

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CAMPUS DE FLORIANÓPOLIS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL
CURSO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL

Gabrieli Martins Viana

Análise de seca socioeconômica no Rio Tijucas

Florianópolis

2024

Gabrieli Martins Viana

Análise de seca socioeconômica no Rio Tijucas.

Trabalho Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental do Centro de tecnologia da Universidade Federal de Santa Catarina como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Sanitária e Ambiental
Orientador: Prof. Pedro Luiz Borges Chaffe, Dr.
Coorientador: Vinícius Bogo Portal Chagas, Dr.

Florianópolis

2024

Viana, Gabrieli Martins

Análise de seca socioeconômica no Rio Tijucas. /
Gabrieli Martins Viana ; orientador, Pedro Luiz Borges
Chaffe, coorientador, Vinicius Bogo Portal Chagas, 2024.
80 p.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) -
Universidade Federal de Santa Catarina, Centro
Tecnológico, Graduação em Engenharia Sanitária e
Ambiental, Florianópolis, 2024.

Inclui referências.

1. Engenharia Sanitária e Ambiental. 2. Seca. 3. Seca
Socioeconômica . 4. Rio Tijucas. I. Chaffe, Pedro Luiz
Borges . II. Chagas, Vinicius Bogo Portal. III.
Universidade Federal de Santa Catarina. Graduação em
Engenharia Sanitária e Ambiental. IV. Título.

Gabrieli Martins Viana

Análise de seca socioeconômica no Rio Tijucas.

Este Trabalho Conclusão de Curso foi julgado adequado para obtenção do Título de “Engenheira Sanitarista e Ambiental” e aprovado em sua forma final pelo Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental

Florianópolis, 10 de dezembro de 2024.

Coordenador do Curso

Prof. Pedro Luiz Borges Chaffe, Dr.
Orientador

Vinicius Bogo Portal Chagas, Dr.
Coorientador

Banca Examinadora:

Camyla Innocente dos Santos
Membro da Banca

Gabriel Anzolin
Membro da Banca

Este trabalho é dedicado aos meus amados avós, José Hipólito e Zenilde.

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus pela saúde, pelo discernimento e por me sustentar ao longo desta jornada acadêmica. Aos meus avós, dedico este diploma, que também é fruto do esforço e apoio de vocês. Vocês foram essenciais para que meu sonho de cursar Engenharia em uma Universidade Pública se tornasse realidade. Meus dois maiores amores, jamais conseguirei retribuir tudo o que fizeram e continuam fazendo por mim e pelos meus irmãos.

Aos meus pais, minha eterna gratidão por sempre me incentivarem a ser uma pessoa melhor e por me proporcionar excelentes oportunidades de estudo. Em especial, à minha mãe, que inspirou em mim o desejo de ingressar em uma Universidade Pública, graças à sua dedicação e comprometimento com os estudos, mesmo após a chegada dos filhos. Sua trajetória na Educação Pública Básica é motivo de orgulho e inspiração para mim.

Ao Marcelo, meu companheiro de vida, não existem palavras para expressar minha gratidão. Desde o início da minha preparação para o vestibular, você esteve ao meu lado, compartilhando comigo a conquista de ingressar na UFSC. Tenho certeza de que juntos colheremos os frutos desse esforço.

Aos meus irmãos, Camili e Carlos Eduardo, agradeço por compartilharem comigo todas as dificuldades e conquistas. Espero ser sempre uma fonte de inspiração para vocês, pois sinto muito orgulho do ser humano que cada um está se tornando.

Aos amigos que estiveram comigo desde o início, Ana Julia e Gilles, obrigada pela parceria e por tornarem essa caminhada mais leve. O percurso teria sido muito mais difícil sem o apoio de vocês. Aos amigos que encontrei ao longo da trajetória, Aline, Beatriz, Caroline, Christian e Jéssica, obrigada por estarem presentes até o final e por contribuírem para a finalização desta jornada da melhor forma possível.

Ao professor Pedro, registro minha profunda gratidão por aceitar me orientar e por conduzir essa orientação com excelência. Sempre admirei sua vasta experiência e domínio na área, e hoje, ao concluir esta etapa, minha admiração apenas se intensifica.

Ao Vinícius, agradeço pelo suporte em inúmeras dúvidas e sugestões ao longo do processo. Sua prontidão e eficiência, além do vasto conhecimento compartilhado, foram indispensáveis.

Aos membros da banca, agradeço pela disponibilidade e pelas valiosas contribuições de conhecimento, que enriqueceram este trabalho.

Por fim, sou imensamente grata pela oportunidade de ter tido acesso a um ensino público, gratuito e de qualidade, que foi fundamental para minha formação.

RESUMO

A seca quando comparada com os demais desastres ambientais, se destaca por seu caráter gradual e por ocorrer ao longo de um período prolongado. Tal característica agrava a quantificação dos impactos e a receptividade humanitária, uma vez que os efeitos não são imediatamente perceptíveis quanto os de outros eventos climáticos. A seca socioeconômica está correlacionada ao momento em que a escassez hídrica começa a causar a falta de bens ou serviços essenciais, como fornecimento de energia elétrica, abastecimento de água e alimentos. Este estudo analisou a seca nos aspectos meteorológicos, hidrológicos e socioeconômicos no Rio Tijuca, utilizando dados meteorológicos e hidrológicos para identificar a ocorrência e a intensidade dos períodos de seca na região. Além disso, empregaram-se indicadores socioeconômicos para detectar períodos de seca, permitindo a comparação entre os períodos de seca socioeconômica, hidrológica e meteorológica. Ao analisar a seca nas questões hídricas em uma perspectiva de 3 e 12 meses, foi possível identificar eventos de diferente duração e intensidade. A comparação desses dados com os indicadores socioeconômicos revelou que, na maioria dos momentos, o rio apresenta excesso hídrico, tanto meteorológico quanto hidrológico, ao mesmo tempo que ocorre a seca socioeconômica. Contudo, foram identificados períodos de seca meteorológica moderada a severa de 2019 a 2022, coincidindo com a seca hidrológica de igual intensidade. Observou-se, ainda, um aumento na severidade das secas ao longo dos anos, especialmente após grandes picos de excesso hídrico. Esses eventos demonstram que o excesso hídrico pode interferir e influenciar no desenvolvimento de secas socioeconômicas, evidenciando que a escassez hídrica não é sempre a única causa deste fenômeno.

Palavras-chave: Seca. Seca Socioeconômica. Indicadores Socioeconômicos.

ABSTRACT

When compared to other environmental disasters, drought stands out for its gradual nature and for occurring over a long period of time. This characteristic worsens the quantification of impacts and humanitarian response, since the effects are not immediately noticeable, as with other climate events. Socioeconomic drought is correlated with the moment when water scarcity begins to cause a lack of essential goods or services, such as electricity, water and food supplies. This study analyzed drought in meteorological, hydrological and socioeconomic aspects in the Tijucas River, using meteorological and hydrological data to identify the occurrence and intensity of drought periods in the region. In addition, socioeconomic indicators were used to detect drought periods, allowing comparison between socioeconomic, hydrological and meteorological drought periods. By analyzing drought in water issues from a 3- and 12-month perspective, it was possible to identify events of different duration and intensity. Comparing these data with socioeconomic indicators revealed that, at most times, the river experiences excess water, both meteorological and hydrological, at the same time as socioeconomic drought. However, periods of moderate to severe meteorological drought were identified from 2019 to 2022, coinciding with hydrological drought of equal intensity. An increase in the severity of droughts was also observed over the years, especially after large peaks of excess water. These events demonstrate that excess water can interfere and influence the development of socioeconomic droughts, evidencing that water scarcity is not always the sole cause of this phenomenon.

Keywords: Drought. Socioeconomic Drought. Socioeconomic Indicators.

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 01 – Figura de localização dos municípios abrangidos pela bacia do Rio Tijucas..... | 23 |
| Figura 02 – Figura de localização do Rio Tijucas ao longo dos municípios..... | 24 |
| Figura 03 – Figura com a divisão dos municípios em regiões:Alto, Médio e Baixo Rio Tijucas..... | 25 |
| Figura 04 – Gráfico com o crescimento populacional das cidades do Rio Tijucas..... | 26 |
| Figura 05 – Figura com a porcentagem de ligações urbanas e rurais dos municípios que abrangem o rio Tijucas..... | 27 |
| Figura 06 – Figura com a porcentagem das tipologias de abastecimento da região..... | 28 |
| Figura 07 – Figura demonstrando as empresas responsáveis pelo abastecimento das cidades que abrangem o Rio Tijucas..... | 29 |
| Figura 08 – Figura com a localização das estações disponíveis pelo CAMELS-BR e as selecionadas para o estudo..... | 30 |
| Figura 09 – Fluxograma ilustrando os métodos empregados para a coleta de publicações da população, prefeituras e jornais locais relacionados à falta de água..... | 31 |
| Figura 10 – Seleção de publicações extraídas de jornais locais com informações sobre a falta de água causada pela estiagem..... | 32 |
| Figura 11 – Seleção de publicações extraídas de jornais locais com informações sobre a falta de água causada pelas fortes chuvas..... | 33 |
| Figura 12 – Seleção de publicações realizadas nas páginas oficiais das prefeituras no Facebook com relatos de falta de água..... | 34 |
| Figura 13 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Gamma, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível..... | 37 |
| Figura 14 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Log-Logística, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível..... | 38 |
| Figura 15 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Log-Logística, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível..... | 40 |
| Figura 16 – Gráficos apresentando a quantidade de publicações coletadas durante a pesquisa, categorizadas em jornais locais, Facebook pela população, Twitter e publicações das prefeituras no Facebook, categorizada por regiões..... | 44 |
| Figura 17 – Gráfico exibindo o total de publicações da região ao longo dos anos, com uma escala de número de publicações por mês/ano..... | 50 |
| Figura 18 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000..... | 55 |
| Figura 19 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000..... | 56 |
| Figura 20 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500..... | 57 |
| Figura 21 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SPEI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 3 meses..... | 58 |
| Figura 22 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SPEI e a quantidade de | |

| | |
|---|----|
| publicações da região para uma escala de 12 meses..... | 60 |
| Figura 23 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SSI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 3 meses..... | 61 |
| Figura 24 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SSI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 12 meses..... | 63 |
| Figura 25 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000..... | 74 |
| Figura 26 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000..... | 75 |
| Figura 27 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500..... | 76 |
| Figura 28 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000..... | 78 |
| Figura 29 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000..... | 79 |
| Figura 30 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500..... | 80 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1 – Escala definida por McKee et al. (1993) referente a categorização das Secas..... | 36 |
|---|----|

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| 1 INTRODUÇÃO..... | 15 |
| 1.1 OBJETIVOS GERAL..... | 16 |
| 1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS..... | 16 |
| 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... | 17 |
| 2.1 SECAS SOCIOECONÔMICAS, METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS..... | 17 |
| 2.2 SECAS NA REGIÃO DO VALE DO RIO TIJUCAS..... | 18 |
| 2.3 USO DE REDES SOCIAIS COMO FONTE DE DADOS..... | 20 |
| 3 MATERIAIS E MÉTODOS..... | 23 |
| 3.1 ÁREA DE ESTUDO..... | 23 |
| 3.1.1 Análise populacional..... | 26 |
| 3.1.2 Predominância urbana ou rural..... | 27 |
| 3.1.3 Tipologia dos abastecimentos..... | 27 |
| 3.1.4 Empresas responsáveis pelo abastecimento..... | 28 |
| 3.2 DADOS..... | 29 |
| 3.2.1 Dados para análise de Seca Socioeconômica..... | 30 |
| 3.2.2 Dados para análise da seca Meteorológica..... | 34 |
| 3.2.3 Dados para análise de seca Hidrológica..... | 35 |
| 3.3 ANÁLISE METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA UTILIZANDO INDICES..... | 35 |
| 3.3.1 Índice Padronizado de Precipitação-Evapotranspiração (SPEI)..... | 36 |
| 3.3.2 Índice Padronizado de Vazão (SSI)..... | 40 |
| 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 43 |
| 4.1 SECA SOCIOECONÔMICA..... | 43 |
| 4.1.1 Publicações..... | 43 |
| 4.1.1.1 Alto Rio Tijucas..... | 44 |
| 4.1.1.2 Médio Rio Tijucas..... | 46 |
| 4.1.1.3 Baixo Rio Tijucas..... | 47 |
| 4.1.2 Visão geral..... | 48 |
| 4.2 SECA METEOROLÓGICA..... | 51 |
| 4.3 SECA HIDROLÓGICA..... | 52 |
| 4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS..... | 53 |
| 5 CONCLUSÃO..... | 65 |
| 6 REFERÊNCIAS..... | 67 |
| APÊNDICE A..... | 73 |
| APÊNDICE B..... | 77 |

1 INTRODUÇÃO

A seca se destaca entre os demais perigos naturais, como enchentes, ciclones tropicais e terremotos, devido ao seu processo ocorrer de maneira gradual ao longo de um período extenso. Suas consequências podem perdurar por anos, dificultando a definição precisa de seu início e fim (Wilhite 2000). É relevante considerar que os efeitos prejudiciais da seca raramente estão associados a danos estruturais. Tal distinção agrava a quantificação dos impactos e a prestação de ajuda humanitária, uma vez que os efeitos não são observáveis de forma tão drástica e imediata quanto os de outros desastres. Considera-se também que a gravidade da seca é difícil de ser determinada. Pois a mesma não depende apenas da duração, intensidade e extensão geográfica de um episódio específico, mas também das exigências feitas pelas atividades humanas, vegetação e no abastecimento de água de uma região (WILHITE; GLANTZ,1985).

