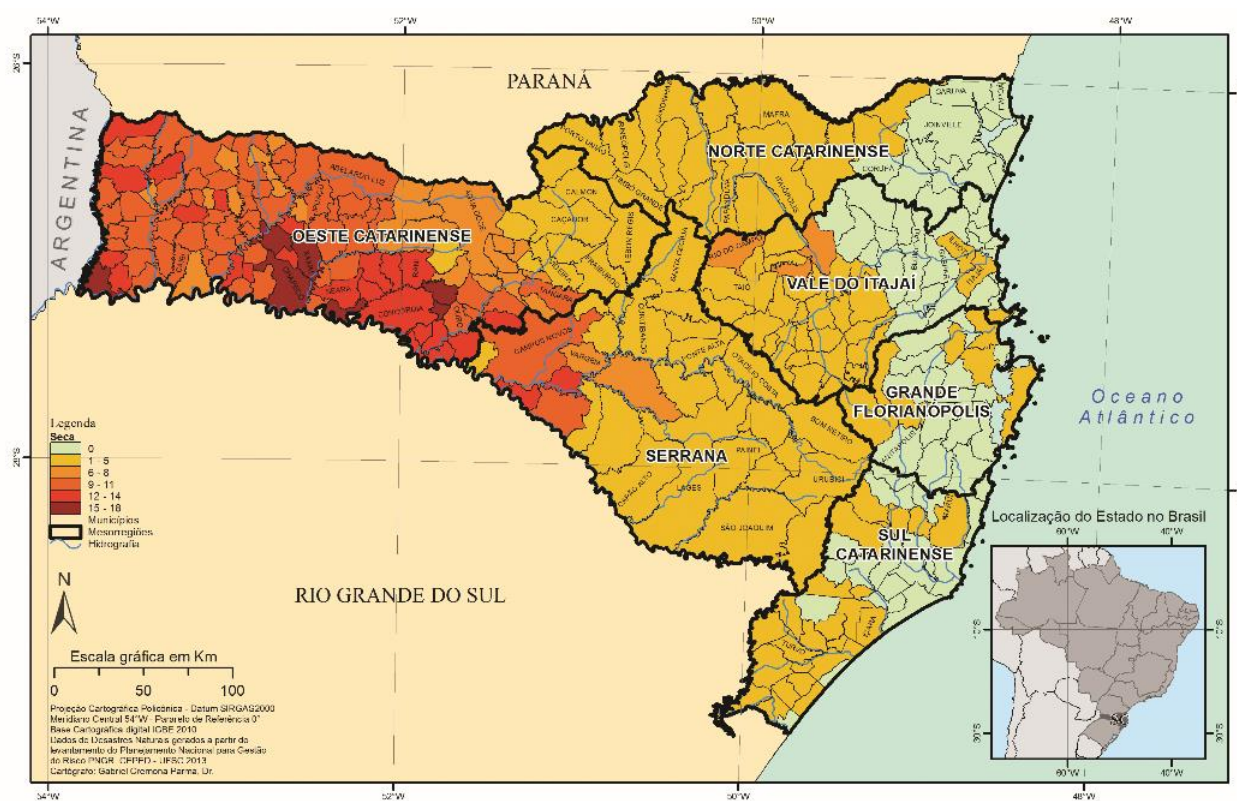


Figura 1 – Ocorrência de estiagem/seca em Santa Catarina no período 1991-2012. Fonte: CEPED-USCF, 2013, p.34.

Na região oeste, segundo o referido Atlas, os municípios mais atingidos pela estiagem/seca foram: Coronel Freitas (18 registros); Itapiranga e Jaborá (17 registros, cada); Chapecó e Presidente Castello Branco (16 registros, cada); Itá e Xaxim (15 registros, cada). O município de Chapecó foi aquele que sofreu os maiores impactos, pois cerca de 700 mil pessoas, ao longo do período 1991-2012, foram atingidas pela estiagem/seca. (CEPED-UFSC, 2013).

Em períodos de estiagem é comum os municípios do oeste catarinense enfrentarem perdas na produção agropecuária, redução na geração de energia hidrelétrica, dificuldades no abastecimento de água - tanto na zona rural quanto na zona urbana -, danos às estradas e problemas de saúde pública, devido ao consumo de água imprópria (Spinelli, 2018; Farias; Scheibe, 2024). Além disso, muitos são os municípios que, ainda hoje, necessitam recorrer a racionamentos ou, até mesmo, ao uso de caminhões-pipa, por conta da queda no nível dos reservatórios de água (Herrmann, 2014).

Nesse contexto, a região oeste de Santa Catarina passou por um acelerado processo de urbanização (Alba *et al.*, 2015; Nascimento *et al.*, 2024), o que intensificou os problemas relacionados à disponibilidade hídrica, especialmente durante os períodos de estiagem (Spinelli, 2018). O

aumento da população urbana exerceu uma grande pressão sobre os recursos hídricos, já fortemente disputados pelos setores industrial e agropecuário. Todas essas demandas, que se somam e agravam a escassez de água no estado como um todo, trazem consequências ainda mais drásticas ao oeste catarinense, pois concorrem para a instalação da crise hídrica em vários municípios desta região.

Quando longos períodos de estiagem ocorrem no oeste catarinense, a demanda por grandes volumes hídricos se torna ainda maior. Nessa região, as atividades produtivas (industriais e agropecuárias) e domésticas (consumo de água potável, preparo de alimentos, higiene), desafiam o pleno atendimento por parte da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), pois elas exigem volumes significativos de água.

Tendo em vista que a estiagem é a maior responsável pelos prejuízos financeiros e pelos problemas de abastecimento de água no oeste catarinense, principalmente no município de Chapecó, foi idealizado o “Projeto Rio Chapecozinho”, numa parceria do governo estadual com a CASAN. Trata-se de uma obra que pretende se tornar o maior sistema de abastecimento de água de Santa Catarina, e nela estão sendo investidos aproximadamente 400 milhões de reais. Ela tem como objetivo atender a demanda de quatro municípios: Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta, todos localizados no oeste de Santa Catarina. Para tanto, a água bruta do Rio Chapecozinho será transportada através de tubulações cuja extensão atingirá cerca de 58 quilômetros (CASAN, 2016).

De acordo com as informações obtidas nos seguintes meios de comunicação: Agência de Notícias SECOM (2023) e Notícias CASAN (2024), cerca de 30% da obra já foi concluída, cujo término está previsto para o ano de 2027. Quando essa obra estiver funcionando plenamente é de se esperar que ela solucione as dificuldades de captação de água naqueles municípios, uma vez que seus mananciais já não são capazes de lhes garantir o abastecimento em períodos de estiagem.

Por ocasião de um treinamento em análise rítmica, em 2023, foram confrontados os dados meteorológicos diários de Chapecó com os de Florianópolis, cujas séries temporais abrangeram os meses de junho de 2019 a maio de 2020, período no qual ambas as localidades sofreram os impactos de uma prolongada estiagem. Os principais objetivos desse treinamento foram os de compreender a sucessão dos estados atmosféricos sobre Santa Catarina e de alcançar a gênese das chuvas nessas duas localidades. Os resultados obtidos para Florianópolis já se encontram disponíveis em Ramos (2023); quanto aos de Chapecó, ora estão sendo apresentados.

ASPECTOS DA URBANIZAÇÃO NO OESTE CATARINENSE: CRESCIMENTO E IMPACTOS

Ao longo do século XX o Brasil passou por um acelerado processo de urbanização que, por sua vez, intensificou a demanda por recursos naturais e que, aliado ao crescimento populacional e à acelerada expansão econômica, ampliou a demanda de água, agravou as desigualdades socioeconômicas (Mendonça, 2001) e contribuiu para o estresse hídrico em diversas regiões (MACHADO; Torres, 2012). No oeste catarinense esse processo assumiu particularidades próprias, devidas à

sua urbanização tardia e à forte presença da agroindústria, a maior responsável pelo desenvolvimento regional. Nessa região, que foi a última do estado a ser colonizada, a extração de madeira desempenhou um papel central na fixação dos primeiros assentamentos urbanos (Alves, 2008) e a sua ocupação efetiva só ocorreu após o ano de 1916, com o fim da Guerra do Contestado (Alba *et al.*, 2015).

Ao longo das décadas de 1970 e 1980, com a reestruturação do setor agroindustrial e a redução da autonomia dos pequenos produtores rurais do oeste catarinense, houve a intensificação do êxodo rural e, por consequência, o forte crescimento urbano (Alba *et al.*, 2015), fenômeno que se tornaria cada vez mais evidente, à medida que a modernização agroindustrial ia transformando o sistema produtivo e excluindo os pequenos agricultores. O resultado de todos esses processos foi o esvaziamento das áreas rurais e o envelhecimento da população rural (Nascimento *et al.*, 2024).

A expansão das áreas urbanas no oeste de Santa Catarina se intensificou nas décadas seguintes e, a partir dos anos 2000, diversos foram os municípios que atingiram taxas de urbanização de 70% a 90% como, por exemplo, Xaxim, Xanxerê, Concórdia, São Miguel do Oeste e Fraiburgo, além daquelas superiores a 90%, caso dos municípios de Chapecó, Caçador, Joaçaba e Videira (Nascimento *et al.*, 2024).

A urbanização acelerada e o crescimento populacional no oeste de Santa Catarina trouxeram desafios ambientais significativos, especialmente no tocante à disponibilidade e à qualidade das águas. Segundo a CASAN, os municípios de Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta passam por sérios problemas de disponibilidade hídrica, especialmente durante a estiagem, fenômeno que compromete o abastecimento ligado ao consumo humano e à agroindústria. O aumento da população urbana nesses municípios tem sido impulsionado pela expansão da agroindústria e diversificação econômica, que atraem novos moradores e reforçam o desenvolvimento urbano (Fujita, 2015).