Podendo ser distinguida de algumas maneiras, dentre elas em meteorológica, hidrológica, e socioeconômica. Segundo Van Loon (2015), a seca meteorológica está correlacionada com a deficiência de precipitação combinada com o aumento da evapotranspiração, que se estende por um longo período e uma vasta área. Em contrapartida, a seca hidrológica é definida por anomalias negativas tanto na água subsuperficial quanto na superficial. A seca socioeconômica ocorre quando um déficit de água acarreta em falta de bens ou serviços, como energia elétrica, abastecimento de água e alimentos, (ALBUQUERQUE,2010). Geralmente está diretamente relacionada como uma consequência das secas meteorológicas e hidrológicas (WILHITE; GLANTZ,1985)

Diferente da seca meteorológica e hidrológica, a seca socioeconômica pode surgir devido a condições climáticas extremas, como uma estiagem prolongada ou períodos de chuvas intensas. Além disso, falhas técnicas ou estruturais desempenham um papel significativo, como a falta de atualização no planejamento de saneamento, má qualidade nos equipamentos e materiais, falta de manutenção, sobrecarga dos equipamentos e quadro de funcionários reduzidos, dentre outros problemas que estão correlacionados com o sistema de abastecimento de água. A identificação e publicação de ocorrências de falta de água são frequentemente feitas pela própria responsável pelo abastecimento ou no site das Prefeituras,

mas, por acontecerem de forma difusa em diferentes pontos da cidade, nem sempre são registradas na quantidade ou no momento em que ocorrem.

O rio Tijucas percorre cerca de 156 km (Comitê de Gerenciamento Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas,2023) e possui duas nascentes principais, uma em Rancho Queimado e outra em Leoberto Leal (SIRHESC,2013). Conforme os relatórios do Infosanbas (2010), a maior parte da população em ambos os municípios situados nas nascentes do rio é caracterizada como rural. Dessa forma, destacam-se as atividades de agricultura familiar, pesca, turismo rural e religioso. Já nos municípios mais próximos à jusante, as indústrias de cerâmica e calçados possuem maior relevância. Segundo o SIRHESC (2024), as principais problemáticas da bacia hidrográfica do Rio Tijucas estão relacionados à falta de saneamento, utilização de agrotóxico, desmatamento, turismo e crescimento populacional desordenado, entre outros fatores ligados à falta de conhecimento tanto da população quanto dos governantes.

Neste trabalho, será desenvolvida uma análise da seca sob os aspectos meteorológico, hidrológico e socioeconômico, com o objetivo de examinar as principais influências desses eventos na sociedade. Através dos índices para a avaliação da seca meteorológica e hidrológica, será realizado uma análise comparativa com os registros de falta de água dos órgãos públicos, jornais e da própria população. O intuito é obter um diagnóstico sobre a escassez de água potável e suas influências nas atividades locais e no padrão de vida das comunidades afetadas.

1.1 OBJETIVOS GERAL

O objetivo geral deste trabalho é analisar a seca meteorológica, hidrológica e socioeconômica no Rio Tijucas.

1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análise de dados meteorológicos e hidrológicos para identificar a ocorrência e a intensidade dos períodos de seca na região.
- Análise de indicadores socioeconômicos para identificar períodos de seca.
- Comparação entre os períodos de seca socioeconômica, hidrológica e meteorológica, analisando possíveis interseções e padrões entre as diferentes manifestações da seca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 SECAS SOCIOECONÔMICAS, METEOROLÓGICAS E HIDROLÓGICAS

Para desenvolver uma definição sobre seca, Cunha (2008) descreve as características de um evento natural, de características recorrentes, com origem meteorológica e climatológica. A seca se desenvolve de forma lenta e imperceptível, podendo se prolongar por longos períodos. Diferentemente de outros desastres naturais, afeta áreas extensas e apresenta uma recuperação mais lenta.

Também vista como uma condição física transitória caracterizada pela escassez de água, associada a períodos extremos de reduzida precipitação mais ou menos longos, com repercussões negativas significativas nos ecossistemas e nas atividades socioeconômicas, sendo difícil determinar com exatidão o seu início e fim, ou seja, quantificar a sua duração, podendo durar entre poucos meses a alguns anos (CUNHA, 2008).

Já Pelinson (2023) afirma que é o resultado de uma acumulação de efeitos ao longo de uma série de intervalos de tempo e não apenas de um acentuado déficit de precipitação em curto período de tempo. O início do fim de um evento de seca, só poderão ser detectados posteriormente, haja vista que um déficit de precipitação pode não significar uma situação de seca.

Os tipos de seca se diferem devido a algumas características como intensidade, duração e caracterização espacial (CUNHA, 2008). A intensidade relaciona-se com a gravidade da ausência ou insuficiência de precipitação, sendo normalmente avaliada por meio de índices de seca que caracterizam os déficits hídricos, permitindo a sua comparação numa base comum (SANTOS; PORTELA, 2010). Segundo Cunha (2008), com relação à duração, corresponde ao intervalo de tempo que a variável caracterizadora do fenômeno (precipitação, escoamento, umidade do solo, água armazenada nas albufeiras, entre outras) se encontra em déficit relativamente a um nível de referência.

Hao e Singh (2015) afirmam que a seca tem múltiplos aspectos e pode ser classificada em quatro tipos principais: seca meteorológica, seca agrícola, seca hidrológica e seca socioeconômica. Seca Meteorológica, resulta diretamente do déficit prolongado das condições

de precipitação numa dada região, ou seja, resulta da diminuição das condições de precipitação registradas nesse período face à precipitação média para o período em causa (CUNHA, 2008). A seca agrícola está basicamente associada à disponibilidade de água no solo para suportar o crescimento e desenvolvimento das plantas, ou seja, aos impactos que a seca traz sobre a agricultura (PELINSON, 2023). Seca Hidrológica, também é uma consequência da seca meteorológica, ocorre quando se verificam implicações no sistema hidrológico, nomeadamente na redução de água nos talvegues, diminuição do caudal, seja subterrâneo ou superficial, com uma consequente redução da água disponível (CUNHA, 2008). Segundo Fernandes (2009), a seca Socioeconômica ocorre quando o déficit de água induz a falta de bens ou serviços (energia elétrica, alimentos, entre outros) devido a um volume de água inadequado, resultante de uma má distribuição das chuvas, de um aumento no consumo, ou ainda de um mau gerenciamento dos recursos hídricos. Já Gonçalves et al (2021) afirma que a seca socioeconômica é a combinação das três secas mencionadas anteriormente, a qual se relaciona com a oferta e demanda por algum bem. A oferta de diversos recursos econômicos e bens, como água, alimentos e energia, dependem do clima. Devido à ocorrência de eventos de seca, o abastecimento de água se torna insuficiente para atender as necessidades humanas e ambientais

Segundo Carmo et al. (2020) é fundamental desenvolver ferramentas que possam melhor caracterizar e monitorar as secas, indo além das análises realizadas para dados de chuva. Nesse sentido, foram desenvolvidos índices de seca que buscam quantificar a severidade, duração e distribuição espacial do evento a partir da evolução temporal da chuva e, eventualmente, de outras variáveis climáticas. As informações fornecidas pelos índices são úteis para planejar e desenvolver ferramentas de apoio à decisão. Estas ferramentas podem ser utilizadas em políticas estaduais e federais como parâmetros para gerenciar os riscos em períodos de ocorrência ou recorrência de secas (GONÇALVES et al., 2021).

2.2 SECAS NA REGIÃO DO VALE DO RIO TIJUCAS

A região Sul do Brasil é extremamente reconhecida por seu clima subtropical, caracterizado por temperaturas amenas e chuvas bem distribuídas ao longo do ano. Contudo, nos últimos anos, esse padrão climático tem sido afetado pela variabilidade climática e por fatores antrópicos, como o uso inadequado do solo para atividades urbanas e rurais, contribuindo para o aumento da frequência de eventos climáticos extremos na região.

Segundo Silva et al. (2023), esses eventos não são apenas resultado de fatores naturais, mas também de ações humanas, como a expansão desordenada do uso da terra, que altera a dinâmica do espaço e cria ou intensifica áreas de risco.

Estes eventos podem estar relacionados com ocorrências, num determinado ano, de inundações, tempestades, geadas, ondas de calor e até mesmo secas prolongadas (ARAÚJO,2012). É comum haver confusão entre os conceitos de estiagem e seca, que se alteram principalmente pela intensidade dos eventos. De acordo com o CIRAM (2014), a estiagem refere-se à ausência ou atraso das chuvas esperadas para uma temporada específica. Já a seca é descrita como uma estiagem mais severa, marcada por precipitações e volumes significativamente reduzidos, impactando atividades econômicas, sociais e ambientais de uma região.

No Vale do Rio Tijucas, conforme o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (2018),as inundações são os eventos hidrológicos extremos mais recorrentes na região, apresentando uma menor predisposição à ocorrência de estiagens prolongadas. Fernandes et al. (2021) destacam que, embora eventos de seca sejam menos estudados no Sul do Brasil em comparação com outras regiões, eles têm impactos significativos no abastecimento de água, na produção agrícola e na geração de energia elétrica quando ocorrem.

Embora o Sul seja uma região com alta incidência de chuvas intensas, isso não elimina a possibilidade de ocorrência de secas. Estas são atenuadas no curto prazo, mas continuam a representar uma ameaça. Estudos recentes da CIRAM (2024) apontam para o aumento de períodos secos, principalmente associados às características La Niña, esteve presente nos anos de 1989, 1999, 2008, 2009, 2011, 2012, 2019, 2020, 2021 e 2022.

La Niña é caracterizada pelo resfriamento das águas superficiais do Oceano Pacífico tropical. Com base nos estudos de Minuzzi et al. (2012) ,este faz parte de um ciclo maior conhecido como El Niño-Oscilação Sul (ENOS), que inclui fases de aquecimento (El Niño), condições neutras e de resfriamento (La Niña). Estes eventos apresentam um padrão de comportamento no Brasil, de acordo com Araújo (2012) sempre que ocorre o El Niño observa-se uma redução de chuvas na região do Norte e Nordeste, enquanto no Sul há um

aumento de precipitação. Já nos anos de La Niña há um aumento de chuvas no Norte e Nordeste e severas estiagens no Sul do Brasil.

2.3 USO DE REDES SOCIAIS COMO FONTE DE DADOS

Com o passar do anos e o avanço na tecnologia, a internet ganhou a centralização do meio midiático. Conforme indicado pela Secom (2016), a Pesquisa Brasileira de Mídia de 2016 revelou que cerca de 49% dos entrevistados avaliaram a internet como o principal recurso para se informar, implicando assim no fato de que este meio se tornou essencial para o acesso à informação e à divulgação de notícias. É notório o crescimento da utilização de internet nos últimos anos, principalmente por parte da população jovem.

De acordo com IBGE (2022), o grupo etário de 10 a 13 anos possui uma taxa de 84,9% de pessoas que utilizam internet em 2022. Esse crescimento é ainda mais notável, alcançando 96% de usuários nos grupos de 20 a 24 anos e 25 a 29 anos. A partir desse ponto, observa-se um declínio até alcançar 62,1% entre as pessoas de 60 anos ou mais.

Com base no levantamento de dados do Secom (2016), diversos fatores podem estar correlacionados com o tempo médio de conexão à internet, como faixa etária, escolaridade e região. Jovens de 16 a 24 anos tendem a passar em média 6 horas por dia online, enquanto os adultos que concluíram apenas até a 4ª série do ensino fundamental ficam conectados em média 3 horas por dia.

Levando em consideração aspectos geográficos e com base na pesquisa elaborada pelo IBGE (2022), o percentual de moradores de áreas rurais que utilizam internet era de 33,9% em 2016, enquanto em 2022 esse valor atingiu cerca de 72,7%. Apesar desse crescimento ao longo dos anos, ainda encontramos uma certa discrepância quando comparada com a área urbana. Ou seja, questões como faixa etária, localização geográfica e escolaridade influenciam na familiaridade e no consumo de conteúdo digital.

Várias redes sociais online (OSNs - Online Social Networks) surgiram, incluindo redes de profissionais (ex., LinkedIn), redes de amigos (ex., MySpace, Facebook, Orkut), e redes para o compartilhamento de conteúdos específicos tais como mensagens curtas (ex., Twitter), diários e blogs (ex., LiveJournal), fotos (ex., Flickr), e vídeos (ex., YouTube). (BENEVENUTO, 2010). Costa (2018) afirma que a comunicação em rede está criando

um novo código linguístico digital, possibilitando a interação de pessoas díspares, em localizações geográficas distintas e propagando todo tipo de informação.

Segundo Benevenuto (2010), o sucesso das redes sociais está correlacionado com a liberdade ofertada por estes meios, permitindo que os usuários criem e compartilhem conteúdos nesses ambientes. Estas publicações podem estar correlacionados com uma simples mensagem de texto ou até mesmo um vídeo ou uma foto. Normalmente, as pessoas utilizam redes como Facebook e Twitter para compartilhar acontecimentos marcantes de suas vidas ou até mesmo situações de insatisfação ou injustiças. Eles podem selecionar um seletivo grupo de pessoas ou compartilhar publicamente para alcançar um público maior do que a sua própria bolha.

Além disso, por permitir que usuários criem conteúdo, as redes sociais vêm se tornando um tema chave em pesquisas relacionadas à organização e tratamento de grandes quantidades de dados, além de constituírem um ambiente ideal para extração de conhecimento e aplicação de técnicas de mineração de dados (BENEVENUTO, 2010). Segundo Costa (2018) ao longo dos anos, as redes sociais deixaram de ser apenas um meio de conhecer outras pessoas com interesses mútuos e passaram a ser uma plataforma para comercialização de marcas, produtos e serviços. Além de propagar publicações virais e memes de descontração, também viraram páginas de estudos científicos, servindo como meio para coleta de dados e divulgação de resultados.

Com isso os dados necessários para uma análise socioeconômica visam identificar as fragilidades e necessidades da população, fornecendo um meio para que suas preocupações sejam ouvidas. Em um contexto contemporâneo, as redes sociais desempenham um papel crucial na expressão pública, oferecendo liberdade para que os cidadãos manifestem suas satisfações e insatisfações. A utilização dessas plataformas para coleta de dados possibilita uma conexão direta entre os indivíduos e as autoridades, gerando queixas e demandas.

Ao analisar os dados disponíveis em redes sociais como Facebook e Twitter, percebe-se que ambas começaram a ganhar força por volta de 2015, apesar de já estarem disponíveis para o público desde 2005. O fim do Orkut, a popular rede social da época, em

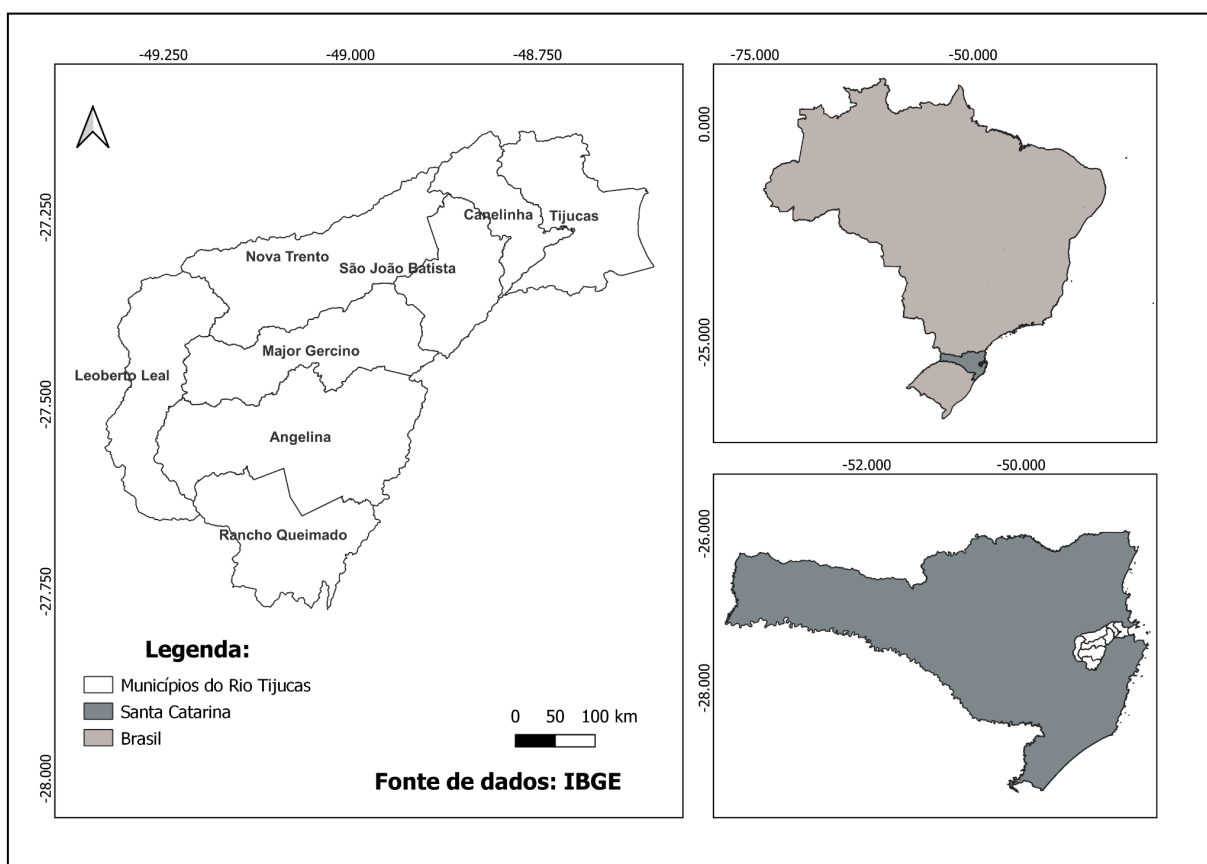
meados de 2014, impulsionou o crescimento dessas outras plataformas, resultando em um aumento significativo de publicações desde então.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O Rio Tijucas pertence à Região Hidrográfica 08 - Litoral Centro, com um percurso de aproximadamente 156 km, abrangendo sete municípios: Angelina, Canelinha, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Tijucas e Rancho Queimado. A figura 01 apresenta o mapa de localização e disposição desses municípios.

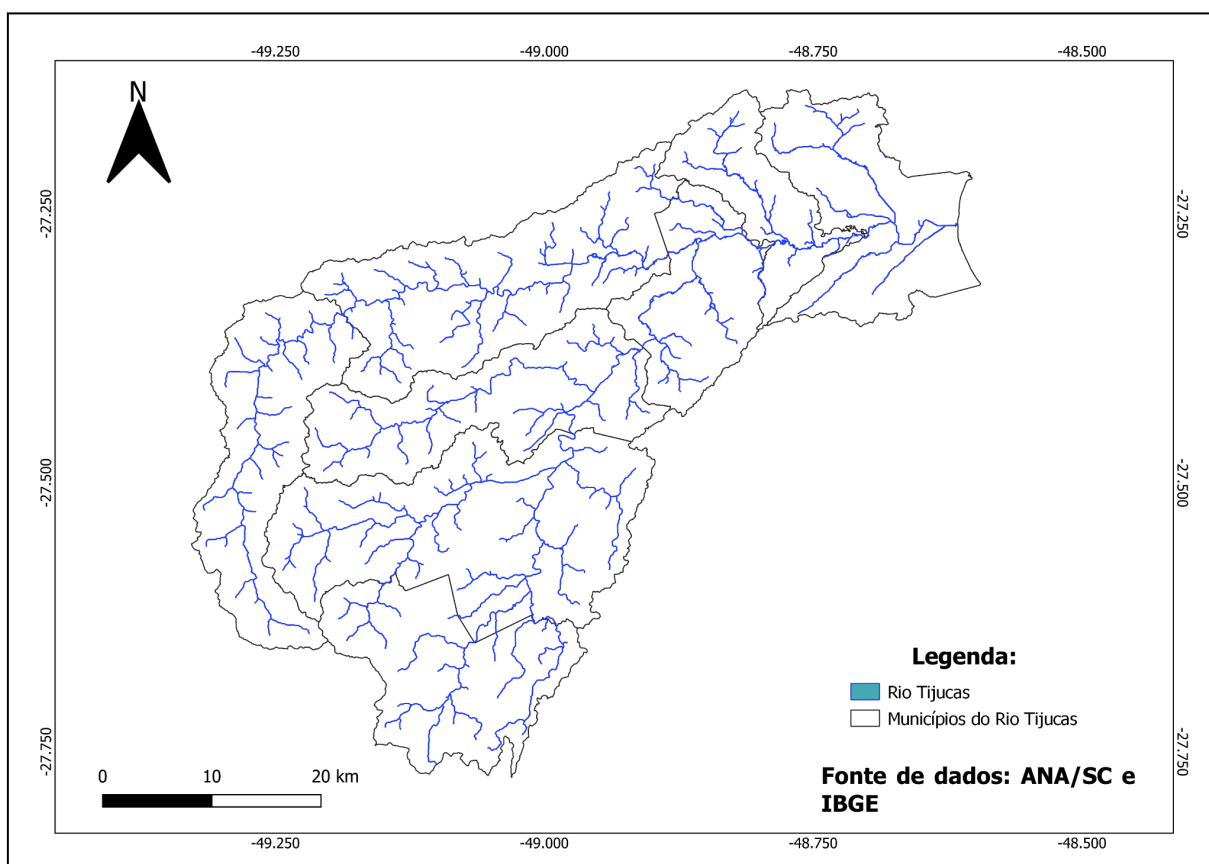
Figura 01 – Figura de localização dos municípios abrangidos pela bacia do Rio Tijucas.



Segundo o Conselho Deliberativo do Sebrae/SC (2015), o rio Tijucas nasce no município de Rancho Queimado, corre a oeste de Angelina, nas proximidades da localidade de Garcia, onde recebe as águas do rio Engano. Em seguida, passa a oeste de Major Gercino e São João Batista, onde é abastecido pelas águas do rio do Braço, seguindo paralelo à rodovia SC-410. O rio entra no município de Canelinha e, finalmente, atravessa a cidade de Tijucas,

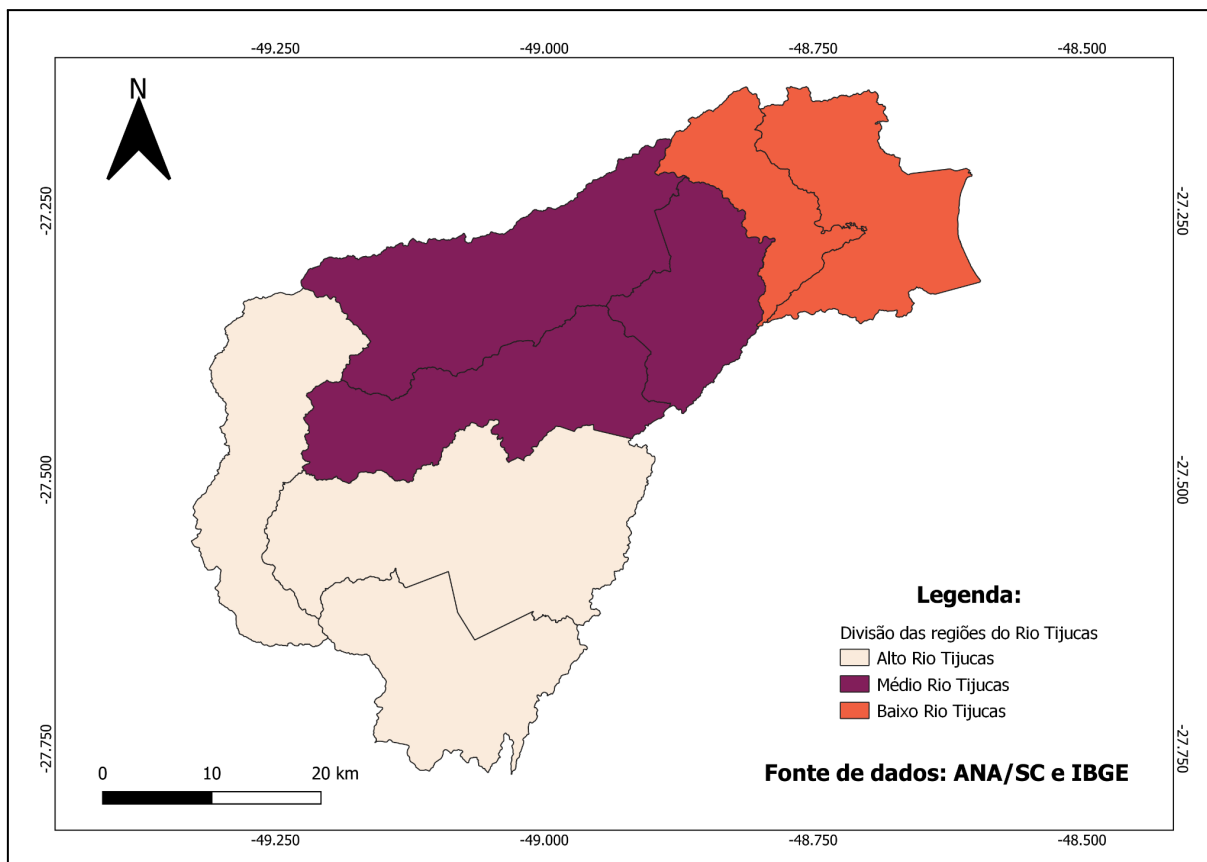
onde deságua no Oceano Atlântico, concluindo sua trajetória. Na figura 02 pode-se observar este percurso ao longo das cidades.

Figura 02 – Figura de localização do Rio Tijucas ao longo dos municípios.



Para uma melhor observação dos padrões de seca na região, optou-se por dividir a área de estudo em três regiões, correspondendo ao Alto, Médio e Baixo Rio Tijucas, agrupando os municípios conforme sua localização ao longo do rio. Na figura 03 é possível visualizar essa divisão.

Figura 03 – Figura com a divisão dos municípios em regiões:Alto, Médio e Baixo Rio Tijucas.



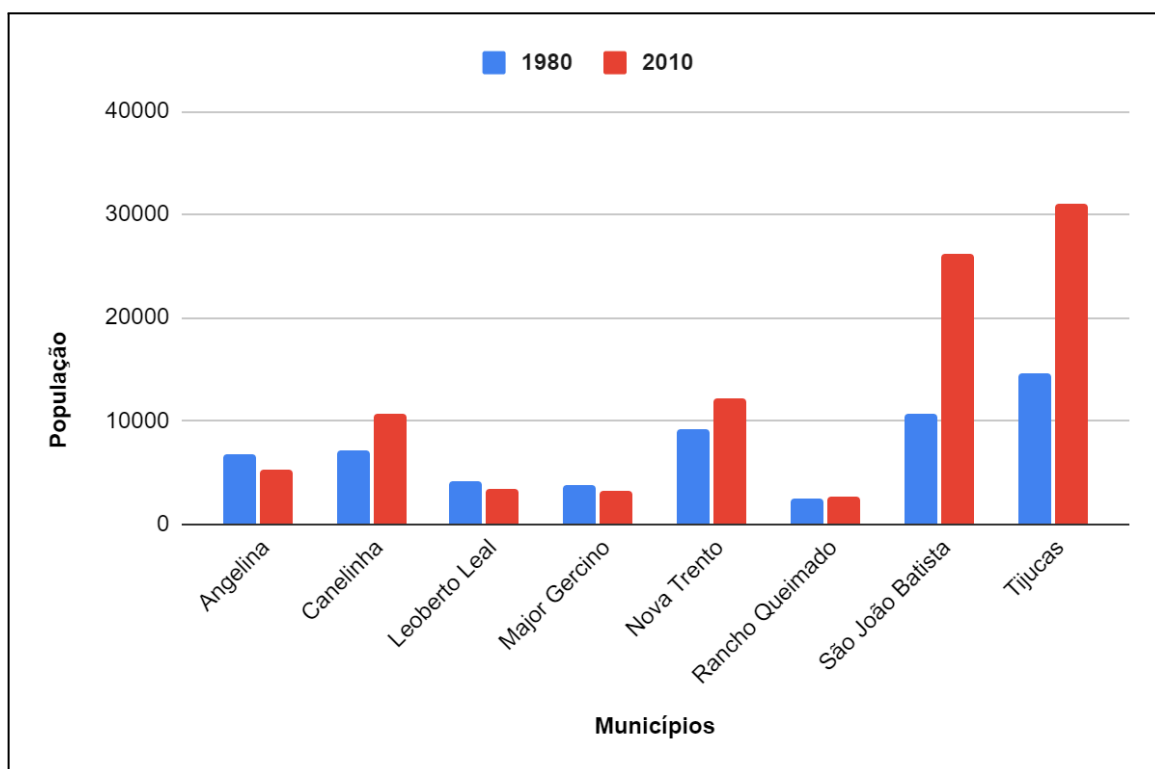
Considerando que a região do Alto Rio Tijucas abrange os municípios de Angelina, Leoberto Leal e Major Gercino, onde também está localizada a nascente do Rio Tijucas. Essa área caracteriza-se por ser preeminente rural e apresentar abastecimento de água com predominância em fontes alternativas, como poços e nascentes. O Médio Rio Tijucas é composto pelos municípios de Major Gercino, São João Batista e Nova Trento, que apresentam características demográficas e econômicas distintas e compartilham o abastecimento de água da bacia hidrográfica do Rio Tijucas. A região do Baixo Rio Tijucas inclui os municípios de Canelinha e Tijucas, sendo predominantemente urbana e marcada por um crescimento populacional expressivo. O abastecimento de água é majoritariamente realizado pela rede geral de abastecimento

Para permitir a construção de um panorama detalhado de cada região e contribuir para a investigação dos resultados ao longo do desenvolvimento deste trabalho, optou-se por analisar alguns fatores que poderiam influenciar nas questões de seca nessas áreas.