A Figura 2 permite observar o crescimento da população urbana e a redução da população rural nesses municípios ao longo dos censos. Vale destacar que nos recenseamentos de 1940, 1950 e 1960, os dados referem-se aos distritos, inclusive os dados de Chapecó, que posteriormente deram origem aos municípios atuais. A partir de 1970, os números já correspondem diretamente aos municípios oficialmente emancipados.

De maneira geral, nota-se um processo contínuo e acentuado da urbanização. Chapecó apresentou um crescimento urbano expressivo, passando de apenas 801 habitantes na área urbana em 1940 para mais de 242 mil em 2022, enquanto sua população rural foi gradualmente reduzida. Xanxerê e Xaxim seguiram a mesma tendência, com aumento contínuo da população urbana e queda da rural, especialmente a partir da década de 1980. Cordilheira Alta também registra crescimento da população urbana, embora a população rural tenha se mantido relativamente estável.

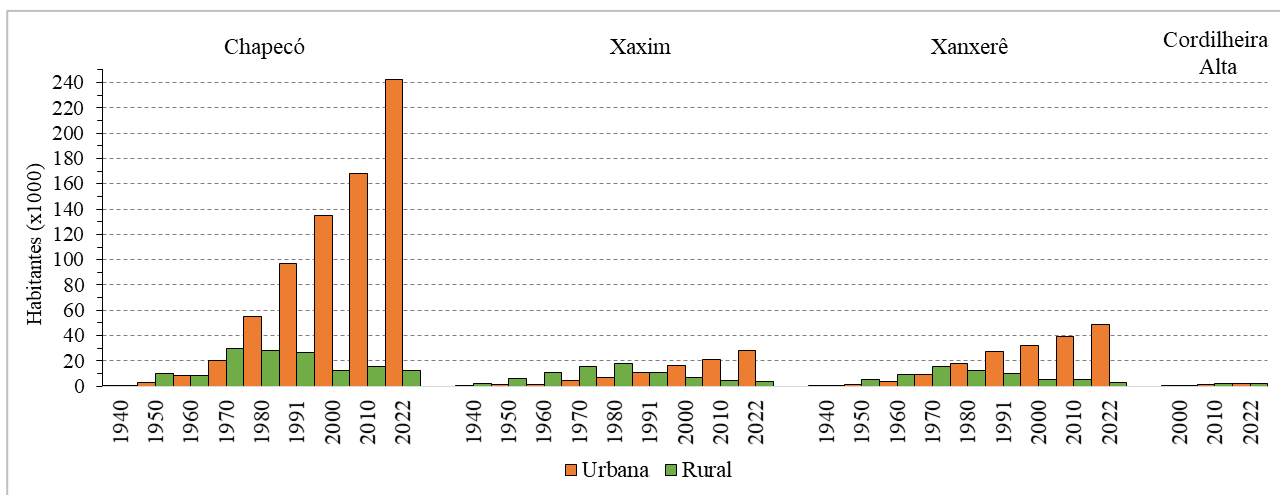


Figura 2 – População urbana e rural de Chapecó (SC), Xaxim (SC), Xanxerê (SC) e Cordilheira Alta (SC). Fonte: Censos Demográficos do IBGE (1940; 1950; 1960; 1970; 1980; 1991; 2000; 2010; 2022).

O rápido crescimento populacional urbano trouxe inúmeros desafios estruturais, sociais e ambientais ligados, inclusive, às demandas hídricas. Chapecó, por exemplo, enfrentou dificuldades para fornecer infraestrutura adequada à nova população, o que resultou no surgimento de áreas irregulares, pois entre as décadas de 1970 e 1990, elas se expandiram de forma tão intensa que, em 2011, já alcançavam 77,3% das áreas urbanas (Fujita, 2013). A falta de políticas públicas habitacionais, e de atendimento das necessidades hídricas dessa população, gerou uma série de impactos socioambientais, evidenciando a necessidade de um planejamento urbano mais eficaz e sustentável (Fujita, 2013; Facco; Fujita; Berto, 2014).

A DINÂMICA DA RETIRADA/CONSUMO DE ÁGUA EM CHAPECÓ, XAXIM, XANXERÊ E CORDILHEIRA ALTA

De acordo com a plataforma Manual dos Usos Consuntivos da Água no Brasil (1931-2030), da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA, 2024), acessada no *software Microsoft Power BI*, referentes aos anos de recenseamento do IBGE, a dinâmica de retirada/consumo de água em Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta passou por mudanças significativas, impulsionadas pelo aumento da população urbana e pela expansão das atividades agroindustriais.

As Figuras 3 e 4 ilustram, respectivamente, a retirada e o consumo de água nas quatro localidades contempladas pelo Projeto Rio Chapecozinho, a partir de cinco importantes variáveis: abastecimento urbano, uso animal, indústria, irrigação e abastecimento rural.

Desde a metade do século XX até os dias de hoje é flagrante a evolução, sempre crescente, da retirada de água para o abastecimento urbano, tanto em Chapecó – a principal cidade dentre as quatro representadas na Figura 3 – quanto nas demais, pois até mesmo em Cordilheira Alta, a menos populosa, esse fato está presente, embora ali a retirada para uso animal permaneça alta, o oposto do que ocorreu em Chapecó e Xaxim. Xanxerê destoa das outras localidades porque a retirada de água para o abastecimento urbano supera largamente as das demais variáveis em foco.

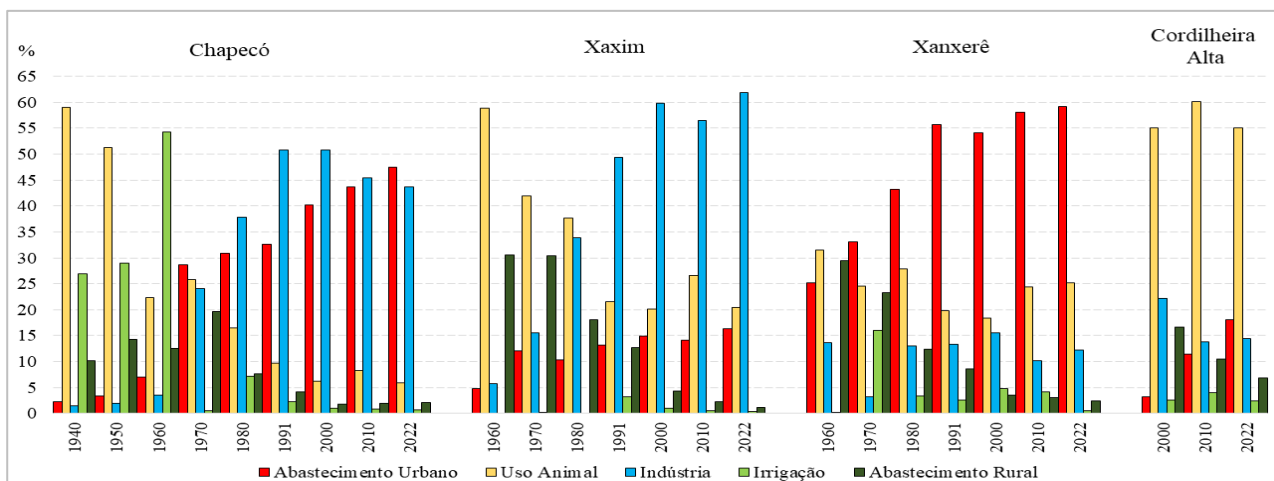


Figura 3 – Retirada de água (%) em Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta. Fonte de dados: Usos consuntivos da água no Brasil (1931-2030); ANA (2024).

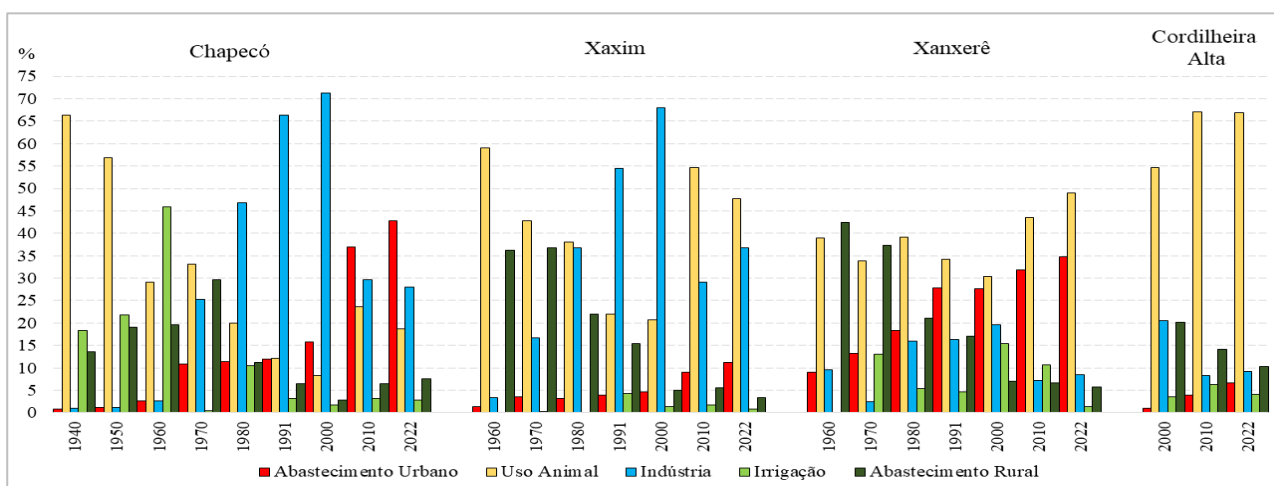


Figura 4 – Consumo de água (%) em Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta. Fonte de dados: Usos consuntivos da água no Brasil (1931-2030); ANA (2024).