3.1.1 Análise populacional

Segundo dados do IBGE, a dinâmica populacional dos municípios da região apresentou variações significativas entre 1980 e 2010, conforme exposto na figura 04.

Figura 04 – Gráfico com o crescimento populacional das cidades do Rio Tijucas



Os municípios com redução populacional estão concentrados principalmente nas regiões do Alto e Médio Rio Tijucas. Destacam-se Angelina e Leoberto Leal, com reduções de 21% e 26%, respectivamente. Por outro lado, entre os municípios que apresentaram crescimento populacional, os maiores destaques são Tijucas e São João Batista, com aumentos de 112% e 145%, respectivamente.

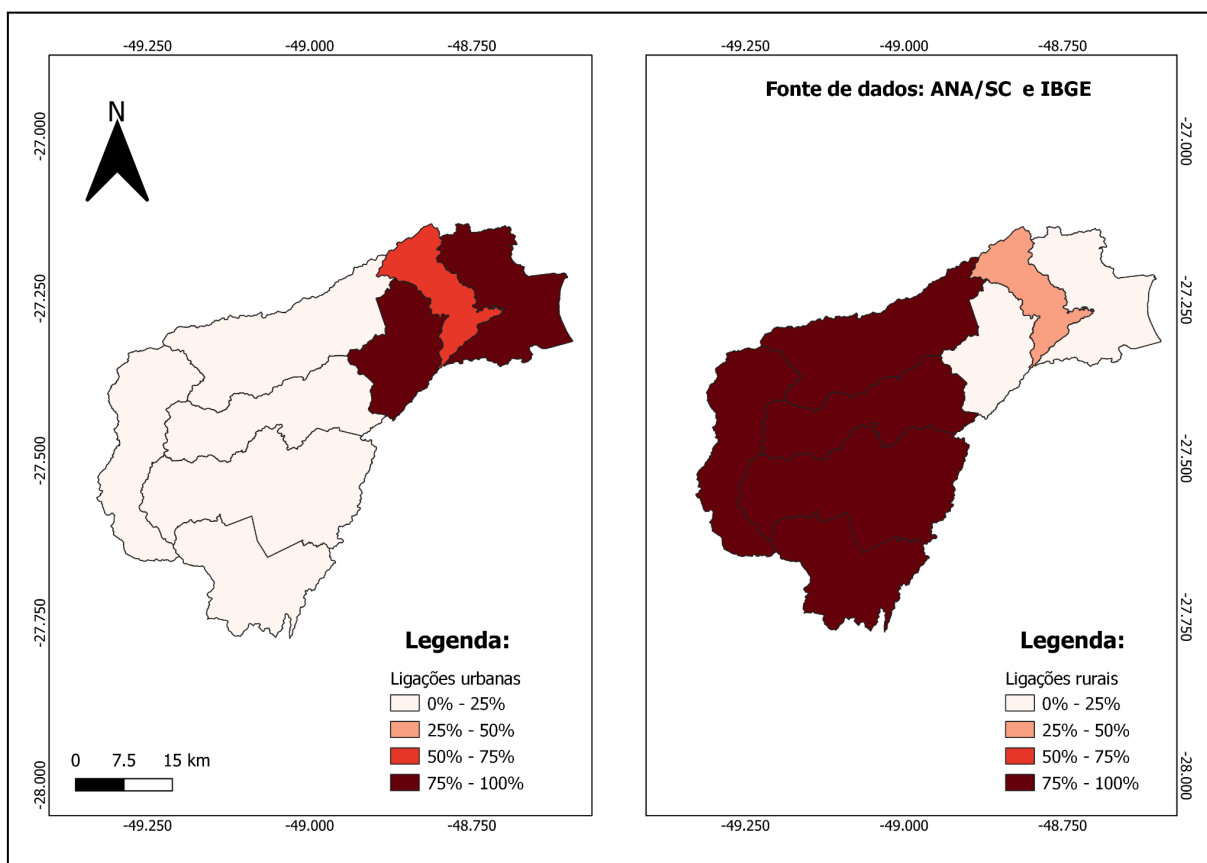
Observa-se que os municípios das regiões extremas, Alto e Baixo Rio Tijucas, em sua maioria, apresentam padrões mais consistentes de redução ou crescimento. Apesar de Rancho Queimado registrar um crescimento populacional, sua taxa é significativamente inferior em

comparação com os demais. Já no Médio Rio Tijucas, os resultados são mais heterogêneos, com municípios que apresentam tanto crescimento quanto redução populacional.

3.1.2 Predominância urbana ou rural

Ao analisar a distribuição entre áreas rurais e urbanas, conforme ilustrado na Figura 05, é possível observar que as maiores concentrações de localidades rurais estão nas regiões do Alto e Médio Rio Tijucas. Em contrapartida, os municípios situados no Baixo Rio Tijucas apresentam predominância de áreas urbanas.

Figura 05 – Figura com a porcentagem de ligações urbanas e rurais dos municípios que abrangem o rio Tijucas.

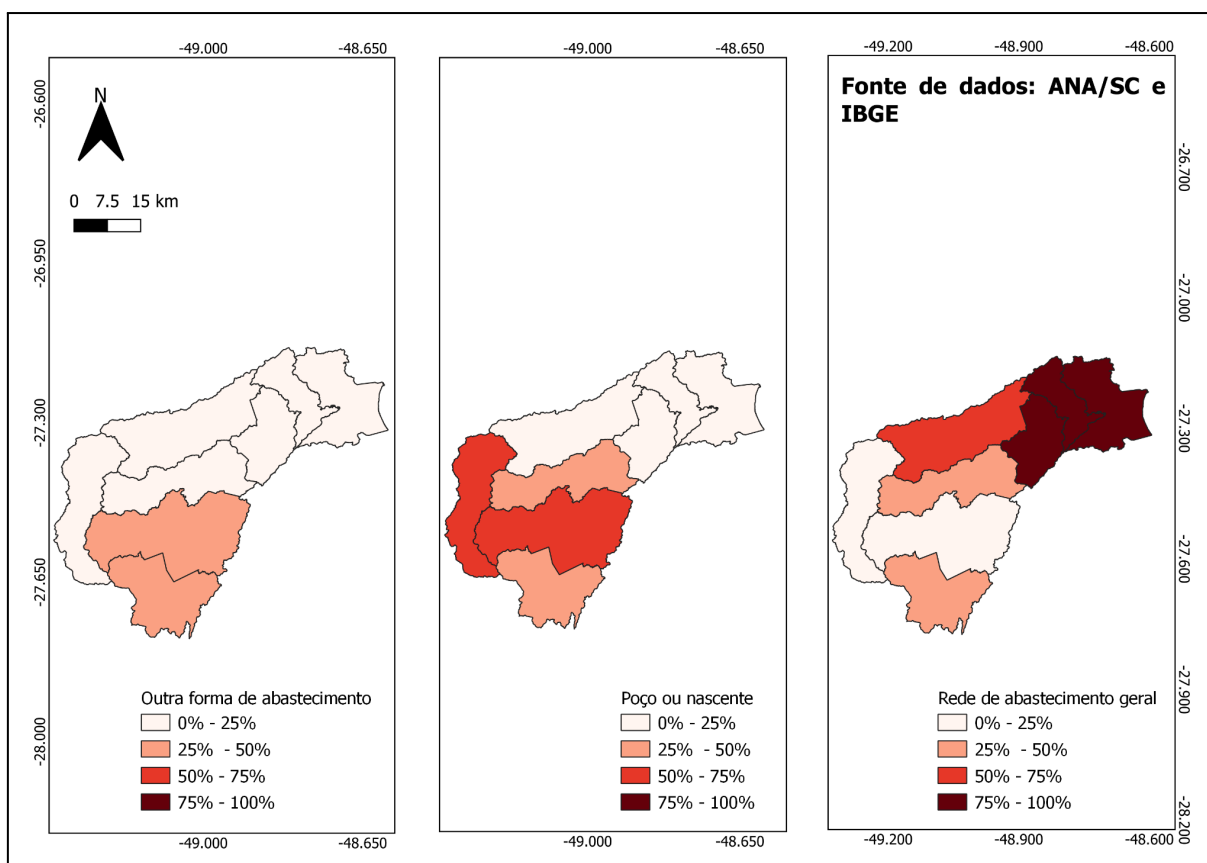


3.1.3 Tipologia dos abastecimentos

O IBGE (2010) classifica os tipos de abastecimento em três categorias: atendimento pela rede geral de abastecimento, poço ou nascente, e outras formas de abastecimento.

Conforme mostrado na Figura 06, é possível observar que os municípios da região do Baixo Rio Tijucas predominam seu abastecimento pela rede geral. Já no Médio Rio Tijucas, apenas aproximadamente 35% dos municípios têm predominância de abastecimento pela rede. Nos municípios do Alto Rio Tijucas, o abastecimento é diversificado, sendo realizado principalmente por poços, nascentes ou outras formas de abastecimento.

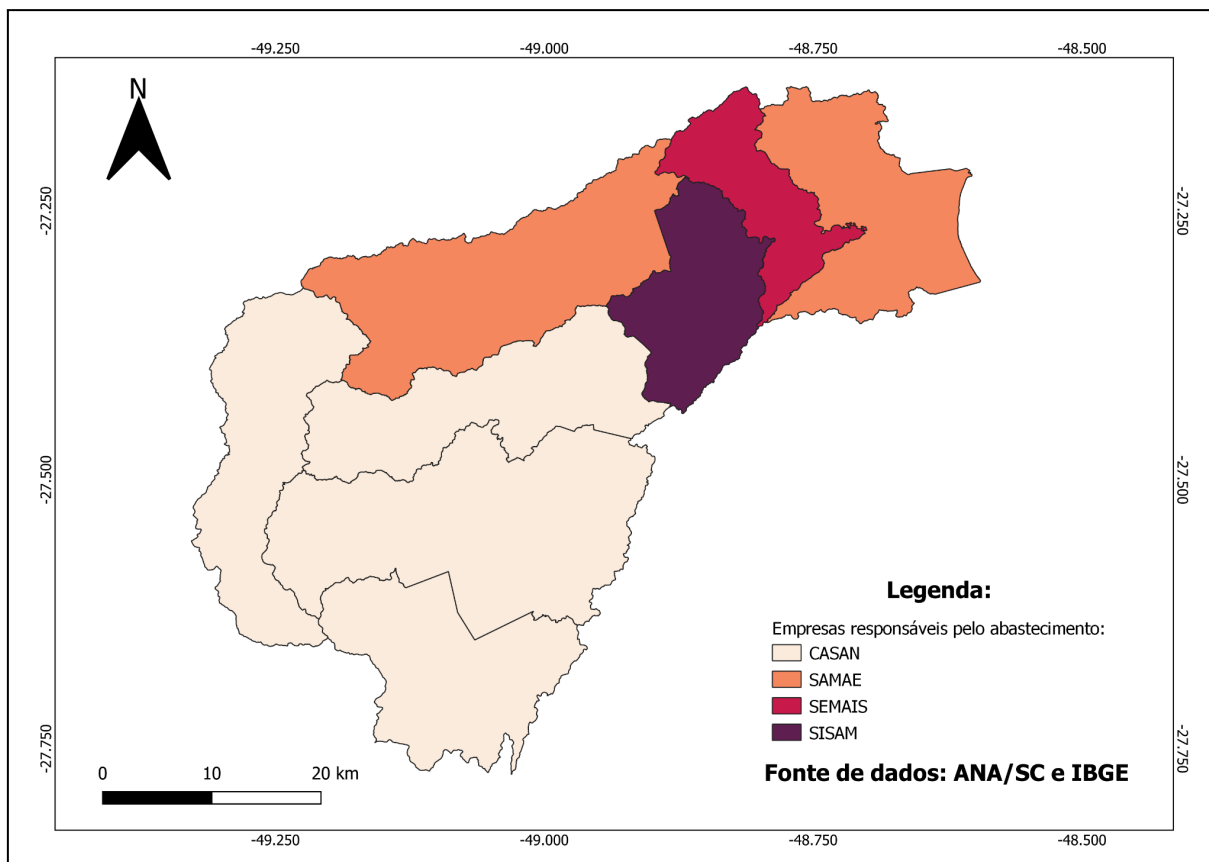
Figura 06 – Figura com a porcentagem das tipologias de abastecimento da região.



3.1.4 Empresas responsáveis pelo abastecimento

Conforme apresentado na Figura 07, o atendimento à rede geral na região do Alto Rio Tijucas e parte do Médio é predominantemente realizado pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN). Já os municípios de Tijucas e Nova Trento são atendidos pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (SAMAÉ). Por sua vez, São João Batista e Canelinha contam, respectivamente, com o Serviço de Infraestrutura, Saneamento e Abastecimento de Água Municipal (SISAM) e o Serviço Municipal de Água, Infraestrutura e Saneamento de Canelinha (SEMAIS).

Figura 07 – Figura demonstrando as empresas responsáveis pelo abastecimento das cidades que abrangem o Rio Tijucas.