Conforme a Figura 4, o processo de urbanização e industrialização no oeste de Santa Catarina, em particular nas quatro localidades que serão beneficiadas com o Projeto Rio Chapecozinho, fez com que o consumo de água, desde os anos de 1960 até os dias atuais, fosse gradualmente aumentando em favor do abastecimento urbano, casos de Chapecó e Xanxerê, mas, principalmente, privilegiando a indústria, especialmente até o final do século XX, como demonstram os dados de Chapecó e Xaxim. Contudo, tanto em Xanxerê quanto em Cordilheira Alta, o consumo de água para o uso animal é preponderante, ainda hoje. Cabe aqui uma ressalva, pois o consumo de água para o abastecimento urbano em Xanxerê concorre *pari passu* com aquele voltado ao uso animal.

As Figuras 3 e 4, construídas com dados de retirada/consumo de água de importantes localidades do oeste catarinense, revelam que a economia dessa região passou por forte e rápida transformação. Outrora, as atividades econômicas tinham suas raízes fincadas na agropecuária; hoje,

elas são fortemente sustentadas pelas atividades industriais, num convívio constante com o acelerado processo de urbanização. Trata-se de um cenário que coloca em evidência a necessidade de políticas públicas voltadas para a gestão hídrica sustentável, capaz de garantir o equilíbrio entre as demandas urbanas, industriais e agrícolas, de uma região em constante evolução.

Nos últimos anos, a intensificação da prospecção de águas subterrâneas tem sido a solução para o abastecimento humano, animal, agrícola e industrial. No entanto, essa prática vem comprometendo, cada vez mais, as principais reservas estratégicas, como por exemplo: o Sistema Aquífero Guarani, o Sistema Aquífero Serra Geral, além de outros sistemas fluviais subterrâneos (Espíndola; Nodari, 2012).

CRISE HÍDRICA E ESTIAGEM EM CHAPECÓ, XAXIM, XANXERÊ E CORDILHEIRA ALTA

O incremento da urbanização e a expansão da infraestrutura urbana no oeste catarinense vêm gerando pressão sobre os mananciais, aumentando os desafios da gestão hídrica e tornando os sistemas de abastecimento ainda mais vulneráveis. Segundo Tucci (2008), o crescimento das cidades tem intensificado o ciclo de contaminação dos recursos hídricos pelos efluentes urbanos, enquanto os serviços de abastecimento enfrentam dificuldades estruturais, como a preservação dos mananciais, perdas na distribuição e a falta de racionalização do consumo de água, tanto no uso doméstico quanto no industrial.

O ATLAS ÁGUAS: Segurança Hídrica do Abastecimento Urbano, da ANA (2021), destaca que garantir a segurança hídrica para o abastecimento da população urbana é um dos principais desafios da gestão das águas no Brasil, tanto em termos de quantidade e qualidade da água quanto de infraestrutura. O estudo apresenta um diagnóstico detalhado e um planejamento voltado à segurança hídrica, considerando a capacidade dos mananciais e dos sistemas produtores. A avaliação da vulnerabilidade dos sistemas, em relação à demanda urbana atendida, levou em conta fatores como estrutura de captação, adutoras, estações elevatórias e estações de tratamento.

O referido Atlas, ao analisar os municípios da região oeste de Santa Catarina, identificou diferentes graus de vulnerabilidade hídrica em seus mananciais. Chapecó, por exemplo, foi classificado como município altamente vulnerável, ao passo que Xaxim e Xanxerê como detentores de vulnerabilidade média. Essas são informações muito relevantes, principalmente porque os demais municípios dessa região possuem baixa vulnerabilidade hídrica. No que diz respeito ao Índice de Segurança Hídrica (ISH), os três municípios mencionados registraram valores baixos, o que reforça a necessidade de medidas mitigadoras dos impactos da escassez hídrica (ANA, 2021).

Nesse contexto, a estiagem se configura como um desafio recorrente na região, pois afeta diretamente a disponibilidade hídrica dos mananciais, comprometendo o fornecimento de água para a população e as agroindústrias. Como destaca Spinelli (2018), os principais danos desse fenômeno, na região oeste de Santa Catarina, incluem perdas na produção agropecuária, redução na geração de energia hidrelétrica e dificuldades na distribuição de água, tanto na zona urbana quanto na rural. Além disso, também devem ser contabilizados os impactos que a estiagem provoca na infraestrutura viária e na saúde pública, tendo em vista o consumo impróprio de água não potável.

Spinelli (2018), ao analisar o período de 1999 a 2012, constatou que a agricultura é diretamente afetada pela estiagem que, segundo a autora, ocorre de novembro a abril, período crítico que coincide com os cultivos do milho, da soja e do feijão, e que, conseqüentemente, impacta a economia regional. Ainda, segundo Spinelli (2018), as entrevistas realizadas com agricultores de Chapecó indicaram que a vulnerabilidade à estiagem varia conforme a capacidade de adaptação e implementação de medidas mitigatórias. Os produtores relataram que, embora todos adotem estratégias para enfrentar esses períodos, os que utilizam técnicas mais eficazes sofrem menos com os impactos da estiagem. Mesmo assim, as perdas econômicas costumam ser expressivas, e afetam tanto os pequenos agricultores quanto as grandes cadeias produtivas.

Como a estiagem é a principal responsável pelos prejuízos financeiros e problemas no abastecimento de água no oeste catarinense, especialmente em Chapecó, o Projeto Rio Chapecozinho é tido como a solução para todas essas questões. Embora a sua concepção remonte a 2009, o edital de licitação para a sua implantação só seria lançado em 2014, e a ordem de serviço para o início das obras só viria a se efetivar em 2020 (CASAN, 2016).

Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta enfrentam sérios problemas de disponibilidade hídrica, especialmente durante os períodos de estiagem, que reduzem a vazão dos rios e comprometem o abastecimento, tanto para o consumo humano quanto para a agroindústria, setor essencial da economia local. A SANETAL – Engenharia e Consultoria em Saneamento e Meio Ambiente, com base em levantamentos topográficos, geotécnicos e análise da qualidade da água, indicou o rio Chapecozinho como o manancial mais apropriado e capaz de abastecer os quatro municípios em foco, já que a sua vazão média é superior a 6,3 mil litros por segundo (CASAN, 2016).

O referido projeto, que objetiva atender a demanda desses quatro municípios, irá transportar água bruta do rio Chapecozinho através de uma rede de tubulações com 58 quilômetros de extensão, com ponto de partida no município de Bom Jesus e ponto de chegada em Chapecó (Figura 5).

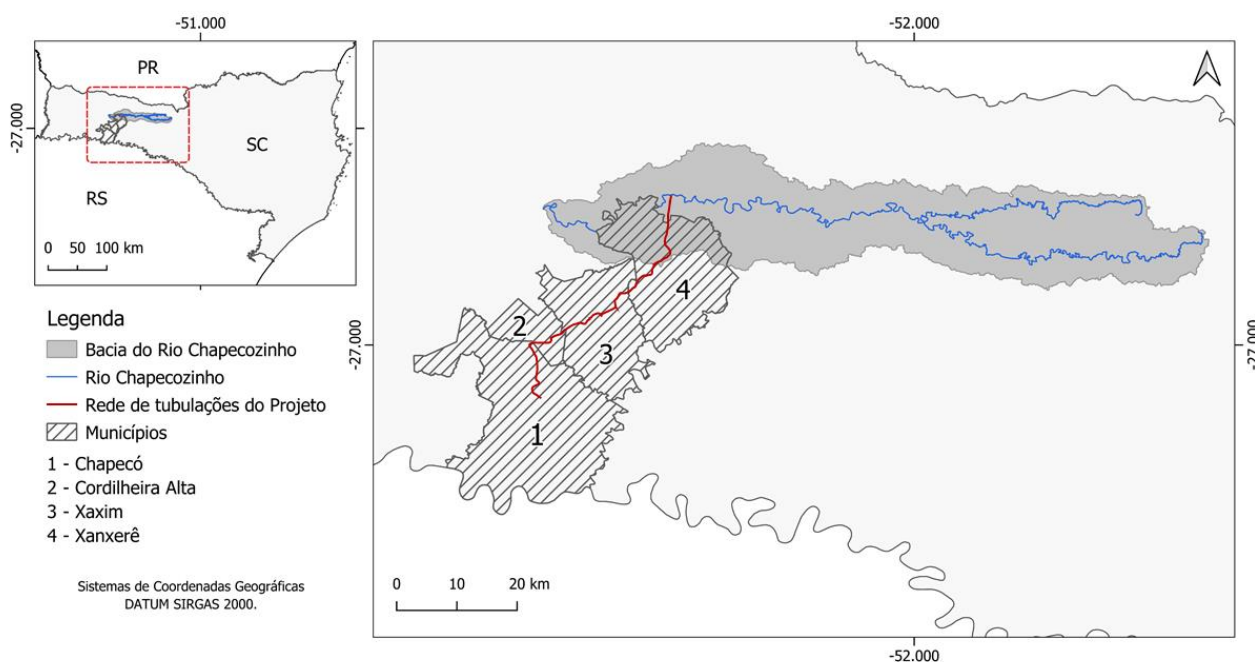


Figura 5 – Projeto Rio Chapecozinho. Fonte: IBGE, 2024 e MPB, 2013. Organizado pelos autores.