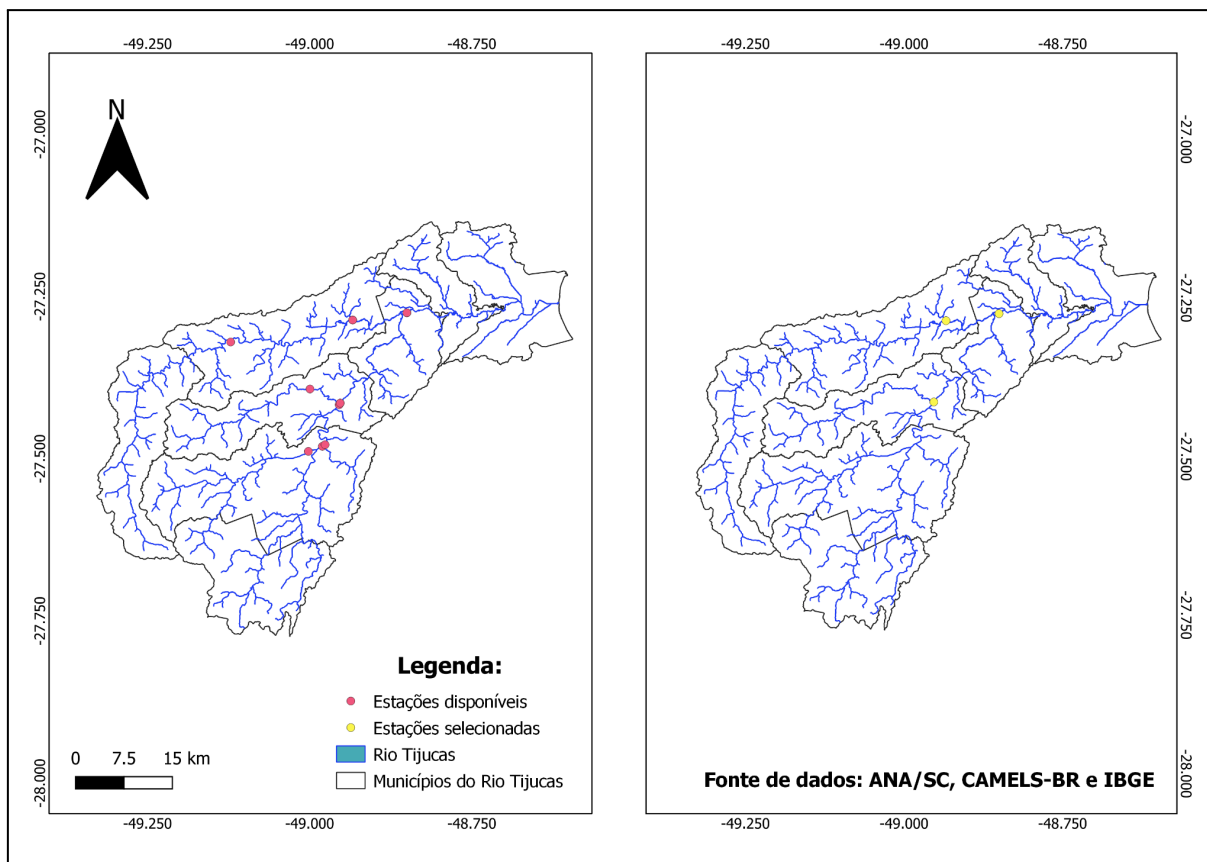


3.2 DADOS

Para a análise dos dados, optou-se pela utilização dos medidores dispostos na base de dados CAMELS-BR, que apresenta uma abrangência de séries temporais diárias de vazão observada de 3679 medidores, bem como forçantes meteorológicos (precipitação, evapotranspiração e temperatura) para 897 bacias hidrográficas selecionadas (CHAGAS et al., 2020).

Com isso verificou-se os medidores disponíveis na área de estudo, realizando-se uma seleção com base na disponibilidade dos dados, na abrangência temporal e na localização de cada um. Com base nesses critérios, optou-se por três estações, conforme apresentado na Figura 08.

Figura 08 – Figura com a localização das estações disponíveis pelo CAMELS-BR e as selecionadas para o estudo.



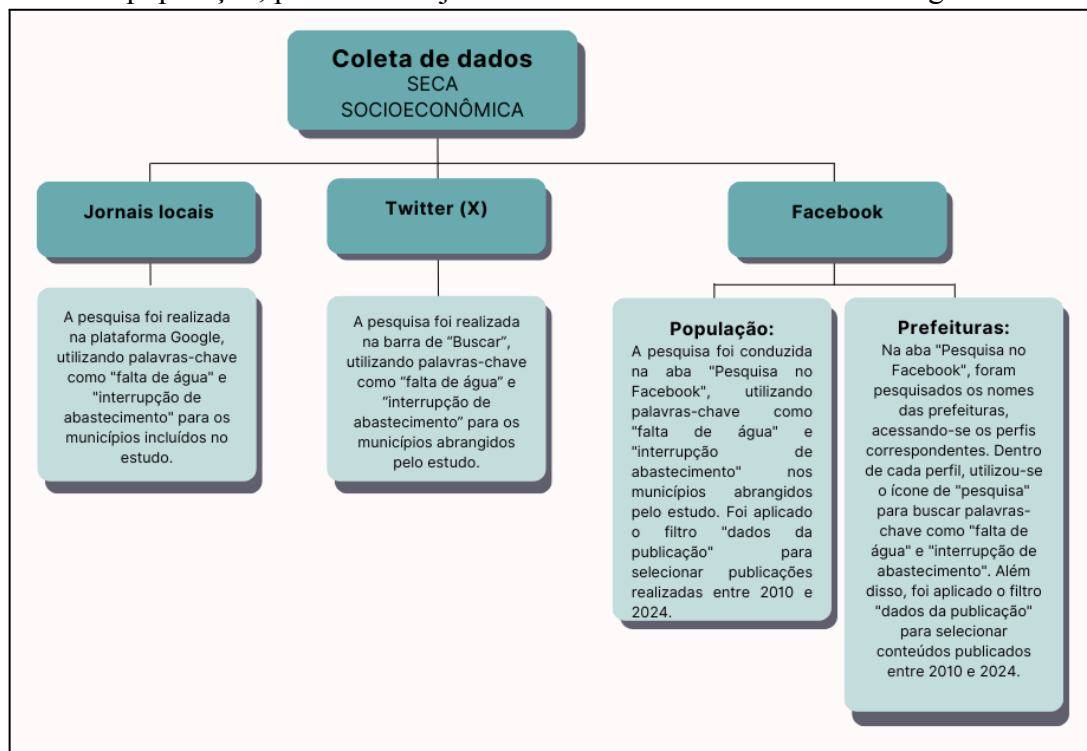
Optou-se pela estação 84095500 por estar localizada na jusante do Rio Tijuca, no município de São João Batista, permitindo considerar toda a área da bacia até aquele ponto. Selecionaram-se também outros dois pontos: a estação 84071000, no município de Major Gercino, e a estação 84095000, em Nova Trento. Ambos estão situados em locais estratégicos que abrangem os dois tributários do rio, englobando, assim, os afluentes que alimentam o curso principal.

3.2.1 Dados para análise de Seca Socioeconômica

Com o objetivo de coletar dados socioeconômicos, foram realizadas buscas por publicações em plataformas específicas, como Twitter (X) e Facebook, buscando identificar postagens da população com reclamações sobre falta de água. No Facebook, também foram coletadas publicações feitas pelas prefeituras dos municípios analisados. Além disso, foram selecionadas notícias de jornais locais, como *NSC Total*, *Guararema News*, *ND Mais*, *Vip Social*, *Jornal Razão*, *Olho Vivo Can*, *Top Elegance*, entre outros.

A figura 09 apresenta um fluxograma com os métodos utilizados, as palavras-chave aplicadas para a seleção dos dados conforme os critérios estabelecidos, e o recorte temporal definido, abrangendo o período de 2010 a 2024.

Figura 09 – Fluxograma ilustrando os métodos empregados para a coleta de publicações da população, prefeituras e jornais locais relacionados à falta de água.



Através da utilização de palavras-chave, foi possível categorizar as publicações e identificar os motivos reais que desencadearam a falta de água. Em alguns casos, a causa está associada ao fato já esperado em situações de seca: a estiagem, conforme indicado em algumas manchetes de jornais apresentadas na Figura 10.

Figura 10 – Seleção de publicações extraídas de jornais locais com informações sobre a falta de água causada pela estiagem.

Sem chuvas, Semais pede economia de água em residências em Canelinha
 15 de agosto de 2018 | Por Olho Vivo Can
 Devido à escassez de chuva abastecimento de água poderá se agravar em Tijucas
 Alguns pontos da cidade já estão sendo afetados
 Jornalismo 09/2019 10:12:16

Sisam alerta para falta de água em pontos mais altos da cidade
 SÃO JOÃO BATISTA
 Em virtude da estiagem que atinge diversas cidades, em especial Tijucas há vários dias, persiste a preocupação com o baixo nível dos mananciais de nossa região. Nesta semana o volume de água na cachoeira da Itinga baixou significativamente, o que reflete negativamente, também, no abastecimento da cidade já que é esta a nossa principal fonte de captação.

Sisam pede que batistenses economizem água
 Por Redação — 27 de dezembro de 2019 Em CIDADE

Canelinha pode sofrer com falta de água às vésperas do natal
 O problema decorre do elevado consumo registrado desde essa quinta-feira
 Por: Plantão Vip - 22/12/2023 19:24min - Canelinha

Estiagem coloca região em estado de emergência
 Por Redação — 16 de agosto de 2018 Em CIDADE

Urgente: Nova Trento anuncia racionamento de água
 Por Jonas Hames — 23 de abril de 2020 Em CIDADE
 Situação do abastecimento de água em Nova Trento é crítica, e após decretado situação de emergência no sistema, o Samae anunciou que vai adotar racionamento no município. O desligamento do fornecimento será feito por regiões em dias e horários alternados. Será dividido em três regiões que ficarão sem água entre 20h e 7h.

Fonte: Portal de Notícias Olho Vivo Can (2018), Jornal Razão (2019), Portal de Noticias Vip Social (2023), Rádio Super 99,9 FM (2018, 2019 e 2020).

Porém as notícias de falta de água podem estar relacionadas a eventos causados pelo excesso de chuva conforme a figura 11. Ou até mesmo a problemas técnicos, como rompimento de adutoras, que podem ou não ser causados por fortes chuvas, falta de manutenção na rede, problemas de energia, acidentes e até mesmo a falta de investimentos.

Figura 11 – Seleção de publicações extraídas de jornais locais com informações sobre a falta de água causada pelas fortes chuvas.



Fonte: Rádio Guararema News (2022), Portal de Notícias Top Elegance (2020 e 2022), Nd Mais (2019 e 2022), Portal Olho Vivo Can (2024).

As publicações realizadas pelas prefeituras no Facebook (Figura 12) abrangem uma ampla variedade de causas, geralmente relacionadas a problemas técnicos e falhas no abastecimento. Esses conteúdos têm caráter informativo, com o objetivo de esclarecer a população sobre as razões para a falta de água nas residências.

Figura 12 – Seleção de publicações realizadas nas páginas oficiais das prefeituras no Facebook com relatos de falta de água.



Fonte: Prefeitura de Nova Trento (2015 e 2019), Prefeitura de Tijucas (2015 e 2018), Prefeitura de Canelinha (2023), Prefeitura de Canelinha (2023), Prefeitura de Major Gercino (2022) e Prefeitura de São João Batista (2019 e 2022)

As postagens feitas pela população local nas plataformas Facebook e Twitter, não detalham necessariamente a causa da falta de água, elas registram as reclamações da sociedade sobre a situação. Tal abordagem possibilitou desenvolver uma análise abrangente que integrasse as interações sociais da população, o posicionamento dos órgãos públicos e a cobertura da mídia sobre questões relacionadas à falta de água e falhas no abastecimento, evidenciando as causas e os impactos enfrentados.

3.2.2 Dados para análise da seca Meteorológica

Para a análise de dados meteorológicos, considerou-se dois parâmetros essenciais: a ocorrência de precipitação e a evapotranspiração potencial (PET).

Para a base de dados de precipitação empregou-se a utilização dos dados fornecidos pelo grupo Climate Hazards Infrared Precipitation with Stations (CHIRPS). Conforme descrito por Funk et al. (2015), esta base oferece um conjunto de dados de investigação quase global, abrangendo a faixa entre 50°S e 50°N. Destacando-se pela sua alta resolução espacial, de 0,05°, e pela disponibilidade de informações em diversas escalas temporais, incluindo diárias, pentadais e mensais, o que permite uma análise detalhada e precisa das condições. Além disso, é uma das bases mais adequadas para regiões menores e com um número

limitado de estações, devido à sua alta precisão, característica que se aplica à realidade da bacia analisada

Considerando que o cálculo do PET é complexo, pois envolve vários parâmetros, incluindo temperatura da superfície, umidade do ar, radiação de entrada do solo, pressão de vapor de água e fluxos de calor latente e sensível solo-atmosfera (Allen et al., 1998, apud Vicente-Serrano, Beguería e López-Moreno, 2010). Optou-se por utilizar os dados disponíveis pela base de dados Global Land Evaporation Amsterdam Model (GLEAM) v3.8a. Além disso, foi considerado um período de 32 anos, compreendido entre 1990 e 2022.

Como os dados de precipitação (P) e PET estavam em mm/dia, foi realizada a soma dos valores diários de cada mês para converter ambos os parâmetros para mm/mês. Assim, foi possível calcular a diferença entre P e PET para cada mês analisado.

3.2.3 Dados para análise de seca Hidrológica

Para os dados de análise de seca hidrológica optou-se pela utilização dos dados disponibilizados pelo banco de dados CAMELS-BR. O período de análise abrange de 1990 a 2020, totalizando 30 anos de dados, o que possibilita uma avaliação representativa dos padrões de seca na região em estudo. Os dados da vazão foram fornecidos em m³/s, em seguida, convertidos para mm/mês, utilizando informações adicionais da base de dados CAMELS-BR, como a área da bacia até cada ponto de monitoramento. Com isso definiu-se a vazão de cada estação em mm/mês.