Os quatro municípios contemplados pelo Projeto Rio Chapecozinho enfrentam desafios estruturais que comprometem a eficiência e a sustentabilidade do abastecimento de água. Chapecó, o município mais populoso e mais importante do ponto de vista econômico, depende de dois mananciais principais: o Lajeado Tigre e o Lajeado São José. No entanto, durante os períodos de estiagem, a vazão do Lajeado São José costuma cair para apenas 30% do seu volume normal, o que o torna insuficiente para suprir toda a demanda urbana e industrial de Chapecó (SANETAL, 2010 *apud* MPB, 2013), não bastasse que o município de Cordilheira Alta também utiliza um de seus dois mananciais, o Lajeado São José. Por esse motivo, Chapecó, para complementar o fornecimento de água, utiliza, também, um sistema com quatro poços subterrâneos (ANA, 2021).

Em Xaxim, o sistema de abastecimento possui duas fontes de captação: uma superficial, no Rio Jacu, e outra subterrânea, proveniente de dois poços subterrâneos. Apesar dessa estrutura, a cidade enfrenta limitações na oferta hídrica, especialmente em períodos de estiagem. Já em Xanxerê, onde o abastecimento é garantido pelo Rio Ditinho, há também quatro poços subterrâneos complementares (ANA, 2021).

Além da escassez hídrica, os sistemas de abastecimento desses municípios também apresentam perdas significativas na distribuição. Em Chapecó, as perdas variam de 50% a 60%, o que significa que mais da metade da água tratada se perde antes de chegar ao consumidor, agravando ainda mais a crise hídrica. Além disso, o Lajeado Tigre, um dos principais mananciais do município, apresenta alta concentração de algas, dificultando seu tratamento na Estação de Tratamento de Água (ETA) local (MPB, 2013).

Situações semelhantes ocorrem nos demais municípios. Em Xanxerê, as perdas na distribuição chegam a 46,7%, afetando diretamente mais de 2.500 unidades consumidoras, devido a interrupções frequentes no fornecimento. Xaxim, por sua vez, apresenta um índice de perda relativamente menor, de apenas 26,3%, mas ainda expressivo para a sustentabilidade do sistema hídrico local (MPB, 2013). Todos esses desafios reforçam a necessidade de melhorias na infraestrutura de abastecimento, bem como a implementação de políticas voltadas para a gestão eficiente dos recursos hídricos na região oeste de Santa Catarina.

A VARIABILIDADE PLUVIAL E AS ESTIAGENS: UMA ABORDAGEM TRADICIONAL

Dentro da área de abrangência do Projeto Rio Chapecozinho existem duas estações meteorológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as de Chapecó e Xanxerê. Como a série pluviométrica de Chapecó (1974-2022) revelou melhor qualidade do que a de Xanxerê, seus dados anuais, sazonais e mensais passaram por cálculos estatísticos tradicionais (média, desvio padrão, mediana/Q2 e quartis Q1 e Q3), não obstante as falhas (1986, 2017 e 2018). Tanto os dados reais quanto os estatísticos foram utilizados na elaboração de gráficos.

O gráfico das variações anuais da pluviosidade em Chapecó (1974-2022) revela oito anos sujeitos à estiagem (1978, 1980, 1988, 2006, 2008, 2012, 2020 e 2021), cujos totais estão abaixo da linha “média menos desvio padrão”. A este elenco podem ser incluídos mais três anos (1974, 2004 e 2019), caso o critério “totais abaixo da linha Q1” seja adicionado, elevando para onze o

número de anos sujeitos à estiagem, dentro de uma série temporal com 46 anos, devido à ausência de dados em 1986, 2017 e 2018.

Já o gráfico das variações estacionais da pluviosidade em Chapecó (1974-2022) permite inúmeras constatações, tais como: a) 1976 e 1977 não estão no elenco de onze anos acima, mas seus outonos estiveram sujeitos à estiagem; b) o mesmo ocorreu com 1979 e seu inverno; c) o outono de 1978 e os invernos de 1988 e 2003 foram de baixíssima pluviosidade (totais pouco acima de 100 mm); d) o outono de 2006 e o inverno de 2019 foram de baixa pluviosidade (totais acima de 100 mm e inferiores a 200 mm); além de tantas outras constatações que ainda poderiam ser descritas.

Entretanto, como há um limite de páginas a ser respeitado, apenas o gráfico mensal será apresentado na Figura 6 a seguir, pois, muito além dessa restrição, se faz necessário alcançar um importante objetivo deste artigo: o de tentar identificar, apropriadamente, períodos de estiagens menos evidentes, quase sempre mascarados pelas estatísticas tradicionais.

Com esse propósito, aos dados mensais de chuva e temperatura de Chapecó (1974-2022) foram aplicados três critérios, nos quais P é a precipitação em milímetros (mm) e T é a temperatura em graus Celsius (°C): 1º critério) $P=2T$, de Bagnouls e Gaussens (1953 *apud* Nimer, 1989); 2º critério) $P=3T$, de Walter e Lieth (1960 *apud* Nimer, 1989); e 3º critério) $P=4T$, de Birot (1959 *apud* Péguy, 1970), dos quais resultaram três tipos de gráficos ombrotérmicos, devidamente analisados.

Desta análise foi possível constatar que somente o critério $P=4T$ é capaz de identificar os períodos de estiagem mais sutis em Chapecó, que permanecem camuflados nos demais gráficos ombrotérmicos. A Tabela 1 traz uma síntese dos resultados obtidos da aplicação dos três critérios, acima mencionados, e confirma a maior capacidade do critério formulado por Birot (1959 *apud* Péguy, 1970) na identificação de meses com estiagem.

Critério	jan	fev	mar	abr	mai	jun	jul	ago	set	out	nov	dez	Total
Bagnouls & Gaussens (1953)	1	2	9	6	3	2	0	11	4	4	4	8	54
Walter & Lieth (1960)	3	6	14	12	8	8	3	16	10	4	10	10	104
Birot (1959)	11	19	20	18	18	10	10	23	17	4	15	25	190

Tabela 1 – Número de meses sujeitos à estiagem no período 1974-2022 (exceto 1986, 2017 e 2018), em Chapecó (SC), de acordo com diferentes critérios de classificação. Fonte: Elaborado pelos autores.

A Figura 6 utiliza o milímetro (mm) como unidade de medida para representar tanto as variações mensais da pluviosidade em Chapecó, período 1974-2022, como os valores da média (170,4), do desvio padrão (95,3), da mediana/Q2 (157,1) e dos quartis Q1 (99,9) e Q3 (222,5); as variações pluviais são ilustradas por colunas lado a lado e os cálculos estatísticos por “linhas fixas” contínuas, que perpassam todos os meses daquele longo período, sempre com o mesmo valor.

No entanto, nessa mesma figura, os valores da temperatura média mensal, em graus Celsius (°C), são representados por uma “linha móvel”, que flutua por todos os meses do referido período, pois ela está fundamentada na relação $P=4T$, conforme propôs Birot (1959, *apud* PÉGUY, 1970).

Dessa maneira, quando a “linha flutuante” da temperatura média se posiciona abaixo da coluna de chuvas, significa que ocorreram estiagens “sutis”, que também refletem na oferta e demanda hídricas do oeste catarinense, mas que não teriam sido detectadas se os critérios utilizados fossem os de Bagnouls & Gaussen (1953 apud NIMER, 1989) e de Walter & Lieth (1960 apud NIMER, 1989).

O RITMO PLUVIAL NO PERÍODO MAIO/2019 A JUNHO/2020: UMA ABORDAGEM DINÂMICA

O período que vai de maio de 2019 a junho de 2020 foi escolhido para uma análise mais detalhada do ritmo pluvial em Chapecó (SC) e adjacências porque, principalmente: 1) há registros na mídia que comprovam a ocorrência de uma estiagem severa (Tabela 4), de grande abrangência no estado de Santa Catarina, inclusive na região oeste, onde se situa Chapecó, Xanxerê, Xaxim e Cordilheira Alta; 2) é boa a qualidade dos dados diários/horários de chuva, temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar, radiação solar e direção do vento, da estação meteorológica automática de Chapecó, instalada em 2019, substituta daquela convencional, que operou entre 1974 e 2016; 3) houve a ocorrência de baixa pluviosidade em muitos meses do referido período, alguns deles com estiagem bastante acentuada; 4) foram constadas, dentro do referido período, duas sequências ininterruptas de meses com baixa pluviosidade: de junho a setembro de 2019 e de março a abril de 2020; 5) pelo critério de Birot (1959 *apud* Péguy, 1970) foram detectadas estiagens nos meses de junho, agosto e setembro de 2019 e de março de 2020; além de outros motivos tidos como secundários.

Uma vez elaborado o gráfico de análise rítmica, ilustrado na Figura 7 e apresentado mais adiante, representativo das oscilações diárias/horárias dos elementos do clima foram, então, consultadas as cartas de pressão ao nível do mar, disponibilizadas pelo Serviço Meteorológico Marinho, no site (<https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas>).²

A correlação entre as oscilações diárias/horárias da temperatura, pressão atmosférica, umidade do ar, radiação solar, força e direção dos ventos e os dois “momentos barométricos” (horários sinóticos das 00 e 12 GMT), retratados pela Marinha do Brasil, possibilitou identificar os sistemas atmosféricos atuantes no oeste de Santa Catarina, conforme preconizado por Serra e Ratisbonna, 1959; 1960 e Monteiro, 1962; 1963a; 1963b; 1964; 1969; 1971; 1973, e utilizado por Tarifa, 1973; 1975; Conti, 1975; Zavattini, 2009; Zandonadi, 2013; Fontão, 2014; 2018; Zavattini e Fontão, 2019; Ramos, 2023; dentre outros.