3.3 ANÁLISE METEOROLÓGICA E HIDROLÓGICA UTILIZANDO INDICES

Segundo Vicente-Serrano et al. (2012), as condições de seca climática são comumente avaliadas por séries padronizadas (média = 0, desvio padrão = 1) com variáveis como precipitação e balanço hídrico, o que permite identificar a gravidade dos déficits hídricos, independentemente das características espaciais ou sazonais da variável.

Assim, foram adotados índices para avaliar tanto a seca meteorológica quanto a hidrológica. O Índice Padronizado de Precipitação-Evapotranspiração (SPEI) foi utilizado

para a seca meteorológica, enquanto o Índice Padronizado de Vazão (SSI) foi escolhido para a seca hidrológica.

Com isso Vicente-Serrano et al. (2012), afirma que o índice de seca climática pode ser calculado a partir de longas séries temporais, utilizando a função de distribuição cumulativa de cada valor da variável hidroclimática de interesse, processo comumente empregado para obter o melhor ajuste dos dados. Podendo ser classificados de acordo com McKee et al. (1993) em uma escala que varia de 0 a infinito negativo, conforme ilustrado na tabela 01. Dessa forma, é possível classificar a severidade da seca em diferentes momentos com base nos índices.

Tabela 1 – Escala definida por McKee et al. (1993) referente a categorização das Secas.

| Índice de seca | Categoria da seca |
|----------------|-------------------|
| 0,00 a -0,99 | Seca fraca |
| -1,00 a -1,49 | Seca moderada |
| -1,50 a 1,99 | Seca severa |
| $\geq -2,00$ | Seca extrema |

Fonte: Adaptado McKee et al. (1993)

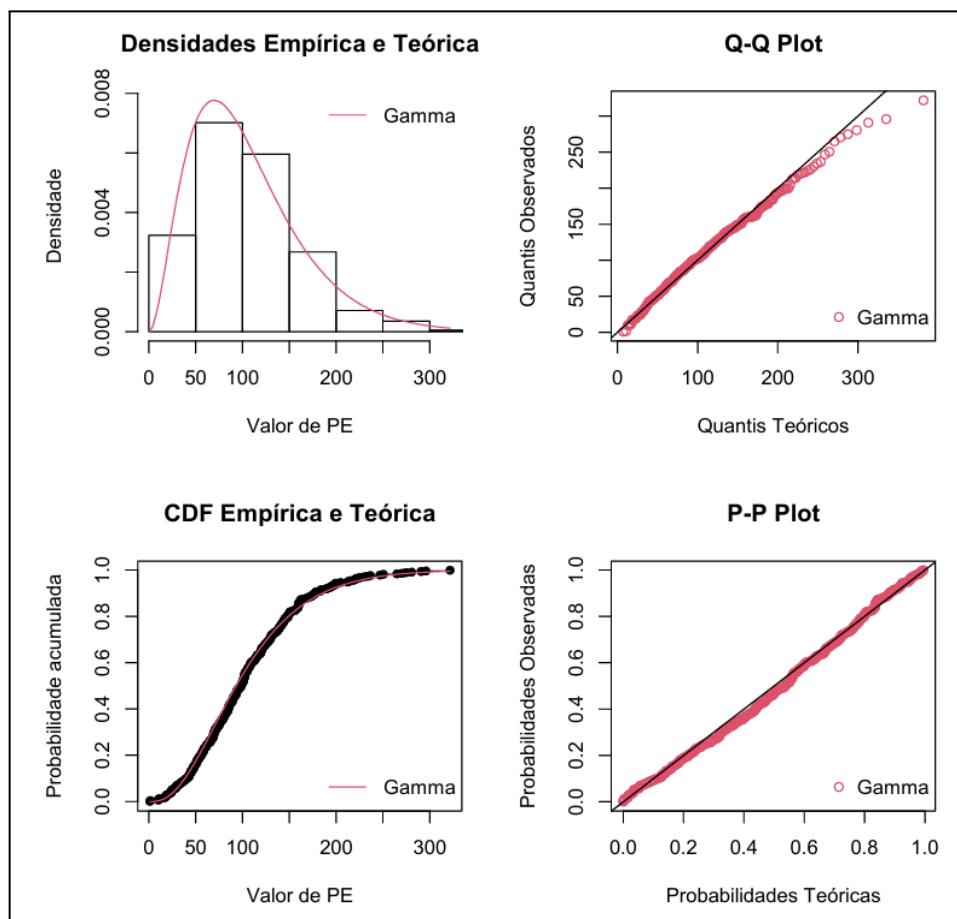
3.3.1 Índice Padronizado de Precipitação-Evapotranspiração (SPEI)

Conforme Vicente-Serrano et al. (2010, apud Thornthwaite, 1948), o SPEI calcula a diferença entre precipitação e evapotranspiração potencial (PET) em bases mensais (ou semanais), representando um balanço hídrico climático simples em diferentes escalas temporais. Segundo Inocêncio (2019), essa relação faz com que o torne sensível às mudanças

provindas da evaporação aliando-se a simplicidade de cálculo e a natureza temporal do SPI (Escala de 3, 6, 12, 24 ou 48 meses).

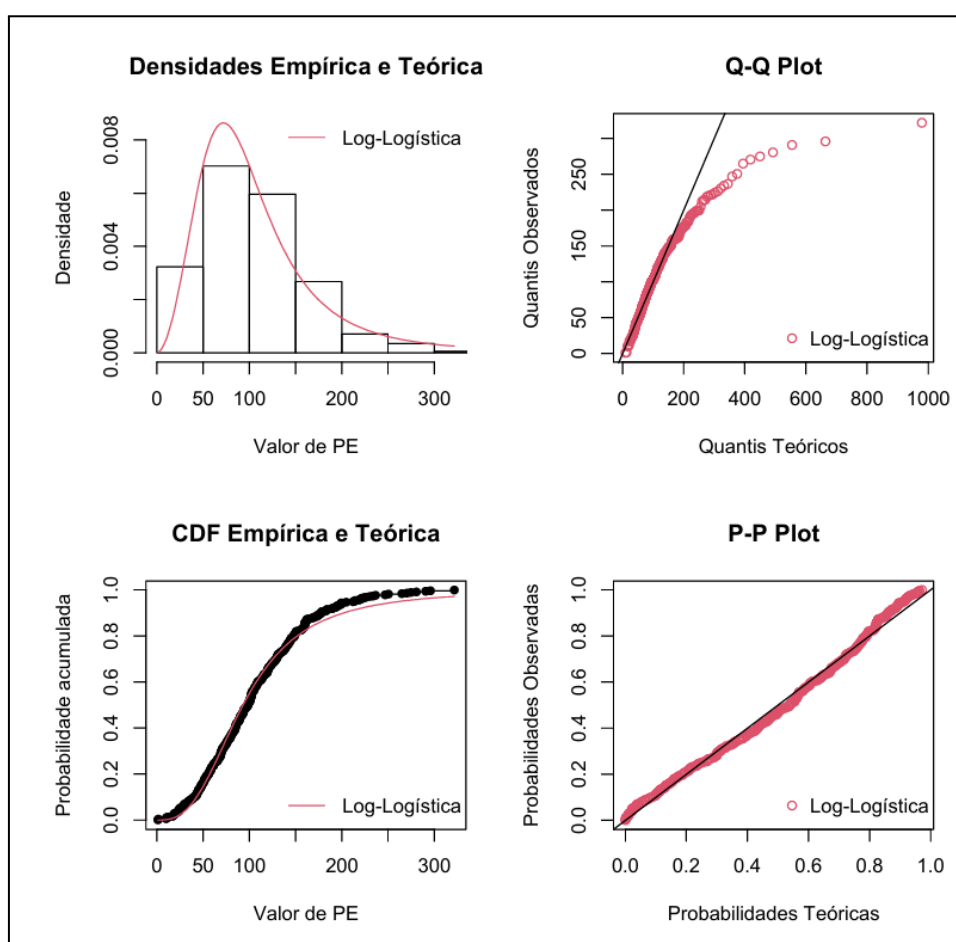
Definiu-se a utilização da plataforma RStudio para conduzir a análise das secas por meio dos índices. A primeira etapa envolveu a realização de testes prolongados para identificar a distribuição de dados mais adequada à série disponível para as três estações estudadas. Os testes foram realizados através da comparação de diferentes distribuições, incluindo Log-Logística, Gamma, Log-Normal e Exponencial. Para cada distribuição, foi realizada uma análise detalhada, na figura 13 apresenta-se a melhor distribuição com a qual os dados se adequaram.

Figura 13 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Gamma, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível.



A distribuição Gamma mostrou-se a mais adequada, porém a mesma só abrange o intervalo de dados positivos. Com isso, ela não é incluída para análises de dados do SPEI, pois o índice em questão pode gerar valores tanto positivos quanto negativos. Após a análise das outras opções, a que melhor se ajustou foi ao tipo Log-Logística. Embora esta distribuição não tenha mostrado um ajuste tão preciso quanto a anterior, optou-se por ela devido à sua capacidade de lidar com os valores negativos e podendo assim representar de forma mais correta a variabilidade climática observada.

Figura 14 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Log-Logística, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível.



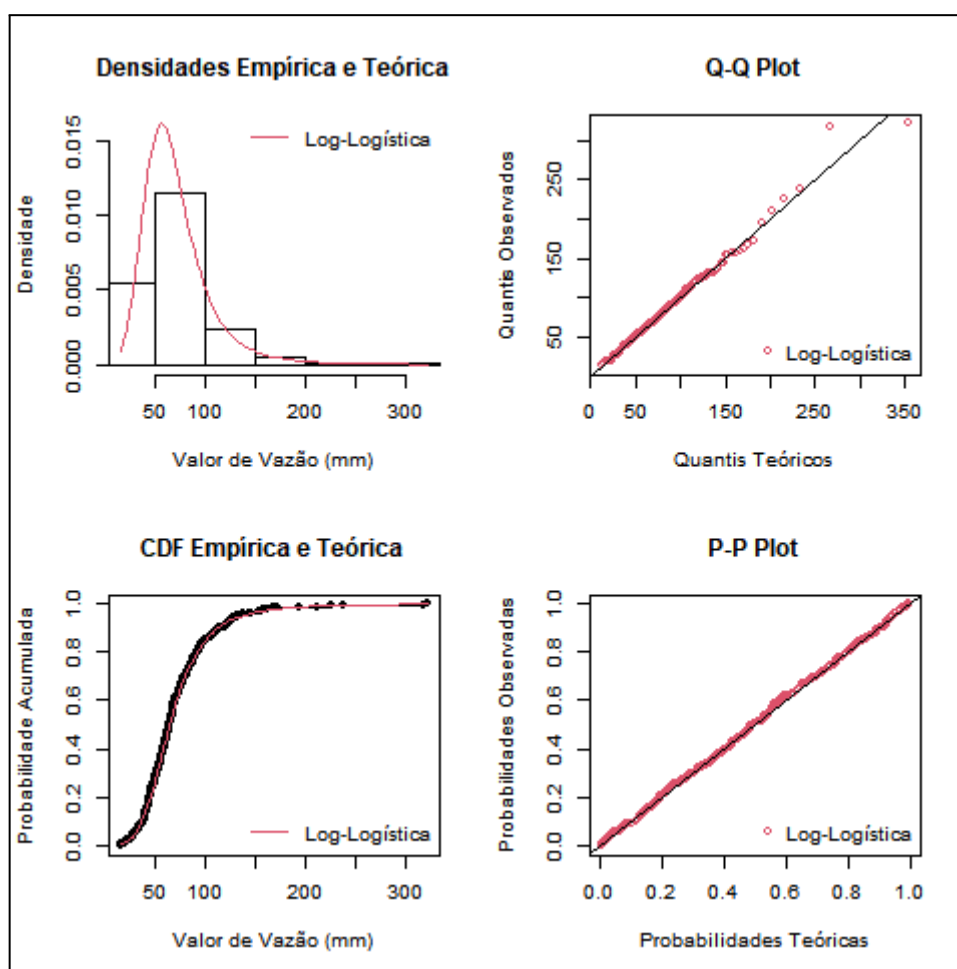
Para iniciar os cálculos do índice SPEI na plataforma RStudio, utilizam-se as variáveis meteorológicas de precipitação e PET, considerando a diferença entre elas para obter o balanço hídrico. Outro aspecto essencial é a definição da escala temporal para a análise, que pode ser ajustada para 1, 3, 6, 12, 18 meses ou mais.

Utilizou-se a função `spei` () do pacote SPEI do RStudio para calcular o índice analisado nesta seção. Além disso, optou-se pelas escalas de 3 e 12 meses a fim de avaliar secas curtas e prolongadas, para isso empregou-se a função `scale` () do mesmo pacote de dados.

3.3.2 Índice Padronizado de Vazão (SSI)

O SSI é o índice mais adequado para analisar secas hidrológicas, o mesmo utiliza apenas os dados de vazão como base de cálculo. Assim, a análise foi iniciada na plataforma RStudio, considerando a distribuição de dados para determinar a que melhor se ajusta aos dados disponíveis das estações analisadas. A análise se deu utilizando os métodos Gamma, Weibull, Normal, Log-Normal e Log-Logística. Ao observar os mesmos parâmetros utilizados para o SPEI, constatou-se que a distribuição que melhor se ajustou aos dados foi a Log-Logística.

Figura 15 – Gráfico de distribuição de dados ajustado ao modelo Log-Logística, a fim de confirmar a melhor adequação à série disponível.