Por um lado, a Figura 7 ilustra e integra as oscilações diárias/horárias dos elementos do clima aos “momentos barométricos” (00 e 12 GMT), revelando as sequências rítmicas responsáveis pela maior ou menor pluviosidade no decorrer dos meses e estações do período. E, por outro lado, ela revela como a sucessão das massas de ar e dos sistemas frontais foi responsável pelas estiagens intensas, brandas e sutis, ocorridas entre junho/2019 e maio/2020.

² Acesso em 22/01/2026.

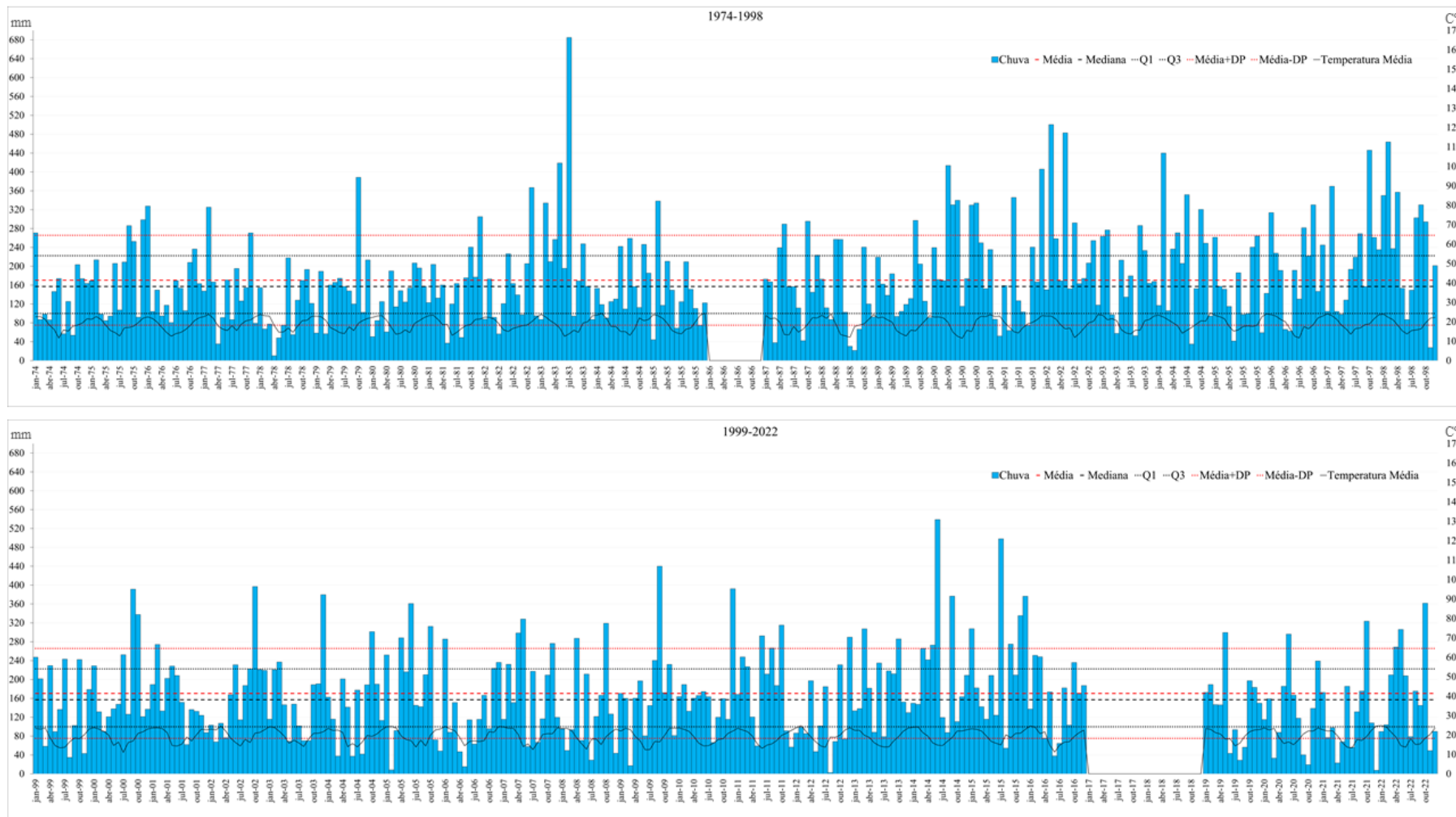


Figura 6 – Variações mensais das chuvas em Chapecó (SC) – período 1974-2022. Fonte de dados: INMET (2024). Organizado pelos autores.

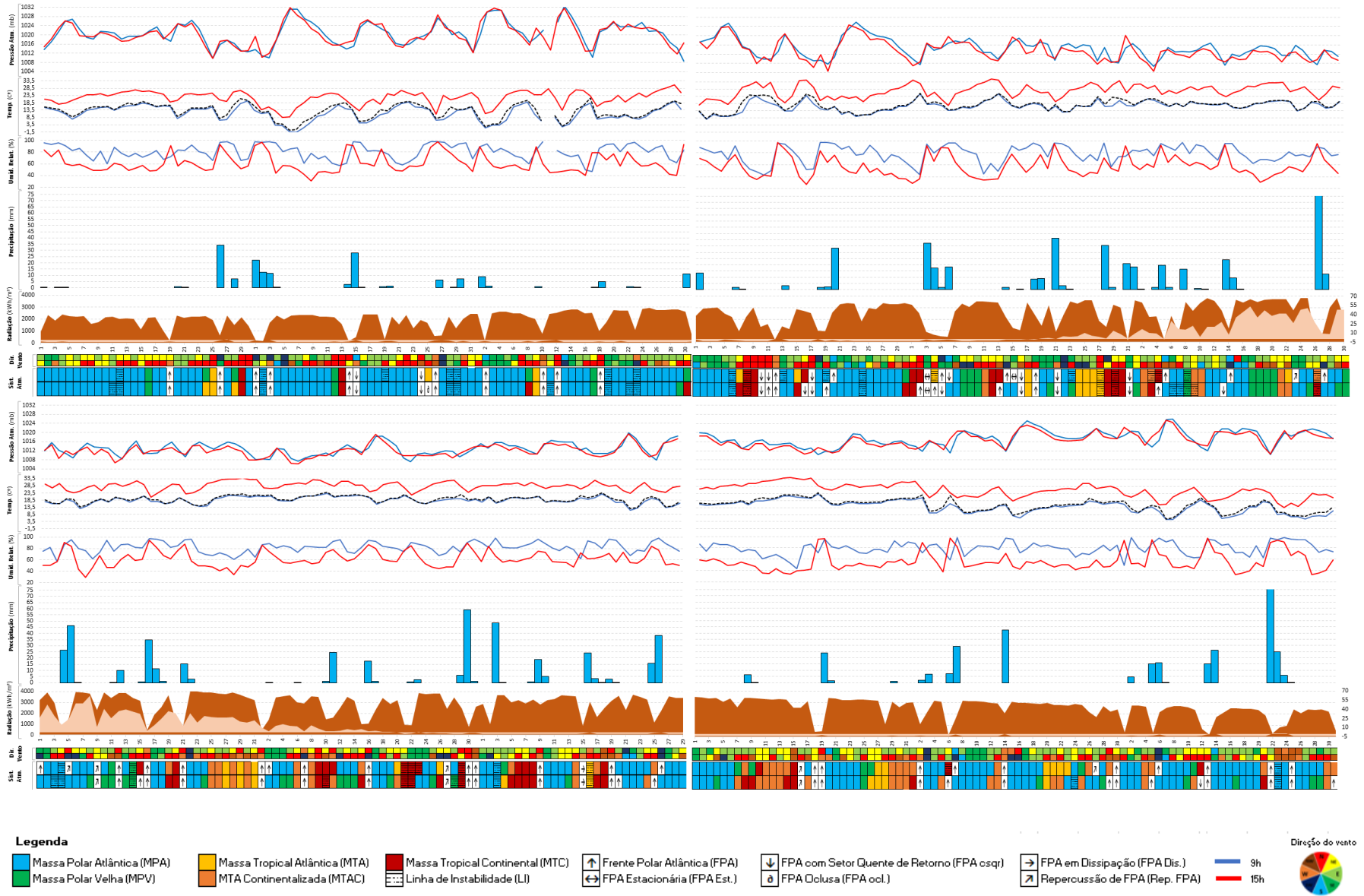


Figura 7 – Análise rítmica do período junho/2019 a maio/2020 – Chapecó (SC). Fonte: Organizada pelos autores.

As Tabelas 2 e 3, sintetizam a Figura 7 e apresentam as informações quantitativas (mensais, sazonais e do período) sobre a participação geral das massas de ar e frentes (número de dias de atuação) e a gênese pluvial (sistemas geradores de chuvas) na região de Chapecó e adjacências.

De modo geral, ao observar a Tabela 2, constata-se que dos 366 dias do período junho/2019 a maio/2020, 216 deles (59%) estiveram sob a ação dos sistemas polares, que foram muito intensos no inverno/2019 (72 dias = 78%), embora também muito atuantes ao longo das demais estações: outono/2020 (51,5 dias = 56%), primavera/2019-2020 (48,5 dias = 53%) e verão/2020 (44 dias = 48%), já que os índices se mantiveram sempre ao redor dos 50%, ora mais ora menos. Quanto aos sistemas tropicais, dentre os quais se destacou a MTAC, atuante por 33,5 dias (9%), os índices foram bem modestos ao longo do período, pois esses sistemas agiram por apenas 89,5 dias (24%), principalmente no inverno/2019 (6,5 dias = 7%). No que tange aos sistemas frontais eles se limitaram a atuar por 60,5 dias (17% do período em foco), com grande destaque para a FPA (43 dias = 12%).

		Sistemas Frontais							Sistemas Polares				Sistemas Tropicais						Total
		FPA	FPR	DIS	OCL	REP	EST	QTE	MPA	MPA LI	MPV	MPV LI	MTA	MTA LI	MTAC	MTAC LI	MTC	MTC LI	
jun/2019	dias	2	0	0	0	0	0	0	21,5	1,5	2	0	2	0	0	0	1	0	30
	%	7%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	72%	5%	7%	0%	7%	0%	0%	0%	3%	0%	100%
jul/2019	dias	4	0	0	0,5	0	0	2	18,5	3,5	1	0	0,5	0	0	0	1	0	31
	%	13%	0%	0%	2%	0%	0%	6%	60%	11%	3%	0%	2%	0%	0%	0%	3%	0%	100%
ago/2019	dias	5	0	0	0	0	0	0	18,5	3	2,5	0	1	0	0	0	1	0	31
	%	16%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	60%	10%	8%	0%	3%	0%	0%	0%	3%	0%	100%
Inverno	dias	11	0	0	0,5	0	0	2	58,5	8	5,5	0	3,5	0	0	0	3	0	92
	%	12%	0%	0%	1%	0%	0%	2%	64%	9%	6%	0%	4%	0%	0%	0%	3%	0%	100%
set/2019	dias	2,5	0	0	0	0	0	3	16	3	0,5	0	1	0	0	0	3	1	30
	%	8%	0%	0%	0%	0%	0%	10%	53%	10%	2%	0%	3%	0%	0%	0%	10%	3%	100%
out/2019	dias	3,5	0	0	0	0	1,5	4	5	0,5	4	0	4	1,5	1	0	5	1	31
	%	11%	0%	0%	0%	0%	5%	13%	16%	2%	13%	0%	13%	5%	3%	0%	16%	3%	100%
nov/2019	dias	2	0	0	0	0,5	0	0,5	11	1	6,5	1	0,5	0	4	1,5	0,5	1	30
	%	7%	0%	0%	0%	2%	0%	2%	37%	3%	22%	3%	2%	0%	13%	5%	2%	3%	75%
Primavera	dias	8	0	0	0	0,5	1,5	7,5	32	4,5	11	1	5,5	1,5	5	1,5	8,5	3	91
	%	9%	0%	0%	0%	1%	2%	8%	35%	5%	12%	1%	6%	2%	5%	2%	9%	3%	100%
dez/2019	dias	4	0	0	0	1,5	0	0	10,5	1,5	3	1	3	0	4,5	0	2	0	31
	%	13%	0%	0%	0%	5%	0%	0%	34%	5%	10%	3%	10%	0%	15%	0%	6%	0%	100%
jan/2020	dias	5,5	0	0	0	1	0	0	9	0	3,5	0,5	1	0	3,5	0	3	4	31
	%	18%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	29%	0%	11%	2%	3%	0%	11%	0%	10%	13%	100%
fev/2020	dias	3,5	0	1	0	0	0	0	13	1	1	0	0,5	1	3	0	5	0	29
	%	12%	0%	3%	0%	0%	0%	0%	45%	3%	3%	0%	2%	3%	10%	0%	17%	0%	100%
Verão	dias	13	0	1	0	2,5	0	0	32,5	2,5	7,5	1,5	4,5	1	11	0	10	4	91
	%	14%	0%	1%	0%	3%	0%	0%	36%	3%	8%	2%	5%	1%	12%	0%	11%	4%	100%
mar/2020	dias	2	0	0	0	1	0	0	11	0	3	0	2,5	0	8,5	0	3	0	31
	%	6%	0%	0%	0%	3%	0%	0%	35%	0%	10%	0%	8%	0%	27%	0%	10%	0%	100%
abr/2020	dias	4,5	0	0	0	0,5	0	0	14,5	0,5	1,5	0	2,5	0	5	0	0,5	0,5	30
	%	15%	0%	0%	0%	2%	0%	0%	48%	2%	5%	0%	8%	0%	17%	0%	2%	2%	100%
mai/2020	dias	4,5	0	0	0	0	0	0,5	17,5	1	2,5	0	0	0	4	0	1	0	31
	%	15%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	56%	3%	8%	0%	0%	0%	13%	0%	3%	0%	100%
Outono	dias	11	0	0	0	1,5	0	0,5	43	1,5	7	0	5	0	17,5	0	4,5	0,5	92
	%	12%	0%	0%	0%	2%	0%	1%	47%	2%	8%	0%	5%	0%	19%	0%	5%	1%	100%
Período	dias	43	0	1	0,5	4,5	1,5	10	166	16,5	31	2,5	18,5	2,5	33,5	1,5	26	7,5	366
	%	12%	0%	0%	0%	1%	0%	3%	45%	5%	8%	1%	5%	1%	9%	0%	7%	2%	100%
Síntese	dias	60,5							216				89,5						366
	%	17%							59%				24%						100%

Tabela 2 – Atuação geral dos sistemas atmosféricos – Chapecó – junho/2019 a maio/2020. Fonte: Organizada pelos autores.

De maneira simples, ao interpretar os resultados constantes da Tabela 3, pode-se afirmar que no período em análise houve baixíssima pluviosidade em Chapecó/SC, com registro de apenas 1.332,2 mm, ao passo que em vários anos os valores ultrapassaram os 2.500 mm (1983, 1990, 1992, 1994, 1997, 1998, 2014 e 2015).

		Sistemas Frontais						Sistemas Polares				Sistemas Tropicais				Total			
		FPA	FPR	DIS	OCL	REP	EST	QTE	MPA	MPA LI	MPV	MPV LI	MTA	MTA LI	MTAC		MTAC LI	MTC	MTC LI
jun/2019	mm	35,2	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	7	0	0	0	0	0	43,2
jul/2019	mm	42,6	0	0	0	0	0	28	1,8	21	0	0	0	0	0	0	0	0	93,4
ago/2019	mm	26,2	0	0	0	0	0	0	1,6	0,8	0	0	0	0	0	0	0	0	28,6
Inverno	mm	104	0	0	0	0	0	28	4,4	21,8	0	0	7	0	0	0	0	0	165,2
	%	63%	0%	0%	0%	0%	0%	17%	3%	13%	0%	0%	4%	0%	0%	0%	0%	0%	100%
set/2019	mm	52,4	0	0	0	0	0	1,8	2,2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	56,4
out/2019	mm	38,8	0	0	0	0	37	83,8	0,2	0	0	0	0	35,4	0	0	0	1,8	197,4
nov/2019	mm	123,2	0	0	0	0	0	18,2	22	1,8	0	16,4	0	0	1,2	0	0	0	183,2
Primavera	mm	214,4	0	0	0	0	37	103,8	25	1,8	0	16,4	0	35,4	1,2	0	0	1,8	437,0
	%	49%	0%	0%	0%	0%	9%	24%	6%	0%	0%	4%	0%	8%	0%	0%	0%	0%	100%
dez/2019	mm	72,2	0	0	0	46	0	0	4,2	26,6	0,2	0	0	0	0	0	0	0	149,6
jan/2020	mm	78	0	0	0	0	0	0	1,4	0	0	0	0	0	24,8	0	0	10,8	115,0
fev/2020	mm	81,4	0	24	0	0	0	0	0	48,6	0	0	0	3,4	0	0	1	0	158,8
Verão	mm	231,6	0	24	0	46	0	0	5,6	75,2	0,2	0	0	3,4	24,8	0	1	10,8	423,4
	%	55%	0%	6%	0%	11%	0%	0%	1%	18%	0%	0%	0%	1%	6%	0%	0%	3%	100%
mar/2020	mm	24	0	0	0	0	0	0	1,6	0	0	0	0	0	1,2	0	6,4	0	33,2
abr/2020	mm	87,8	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	87,8
maí/2020	mm	175	0	0	0	0	0	0	4,8	5,8	0	0	0	0	0	0	0	0	185,6
Outono	mm	286,8	0	0	0	0	0	0	6,4	5,8	0	0	0	0	1,2	0	6,4	0	306,6
	%	94%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	2%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	2%	0%	100%
Período	mm	836,8	0	24	0	46	37	131,8	41	104,6	0,2	16,4	7	38,8	27,2	0	7,4	12,6	1.332,2
	%	63%	0%	2%	0%	3%	3%	10%	3%	8%	0%	1%	1%	3%	2%	0%	1%	1%	100%
Síntese	mm	1076,8						162,4				93				1332,2			
	%	81%						12%				7%				100%			

Tabela 3 – Gênese pluvial – Chapecó – junho/2019 a maio/2020. Fonte: Organizada pelos autores.

Pode-se afirmar, ainda, que predominaram as chuvas originárias dos sistemas frontais, responsáveis diretos por 1.076,8 mm (81%), dos quais 836,8 mm (63%) se deveram à ação constante da FPA, em todos os meses do ano, com destaque para os de novembro/2019 (123,2 mm) e de maio/2020 (175,0 mm). Na primavera, à constante ação pluvial da FPA (214,4 mm) somou-se, também, aquela do seu ramo continental quente (FPA csqr), gerador de 103,8 mm, fazendo com que esta estação detivesse o maior volume de chuvas dentre todas as outras.