Após o ajuste, foi realizado o cálculo do SSI, utilizando escalas de 3 e 12 meses para a análise dos índices de seca na região. O desenvolvimento do SSI envolve o uso da função `rollapply()` para determinar as médias móveis, seguido pela aplicação da função `fitdist()`

(disponível no pacote `fitdistrplus`) para ajustar os dados à distribuição log-logística. Por fim, foi empregada uma função personalizada `calcular_SSI` para completar o processo.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 SECA SOCIOECONÔMICA

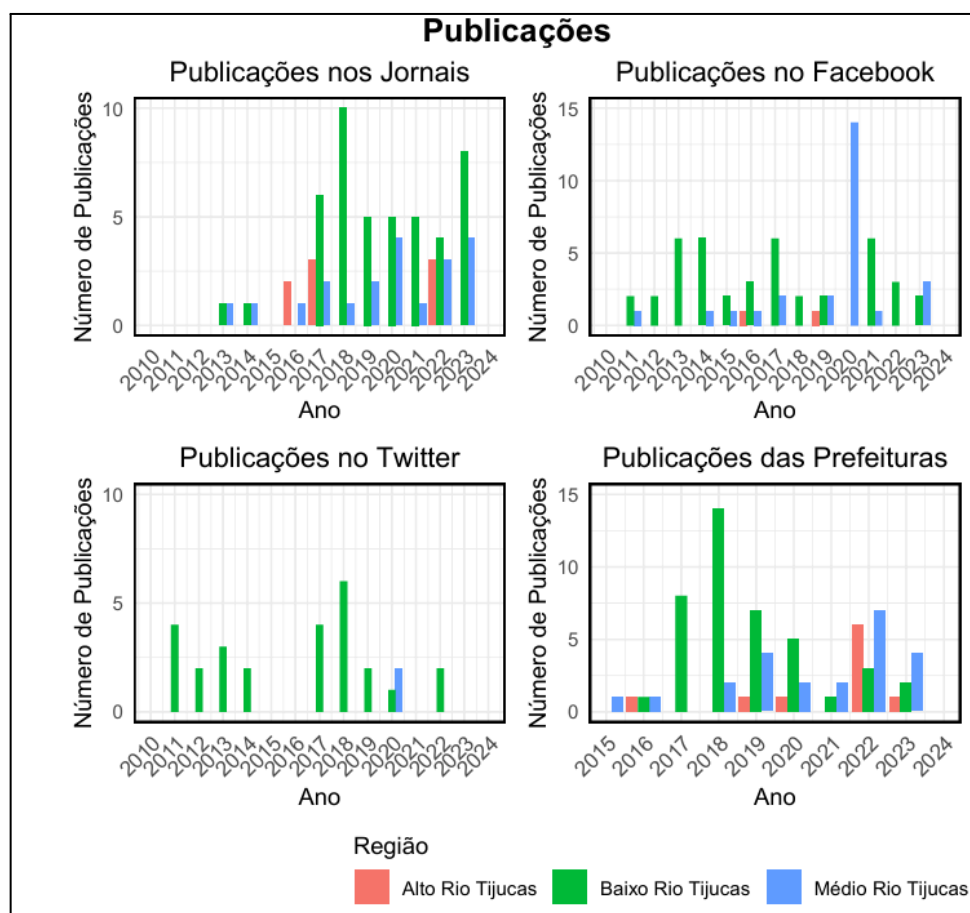
4.1.1 Publicações

Após reunir os dados coletados, foi possível desenvolver uma análise mais aprofundada das causas que levaram à falta de água na região. Das 79 publicações coletadas durante o período de análise nos jornais locais, 13 estavam diretamente relacionadas à períodos de estiagem, especialmente em finais de ano, quando o consumo é mais intensificado, conforme destaque nas notícias. Outras 18 estão relacionadas a eventos causados pelo excesso de chuva, enquanto as demais, aproximadamente 48, são sobre problemas técnicos.

Em seguida, foram analisadas as publicações realizadas pelas prefeituras responsáveis pelos municípios, totalizando cerca de 78 postagens. Dentre elas, 39 estão relacionadas a problemas técnicos no sistema de abastecimento, principalmente devido ao rompimento de adutoras. Outras 31 publicações indicam que o sistema foi afetado pelas fortes chuvas, enquanto 6 tratam de problemas causados pela estiagem e 2 mencionam situações de calamidade pública. Ao observar as publicações de queixas feitas pela população nas plataformas, foram cerca de 73 publicações no Facebook e 29 no Twitter

Na figura 16, é possível observar a combinação dos dados encontrados, a fim de agrupar as publicações nas três regiões da bacia, permitindo assim a análise do comportamento e das semelhanças entre elas.

Figura 16 – Gráficos apresentando a quantidade de publicações coletadas durante a pesquisa, categorizadas em jornais locais, Facebook pela população, Twitter e publicações das prefeituras no Facebook, categorizada por regiões.



Em seguida desenvolveu-se uma análise das publicações realizadas por cada região, com o objetivo de observar o comportamento e identificar as justificativas, seja por um excesso ou pela falta de publicações.

4.1.1.1 Alto Rio Tijucas

Nos municípios que compõem o Alto Rio Tijucas, há um baixo volume de registros nas redes sociais sobre falta de água, tanto pela população quanto pelos órgãos responsáveis. Isso pode ser explicado pelo fato de que apenas uma pequena parcela dos moradores nesses três municípios é atendida pela rede pública de abastecimento.

Analisando os dados de publicações dos jornais locais da região, foram identificadas aproximadamente 8 publicações relacionadas à falta de água, abrangendo o período de 2013 a 2024. A maioria dessas publicações estão vinculadas a problemas técnicos na adutora ou a manutenção na Estação de Tratamento de Água (ETA).

Ao investigar publicações relacionadas à falta de água em Angelina, não foram encontrados registros feitos pela população nas redes sociais. Essa ausência pode ser atribuída à forma de abastecimento prioritária do município, fazendo com que ocorra uma redução da percepção de problemas associados à falta de água.

Essa diversificação nas fontes de abastecimento diminui a sobrecarga na rede pública, permitindo que a operação ocorra de forma mais simples e em uma proporção menor. Além disso, falhas nos sistemas alternativos são frequentemente vistas como problemas isolados, uma vez que muitos desses poços e nascentes estão localizados em propriedades privadas. Como resultado, a responsabilidade por solucionar esses problemas recai sobre os próprios proprietários, o que pode limitar a disseminação de reclamações ou relatos nas redes sociais.

Outro fator que pode justificar a menor presença de registros nas redes sociais por parte da população de Angelina está relacionado à análise demográfica do município, que revela uma concentração significativa de pessoas na faixa etária entre 35 e 65 anos. Conforme dados de 2010, a distribuição etária da população era composta por 28,8% de jovens, 54,9% de adultos e 16,3% de idosos (SEBRAE, 2013).

Já ao analisar as publicações do município de Leoberto Leal, esse reduzido envolvimento nas redes sociais pode ser justificado pelo fato de que apenas 22% da população é atendida pela rede pública de abastecimento de água. Em relação às publicações realizadas pela prefeitura nas redes sociais, observou-se uma tendência semelhante à da população. Não foram encontradas postagens sobre qualquer situação de falta de água ou redução no abastecimento no município durante o período analisado.

Ao observar as publicações realizadas pela população de Rancho Queimado, constatou-se também um baixo nível de envolvimento nas redes sociais, podendo ser explicado pelo fato de que apenas aproximadamente 34% da população é atendida pela rede pública de abastecimento de água. No que tange às publicações realizadas pela prefeitura nas redes sociais, observou-se uma tendência semelhante àquela explorada nas postagens da população. Durante o período analisado, não foram encontradas postagens referentes a situações de falta de água ou redução no abastecimento no município.

4.1.1.2 *Médio Rio Tijucas*

Nos municípios do Médio Rio Tijucas, a participação nas redes sociais sobre o abastecimento de água apresentou uma grande variação. A partir das publicações dos jornais locais, foram identificadas aproximadamente 22 menções, sendo que a maioria delas estão relacionadas a rompimentos e manutenção da adutora, além de escassez de água durante os períodos de estiagem.

Ao analisar as publicações nas redes sociais feitas pela população de Major Gercino, encontrou-se uma baixa participação que pode ser explicada pela estrutura rural da cidade, onde apenas 35% da população é atendida pela rede pública de abastecimento de água. O restante dos moradores depende de fontes alternativas, como poços artesanais e nascentes.

Em relação às publicações da prefeitura, verificou-se que elas seguiram a mesma tendência das publicações da população. Em 2022, houve apenas uma publicação oficial devido às fortes chuvas enfrentadas pelo município naquele ano, que afetaram significativamente a estrutura do sistema de abastecimento de água.

A população do município de Nova Trento apresenta uma participação notável nas redes sociais. Embora cerca de 90% da população viva em áreas rurais, aproximadamente 60% desses residentes é atendida pela rede geral de abastecimento de água, justificando assim a participação efetiva da população. Em relação às publicações feitas pela prefeitura de Nova Trento, observa-se uma participação significativa. Entre 2015 e 2024, foram registradas 15 publicações oficiais.

Observando o comportamento das publicações no município de São João Batista, percebeu-se um baixo engajamento da população nas redes sociais. Essa situação é notável mesmo considerando que aproximadamente 85% da população é atendida pela rede pública de abastecimento de água. Além disso, ao analisar a faixa etária da população, observou-se que uma parcela significativa está na faixa de 25 a 39 anos, conforme dados do IBGE, o que não indicaria uma redução nas atividades de postagens.

Essa baixa frequência de queixas nas redes sociais sugere uma gestão eficiente do sistema de abastecimento de água no município. A combinação de um atendimento abrangente pela rede pública e a ausência de reclamações nas plataformas digitais indica uma

administração bem-sucedida e um bom nível de satisfação da população em relação ao serviço de abastecimento de água.

No que diz respeito às publicações realizadas pela prefeitura, observou-se uma abordagem mais ativa em comparação com a população. Foram identificadas cerca de 9 publicações, das quais 6 foram relacionadas a problemas técnicos no sistema de abastecimento de água.

4.1.1.3 Baixo Rio Tijucas

Nos municípios do Baixo Rio Tijucas, especialmente em Canelinha e Tijucas, a participação nas redes sociais é expressiva, em grande parte devido à extensão da rede pública de abastecimento de água. Ao analisar as publicações nos jornais locais, observou-se um alto número de registros, totalizando cerca de 49 publicações no período. A maioria dessas ocorrências está associada a rompimentos na adutora e aos danos provocados pelas fortes chuvas que afetaram a rede.

Em Canelinha esse engajamento pode ser explicado pelo fato de aproximadamente 82% da população ser atendida pela rede geral de abastecimento de água. Como consequência, qualquer falha no sistema de abastecimento tende a gerar um impacto significativo na comunidade, motivando uma maior manifestação nas redes sociais.

De acordo com o IBGE, a maior parte da população está na faixa etária de 20 a 49 anos. Esse grupo demográfico demonstra maior afinidade com as tecnologias, o que explica uma participação mais ativa e relevante nas redes sociais, resultando em um aumento do engajamento nessas plataformas.

No que se refere às publicações realizadas pela prefeitura na rede social Facebook, foram identificados seis registros no período de 2010 a 2024. Dentre esses, três estão relacionados a problemas técnicos, a maioria decorrente do rompimento da adutora. Além disso, foi constatado um decreto emergencial, um registro devido ao período de estiagem, e outro relacionado ao excesso de chuvas. Essas ocorrências refletem desafios tanto na infraestrutura hídrica quanto nas condições climáticas que impactaram o município ao longo dos anos.

Já no município de Tijuca, observou-se uma presença significativa por parte da população, dos jornais locais e da Prefeitura de Tijuca em relação a questões de saneamento básico. No Twitter, foram identificadas cerca de 25 postagens de 2010 a 2013, enquanto no Facebook foram registradas 38 publicações entre 2013 e 2024. Essa presença marcante nas redes sociais pode ser explicada pelo fato de que o município conta com uma cobertura de 95% da população pelo abastecimento de água através da rede geral. Assim, problemas enfrentados pelo sistema afetam diretamente uma grande parte da população, resultando em uma maior quantidade de discussões e reclamações online.

Quanto às publicações feitas pela prefeitura, observou-se um padrão similar ao da população. Foram identificadas aproximadamente 39 postagens, das quais 20 estavam relacionadas a problemas técnicos no sistema, com uma parte significativa dessas ocorrências devido a problemas na adutora. Além disso, 16 postagens abordavam as fortes chuvas que o município enfrentou, e 3 estavam relacionadas à estiagem.

Esses dados indicam que o município enfrenta desafios substanciais em sua infraestrutura de abastecimento de água, e que as condições climáticas têm um impacto considerável sobre o sistema.

4.1.2 Visão geral

Em uma visão geral da bacia do Rio Tijuca, as publicações nas páginas oficiais das prefeituras dos municípios, que relatam interrupções ou reduções na distribuição de água, estão associadas a problemas técnicos na Estação de Tratamento de Água (ETA), a condições climáticas adversas, como chuvas intensas ou períodos de estiagem, e, em casos mais críticos, a decretos de estado de calamidade pública.

Os problemas técnicos são os mais frequentes devido à complexidade do sistema de operação, que exige acompanhamento constante. Quando a manutenção não é realizada adequadamente, somada ao desgaste natural dos equipamentos, o sistema de distribuição pode ser comprometido, resultando em falhas que causam interrupções completas ou reduzem a eficiência do fornecimento de água.