A participação dos sistemas polares na geração de chuvas até poderia ser considerada secundária, pois os 162,4 mm por eles gerados representaram apenas 12% do total pluvial do período em foco. Contudo, essa perspectiva muda quando se olha para o pequeno volume de chuvas gerado pelos sistemas tropicais (apenas 93,0 mm = 7% do período em foco).

Além disso, embora possa parecer contraditório, um fato sobressai na Tabela 3. Foi no verão/2020 - a estação mais quente - que massas de ar frio (MPA com linhas de instabilidade) geraram 75,2 mm, equivalentes a 18% de toda a chuva da estação (423,4 mm), colocando esse sistema atmosférico como o segundo maior gerador de chuvas naquele verão, superado apenas pelo sistema FPA, o mais ativo na gênese pluvial. Sem dúvida, foi um verão de ritmo não habitual, talvez excepcional, pois o volume de chuvas oriundas de sistemas tropicais foi de somente 40,0 mm (24,8

mm/MTA; 10,8 mm/MTC c/ LI; 3,4 mm/MTA c/ LI; 1,0 mm/MTC). Cabem novas investigações para aprofundar o assunto.

Após esses comentários sobre as Tabelas 2 e 3, construídas com os dados da atuação geral dos sistemas atmosféricos e os da gênese pluvial em Chapecó/SC, é bem provável que uma análise mais “qualitativa” da Figura 7, em contraponto àquelas “quantitativas” das tabelas anteriores, possa trazer à baila novos fatos ligados à dinâmica pluvial no oeste catarinense. A esse respeito, os acontecimentos mais marcantes extraídos da análise rítmica são elencados a seguir:

1) no decorrer dos meses de inverno (junho a agosto/2019), ocorreram cerca de nove passagens frontais, cujos deslocamentos foram rápidos e de pouco confronto com os sistemas tropicais opostos, tendo em conta que os dias de intervalo entre essas frentes foram de atuação quase exclusiva dos sistemas polares, em especial da MPA e MPV, ou seja, foram longos os períodos de estiagem. A esse ritmo atmosférico marcante corresponderam chuvas de inverno pouco expressivas (165,2 mm), predominantemente ligadas aos sistemas frontais (104,0 mm devidos à FPA e 28,0 mm à FPA csqr), assim distribuídas: 43,2 mm (junho), 93,4 mm (julho) e 28,6 mm (agosto);

2) ao longo da primavera (setembro a novembro/2019), a estação mais chuvosa do período estudado (437,0 mm), houve, aproximadamente, sete passagens frontais, com deslocamentos mais lentos do que aqueles do inverno, e bastante confronto com os sistemas tropicais, com especial destaque para os bloqueios da MTC, que favoreceram a participação, na gênese pluvial, do setor quente de retorno da FPA (103,8 mm) e da FPA estacionária (37,4 mm), embora o ramo principal da FPA tenha permanecido como o principal sistema gerador de chuvas dessa estação (214,4 mm). O contraponto entre os sistemas extratropicais (frontais e polares) e os intertropicais, ditou o ritmo pluvial dessa estação no oeste catarinense, com pequenos intervalos de estiagem, os menores dentre todas as estações;

3) durante o verão (dezembro/2019 a fevereiro/2020), cujo total pluvial foi de 423,4 mm, ao redor de doze passagens frontais puderam ser identificadas em Chapecó, quase sempre confrontadas pelos sistemas tropicais, cujos bloqueios colocaram a MTAC em primeiro lugar, seguida bem de perto pela MTC. Embora o verão tenha apresentado quase tanta chuva quanto a primavera, é fácil observar a ocorrência de uma estiagem que durou 19 dias, desde a terceira semana de dezembro/2019 até quase os meados de janeiro/2020. O ritmo pluvial da estação já demonstrava que os bloqueios dos sistemas tropicais às passagens frontais representariam um importante papel na manutenção de longos períodos de estiagem que, quando se prolongam, refletem na oferta e demanda hídricas do oeste de Santa Catarina. Em poucas palavras, o ritmo pluvial do verão foi um prenúncio daquele que aconteceria no outono vindouro, analisado a seguir;

4) no transcurso do outono (março a maio/2020), especialmente no mês de março e na segunda metade do mês de abril, houve grande atuação de sistemas estabilizadores do tempo (massas polares e massas tropicais) que impossibilitaram o avanço das frentes polares e, conseqüentemente, provocaram períodos de estiagem bem acentuados: choveu apenas 33,2 mm em março/2020 e, de 15 a 30 de abril de 2020, não caiu sequer uma gota de chuva em Chapecó/SC. Em maio, finalmente, as passagens frontais encontrariam menor resistência por parte dos sistemas tropicais e, assim, as chuvas voltariam a ser registradas (185,6 mm).

Evidentemente, em função do que já foi aqui explicitado, é indiscutível que o período estudado apresentou inúmeros períodos de estiagem, ora sutis, ora não tão brandos, ora mais severos.

Alguns registros da mídia catarinense, que comprovam os fatos descritos, são apresentados a seguir, na Tabela 4.

Data	Fonte	Título da matéria
25/09/2019	ND+	Estiagem de 2019 é semelhante às ocorridas em 2014 e 2017 em Santa Catarina, afirma Epagri
24/03/2020	ND+	BRF Chapecó busca água no rio Uruguai para manter produção
03/11/2020	G1	Cidades de SC têm rodízio de abastecimento de água por causa da estiagem
15/12/2020	ND+	Oeste de SC é o mais afetado pela falta de chuva no último ano
31/12/2020	ND+	Depois da pior seca em 30 anos, SC terá mais estiagens em 2021?

Tabela 4 – A estiagem na mídia catarinense. Fonte: Organizada pelos autores.

Foram selecionadas algumas matérias veiculadas na mídia catarinense que se revelaram particularmente importantes para a compreensão do agravamento da estiagem nos anos de 2019 e 2020. Destacaram-se, em especial, os registros publicados nos meses de novembro e dezembro de 2020, que abordam de forma retrospectiva os impactos acumulados da estiagem ocorrida entre junho de 2019 e novembro de 2020, período considerado o mais severo já enfrentado por Santa Catarina desde 1957. Essas matérias contribuíram para contextualizar e confirmar os dados aqui apresentados e discutidos, evidenciando a extensão e a gravidade da crise hídrica no estado de Santa Catarina, especialmente na sua região oeste.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A retirada e o consumo de água em Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta passaram por transformações importantes ao longo do período de 1940 a 2022, predominantemente impulsionadas pelo crescimento urbano e pela expansão da agroindústria em todo o oeste de Santa Catarina. Esses fatos aumentaram significativamente a demanda por água, ao mesmo tempo em que a região oeste enfrentou períodos de estiagem cada vez mais recorrentes. Hoje, há uma pressão crescente sobre os mananciais daquela região, que revela as fragilidades existentes tanto na infraestrutura de abastecimento quanto na gestão dos recursos hídricos dos quatro municípios mencionados.

Foi com base nesses fatos que a CASAN, em parceria com o governo de Santa Catarina, elaborou o Projeto Rio Chapecozinho, que irá captar água de um manancial com maior vazão, isto é, o rio de mesmo nome, uma alternativa estratégica às necessidades hídricas desses municípios. Trata-se de uma iniciativa de grande porte, ora em implantação, que irá beneficiar as localidades de Chapecó, Xaxim, Xanxerê e Cordilheira Alta. Ele visa solucionar as frequentes crises hídricas

desses quatro municípios e promover a segurança hídrica no oeste catarinense, cuja base econômica é a agroindústria.

O emprego da análise rítmica aos dados climatológicos diários e horários de Chapecó (período 06/2019 a 05/2020) revelou a gênese de importantes eventos de estiagem ocorridos no oeste catarinense, e foi capaz de revelar a variabilidade anual, sazonal, mensal, diária e horária das chuvas. Além disso, o emprego da técnica climatológica tradicional, o gráfico ombrotérmico de Birot (1959 *apud* Péguy, 1970), permitiu a identificação de todos os períodos de estiagens ocorridos desde 1974 até 2022, desde os mais brandos até os mais severos. Diante de tais contatações, pode-se afirmar que o objetivo proposto foi plenamente alcançado.

Embora alguns autores (Monteiro, 1958; Nimer, 1989; Monteiro, M., 2001) afirmem não existir uma estação seca bem definida em Santa Catarina, e que a região oeste é detentora de chuvas médias anuais ao redor de 2000-2500mm, pretende-se prosseguir investigando a variabilidade pluviométrica e a crise hídrica, com base em dados mensais/diários/horários, mais adequados ao entendimento do ritmo climático regional e das possíveis mudanças climáticas ali presentes.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Bolsas Universitárias de Santa Catarina (UNIEDU) pela concessão da bolsa de estudos em nível de doutorado.

Submetido em 28 de maio de 2025

Aceito para publicação em 21 de janeiro de 2026

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (Brasil). **Atlas águas: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 2021.

_____. **Manual de usos consuntivos da água no Brasil**. 2. ed. Brasília: ANA, 2024.

ALBA, R. S.; MAIA, C. M.; SANTOS, J. P.; OTSUSCHI, C. VILLELA, A. L. V. Dinâmica populacional no oeste catarinense: indicadores de crescimento populacional dos maiores municípios. In: BRANDT, M.; NASCIMENTO, E. **Oeste de Santa Catarina: território, ambiente e paisagem**. São Carlos: Pedro & João Editores; Chapecó, UFFS, 2015, 242p.

ALVES, P. A. “**Descolamentos Espaciais da População e Dinâmica Econômica no Estado de Santa Catarina: Urbanização, Migração e Metropolização – 1950/2000**”. Dissertação (Mestrado em Demografia). Universidade Estadual de Campinas, Instituto Filosofia e Ciências Humanas. Campinas, 2008.

BORMA, L. de. S.; NOBRE, C. A. (org.) **Secas na Amazônia: causas e consequências**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013.

CASAN 45 anos: uma história cheia de futuro. Coordenação: Ricardo Stefanelli. Florianópolis: Fábrica de Comunicação, 2016.

CASAN – Companhia Catarinense de Águas e Saneamento. **Projeto Chapecozinho segue com implantação de nova adutora em Xaxim**. Florianópolis, 30 out. 2024. Disponível em: <https://www.casan.com.br/noticia/index/url/projeto-chapecozinho-segue-com-implantacao-de-nova-adutora-em-xaxim>. Acesso em: 23/01/2026.

CASTRO, A. L. C. **Manual de Desastres: desastres naturais**. Brasília: Ministério da Integração Nacional, 2003. 174 p.

CEPED-UFSC. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres-Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012 / Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres**. 2. ed. rev. ampl. – Florianópolis, 168 p, 2013.

CONTI, J. B. **Circulação secundária e efeito orográfico na gênese das chuvas na região le-nordeste paulista**. Séries Teses e Monografias, 18. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1975.

ESPÍNDOLA, M. A.; NODARI, E.S. As estiagens no Oeste Catarinense sob a perspectiva da história ambiental. **Anais II Simpósio Internacional de História Ambiental e Migrações**. Florianópolis: LABIMHA. 2012, p. 2691- 2715.

FACCO, J.; FUJITA, C.; BERTO, J. L. Agroindustrialização e urbanização de Chapecó-SC (1950-2010): uma visão sobre os impactos e conflitos urbanos e ambientais. **Revista Desenvolvimento Regional**. v. 19, n. 1, p. 187-215, 2014

FARIAS, G. B. de L. de; SCHEIBE, L. F. Mudanças climáticas e águas subterrâneas: efeitos e considerações sobre o estado de Santa Catarina, Brasil. **Brazilian Geographical Journal**, Ituiutaba, v. 15, n. 2, p. 54–74, 2024. DOI: <<https://doi.org/10.14393/BGJ-v15n2-a2024-74345>>

FONTÃO, P. A. B. **Ritmo das chuvas na bacia do Pardo (SP/MG): reflexos na vazão dos rios Pardo e Mogi-Guaçu**. Dissertação (Mestrado em Geografia). UNESP, Rio Claro, 2014. 127 p.

_____. **Variações do ritmo pluvial na Região Metropolitana de São Paulo: reflexos no armazenamento hídrico e impactos no abastecimento urbano**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 251 p. 2018.

FUJITA, C. CHAPECÓ: estrutura e dinâmica de uma cidade média no oeste catarinense. **Geo UERJ**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 24, p. 312–338, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.12957/geouerj.2013.6918>>

_____. Dinâmica urbana e regional no oeste catarinense: Uma análise do papel de Chapecó e outras cinco cidades influentes na rede urbana. In: BRANDT, M.; NASCIMENTO, E. **Oeste de Santa Catarina: território, ambiente e paisagem**. São Carlos: Pedro & João Editores; Chapecó, UFFS, 2015, 242p.

HERRMANN, M. L. de. P. (org.). **Atlas de desastres naturais do estado de Santa Catarina: período de 1980 a 2010**. 2 ° edição atualizada e revisada. Florianópolis, SC: Instituto Histórico e Geográfico de Santa Catarina, Cadernos Geográfico, 2014.

INMET – Instituto Nacional de Meteorologia. **Banco de Dados Meteorológicos**. Disponível em: <https://bdmep.inmet.gov.br/>. Acesso em: 23/01/2026.

MACHADO, P. J. O.; TORRES, F. T. P. **Introdução à hidrogeografia**. São Paulo: Cengage Learning, 2012.

MENDONÇA, F. **Geografia socioambiental**. Terra Livre, São Paulo, n.16. p. 139-158, 2001.

MONTEIRO, C. A. F. **A Dinâmica Climática e as Chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob a forma de atlas**. São Paulo: USP/IG, 1973.

_____. **A Frente Polar Atlântica e as chuvas de inverno na fachada sul-oriental do Brasil: Contribuição metodológica à análise rítmica dos tipos de tempo no Brasil**. Série Teses e Monografias, São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1969.

_____. Análise dos elementos do clima. In: DEPARTAMENTO ESTADUAL DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA. **Atlas geográfico de Santa Catarina**. Conselho Nacional de Geografia. Diretório Regional de Santa Catarina, 1958.

_____. Análise rítmica em climatologia: problemas da atualidade climática em São Paulo e achegas para um programa de trabalho. **Climatologia 1**. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1971.

_____. Da necessidade de um caráter genético à classificação climática (Algumas considerações metodológicas a propósito estudo do Brasil Meridional). **Revista Geográfica**. nº 57, Tomo XXXI, Rio de Janeiro, 1962.

_____. O clima da Região Sul. In: **Geografia Regional do Brasil – Região Sul**. Tomo 1, cap. III, Rio de Janeiro, IBGE, 1963a.

_____. Sobre a Análise Geográfica de Sequências de Cartas de Tempo (Pequeno ensaio metodológico sobre o estudo do clima no escopo da Geografia). **Revista Geográfica**, nº58, Tomo XXXII, Rio de Janeiro, 1963b.

_____. Sobre um índice de participação das massas de ar e suas possibilidades de aplicação à classificação climática. **Revista Geográfica**. nº61, Tomo XXXIII, Rio de Janeiro, 1964.

MONTEIRO, C. A. F.; MARKUS, E.; GOMES, K. M. F. Comparação da pluviosidade nos estados de São Paulo e Rio Grande do Sul nos invernos de 1957 e 1963. **Climatologia 3**. Instituto de Geografia. Universidade de São Paulo. São Paulo, 1971.

MONTEIRO, M. A. Caracterização climática do estado de Santa Catarina: uma abordagem dos principais sistemas atmosféricos que atuam durante o ano. **Geosul**. Revista do Departamento de Geociências da UFSC, Florianópolis, v. 16, nº 31, p 69-78. 2001.

MPB Engenharia; CASAN. Estudo Ambiental Simplificado. **Projeto de Abastecimento público dos municípios de Xanxerê, Xaxim, Cordilheira Alta e Chapecó**. Setembro/2013.

NASCIMENTO, E.; VALENTINI, D. R.; BRANDT, M.; SCHERMA, R. A.; TOMBINI, L. H. T. T. **Atlas socioespacial do Oeste de Santa Catarina**. 2ª ed. Curitiba, CRV, 2024.

NIMER, E. **Clima do Brasil**. Rio de Janeiro, IBGE, 1989, p 195-264.

PÉGUY, C. P. **Précis de climatologie**. Masson & Cie, éditeurs. 2ª édition, Boulevard Saint-Germain, Paris-VI. 1970.

RAMOS, K. A. **A distribuição das chuvas na bacia do Rio Cubatão do Sul (SC) e seu entorno: reflexos na captação de água para o abastecimento da Grande Florianópolis**. Dissertação (Mestrado). Universidade federal de Santa Catarina (UFSC). Departamento de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, SC. 2023.

SACCO, F.G. **Configurações atmosféricas em eventos de estiagem de 2001 a 2006 na mesorregião Oeste de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, CFH, Florianópolis, 107 p., 2010.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As Massas de Ar da América do Sul (Primeira Parte). **Revista Geográfica**, nº 51, Tomo XXV, Julho/Dezembro, 1959.

SERRA, A.; RATISBONNA, L. As Massas de Ar da América do Sul (Segunda Parte). **Revista Geográfica**, nº 52, Tomo XXVI, Janeiro/Junho, 1960.

SPINELLI, K. **Estiagem e a vulnerabilidade social no oeste de Santa Catarina no período de 1999 a 2012**. Tese (Doutorado em Geografia) Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Florianópolis, 2018.

TARIFA, J. R. Fluxos polares e as chuvas de primavera-verão no estado de São Paulo: uma análise quantitativa do processo genético, Séries Teses e Monografias, 19. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1975.

_____. **Sucessão de tipos de tempo e variação do balanço hídrico no extremo oeste paulista: Ensaio metodológico aplicado ao ano agrícola 1968/69**. Séries Teses e Monografias, 8. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1973.

TAVARES, A. C. A análise da distribuição das precipitações associadas às calhas induzidas no estado de São Paulo. **Climatologia** **12**. São Paulo, Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1981.

TUCCI, Carlos E. M. Águas urbanas. **Estudos Avançados**, São Paulo, Brasil, v. 22, n. 63, p. 97–112, 2008. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>>

ZANDONADI, L. **As chuvas na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná, Brasil: um estudo do ritmo climático e algumas considerações sobre a vazão hídrica**. Tese, (Doutorado em Geografia). Instituto de Geociências e Ciências Exatas. Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2013.

ZAVATTINI, J. A. **As Chuvas e as Massas de Ar no Estado de Mato Grosso do Sul: estudo geográfico com vista à regionalização climática**. São Paulo: UNESP, Selo Cultura Acadêmica, 214p, 2009.

ZAVATTINI, J. A.; FONTÃO, P. A. B. As chuvas na grande São Paulo: implicações na produção de água para o abastecimento público. **ENTRE-LUGAR**, [S. l.], v. 10, n. 19, p. 38–83, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.30612/el.v10i19.9893>>