Além disso, eventos climáticos também tiveram um impacto significativo, pois afetam gravemente a infraestrutura e dificultam o abastecimento. Chuvas excessivas podem sobrecarregar os equipamentos, levando a falhas no sistema, enquanto períodos de estiagem

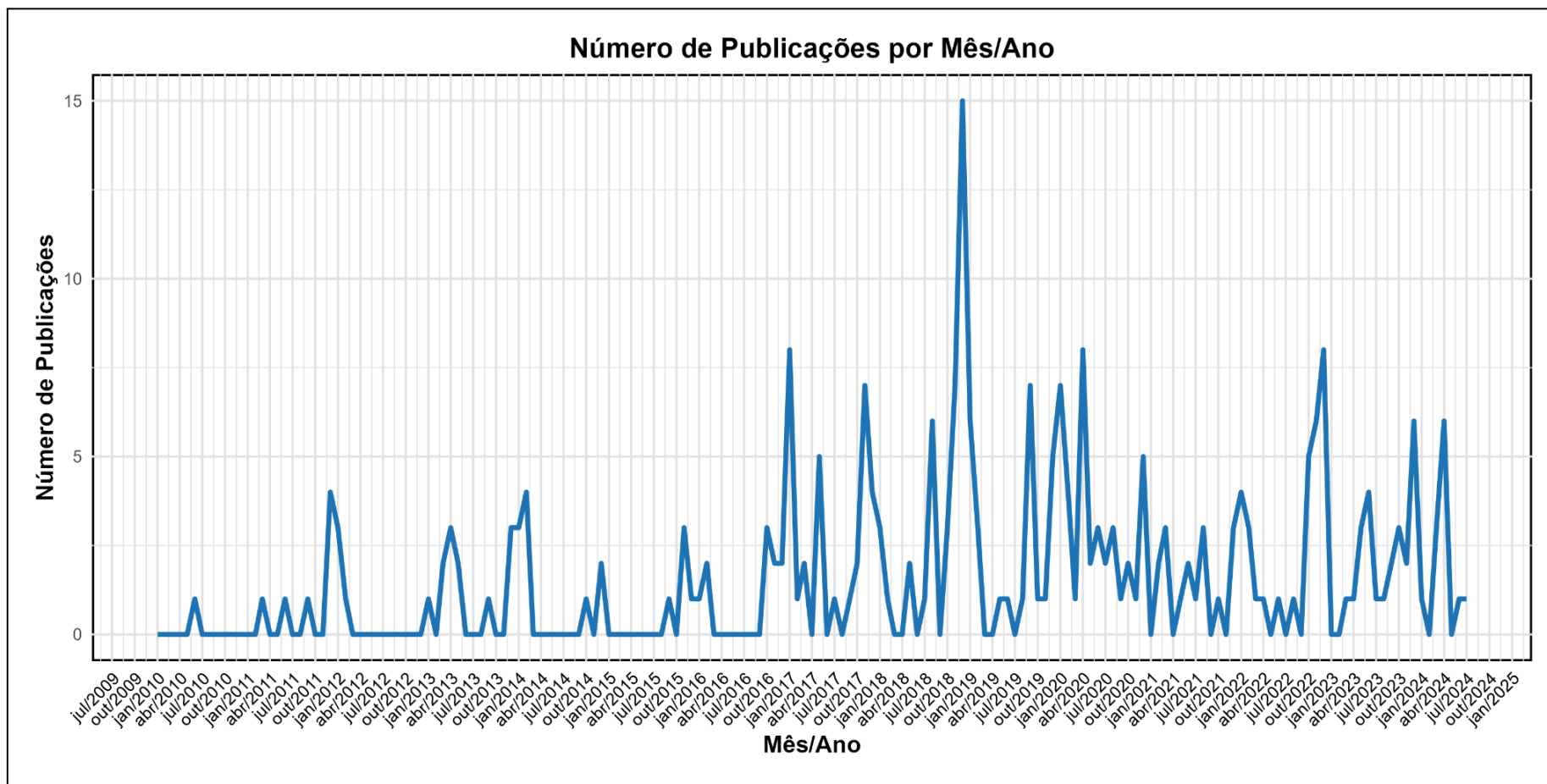
reduzem os níveis dos reservatórios, limitando a quantidade de água disponível para distribuição.

A partir da análise das publicações, foi possível elaborar um gráfico que permite visualizar a distribuição das publicações ao longo dos meses dentro do intervalo de anos. Dessa forma, foi possível observar o comportamento ao longo dos anos nos municípios da bacia do Rio Tijuca, identificando os períodos com maior número de publicações e aqueles com menor frequência. Esse processo possibilita, posteriormente, realizar uma comparação com os dados meteorológicos e hidrológicos.

Ao observar o gráfico disposto na figura 17, é notório que o alavanco das publicações foi a partir do ano de 2012, mas mantiveram-se em um padrão estável até 2017, quando o engajamento passou a crescer de forma mais significativa. Os maiores picos de publicações ocorreram no período do final do ano de 2016 até começo de 2023, sugerindo a ocorrência de algum evento impactante.

É possível observar um comportamento cíclico nos meses que compreendem a época mais seca do ano, o verão, quando quase todos os anos registram o maior pico de publicações. Esse padrão pode estar relacionado à redução das chuvas, ao aumento da população nas residências durante o período de férias e festividades, e, conseqüentemente, ao aumento do consumo de água nas moradias.

Figura 17 – Gráfico exibindo o total de publicações da região ao longo dos anos, com uma escala de número de publicações por mês/ano.



4.2 SECA METEOROLÓGICA

Para obter os índices de seca meteorológica ao longo dos anos, foram gerados gráficos para as três estações analisadas, considerando escalas de 3 e 12 meses. Com intuito de identificar secas mais breves ou prolongadas a partir da escala. Nos gráficos dispostos nas figuras do apêndice A, temos o índice SPEI para as três estações em estudo e suas respectivas escalas de tempo.

Ao observar os gráficos relacionados a escala de 3 meses, observa-se uma similaridade nos resultados obtidos das estações analisadas. Percebe-se que os períodos de seca extrema estão compreendidos em 1993, 2019-2020 e 2022. Já nos anos de 2006-2007, em 2014 e de 2020-2022, foram registradas secas consideradas de moderada a severa.

Ao analisar os gráficos em uma escala de 12 meses, nota-se que apenas entre 2020 e 2021 é possível identificar uma seca extrema. Já nos anos de 1992, 2003-2005, 2006-2007, 2013 e 2022, observa-se uma seca de intensidade moderada a severa. Esse comportamento é semelhante nas três estações analisadas.

Comparando os gráficos considerando as escalas, percebe-se que, na de três meses, os eventos de seca apresentam maior intensidade e frequência. Já na escala de 12 meses, há uma redução na frequência desses eventos, mas destaca-se uma janela entre 2020 e 2021 que mostra uma seca de longa duração, embora menos recorrente.

4.3 SECA HIDROLÓGICA

Para avaliar a seca com base nos dados hidrológicos, foi utilizado o índice SSI para escalas de 3 meses e 12 meses, com o objetivo de analisar a intensidade e a frequência dos eventos. Nas figuras do apêndice B, é possível observar o índice de seca das estações analisadas e suas respectivas escalas.

Ao analisar os índices de seca gerados para uma escala de três meses, identificou-se uma variação nos períodos de seca ao longo do Rio Tijuca. Em alguns momentos, a estação 84071000, que é a mais afetada em relação às secas na escala de três meses, apresenta um período de seca severa, enquanto a estação 84095000 não enfrenta esse problema. Esse fenômeno faz com que, ao chegar à estação 84095500, que está localizada um pouco à frente do encontro das duas anteriores, haja um equilíbrio na grande parte dos momentos, evitando que a seca enfrentada por um dos tributários se estenda ao restante do rio.

Percebe-se que a estação 84071000 passa por seca moderada a severa nos anos de 1991-1992, 1994-1995, 1995-1996, 1997, 1998, 2000-2001, 2003-2004 e 2006-2008. Enquanto isso, a estação 84095000 enfrenta seca moderada a severa nos anos de 2006-2007, 2014, 2017-2018 e 2020.

Observa-se que na estação 84095500, o período de seca moderada a severa ocorreu em 1997, 2003-2004, 2006-2007 e 2020. Ao analisarmos mais a fundo, percebemos que o momento em que se reflete a seca na estação 84095500 está diretamente relacionado à ocorrência da seca em um ou ambos os tributários. Esse padrão indica a influência significativa das estações tributárias sobre o regime hídrico da estação principal.

Analisando os resultados do índice de seca para uma escala de 12 meses, observou-se que o comportamento é semelhante ao da escala de 3 meses, porém com uma grande redução no número de eventos e um aumento nas intensidades. Para a estação 84071000, foram identificados os seguintes períodos de seca: moderada a severa em 2003-2004 e 2012, e extrema em 2006-2007. Para a estação 84095000, a seca moderada ocorreu em 2006 e 2020. Já para a estação 84095500, os períodos de seca moderada a severa foram registrados em 2006-2007, 2012-2013, 2013-2014 e 2017-2019

4.4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para avaliar o comportamento dos três tipos de seca de forma comparativa, foram desenvolvidos dois gráficos para cada estação, representando escalas de 3 e 12 meses. Cada gráfico contém os dados de SPEI, SSI e publicações.

Na análise da figura 18 referente à estação 84071000 em escala de 3 meses, observa-se que, de 2010 a 2012, as publicações estão presentes mesmo com picos de SPEI e SSI indicando alta precipitação e vazão. Isso sugere que, embora não haja seca meteorológica e hidrológica, o excesso hídrico pode causar uma seca socioeconômica devido à sobrecarga dos sistemas de abastecimento, levando a falhas ou até rupturas. Esse padrão também ocorre nos anos de 2013 a 2015 e 2017 a 2018. De 2019 a 2022, as publicações acompanham as secas meteorológicas e parte do tempo as hidrológicas também.

Na escala de 12 meses, surgem algumas diferenças. Em 2010-2011, 2015-2016 e 2016-2017, as publicações de falta de água não condizem com a alta demanda hídrica da estação, reforçando a hipótese de que o excesso hídrico pode desencadear uma seca socioeconômica. Já nos períodos de 2012, 2013-2014 e 2018-2022, há coincidência entre publicações e índices, indicando seca nos três âmbitos.

Na estação 84095000 disposta na figura 19, em escala de 3 meses, observa-se que as publicações dos anos de 2010-2012 e 2017-2018 coincidem com períodos de alta precipitação e vazão. Nos anos de 2019-2020, os índices que apontam uma seca coincidem com as publicações. Na escala de 12 meses, para 2010-2011, 2015, 2016 e 2017, as publicações não coincidem com índices de seca. Somente em 2018-2020 os resultados apresentam simultaneidade entre os índices e as publicações.

Para a estação 84095500 na figura 20, em escala de 3 meses, os anos de 2010-2013 e 2017-2018 mostram divergência entre publicações e períodos de seca. Entre 2013 e 2015, há divergência entre os resultados, sugerindo seca socioeconômica e hidrológica mesmo sem seca meteorológica. Em 2019-2020, apontam a ocorrência de três tipos de seca. Em escala de 12 meses, de 2010 a 2011 e em 2015, os índices não coincidem com as publicações devido ao

excesso hídrico. No entanto, de 2012 a 2014 e de 2018 a 2020, há coincidência entre publicações e índices, indicando os três tipos de seca.

Conclui-se que, na maioria dos momentos, o rio apresenta excesso hídrico meteorológico e hidrológico, enquanto ocorre seca socioeconômica. Esse fenômeno pode ser explicado pela sobrecarga no sistema de abastecimento devido ao excesso de chuvas e vazão, causando falhas e interrupções. Além disso, o aumento da severidade da seca com o passar dos anos e após picos hídricos pode estar relacionado ao crescimento populacional e aos impactos desses períodos de cheia, que comprometem gradualmente o funcionamento do sistema e agravam os efeitos ao longo do tempo.

Figura 18 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000.

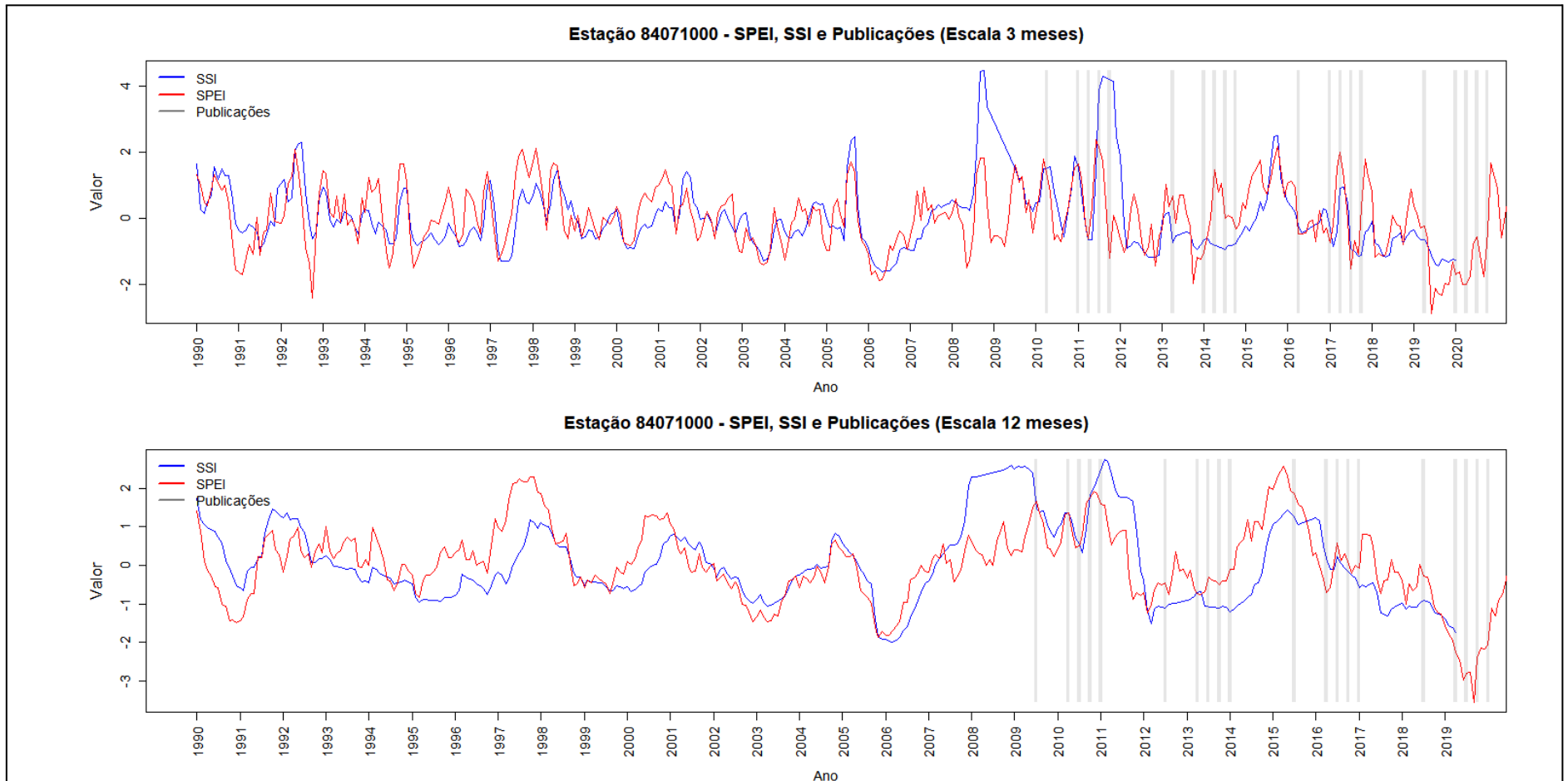


Figura 19 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000.

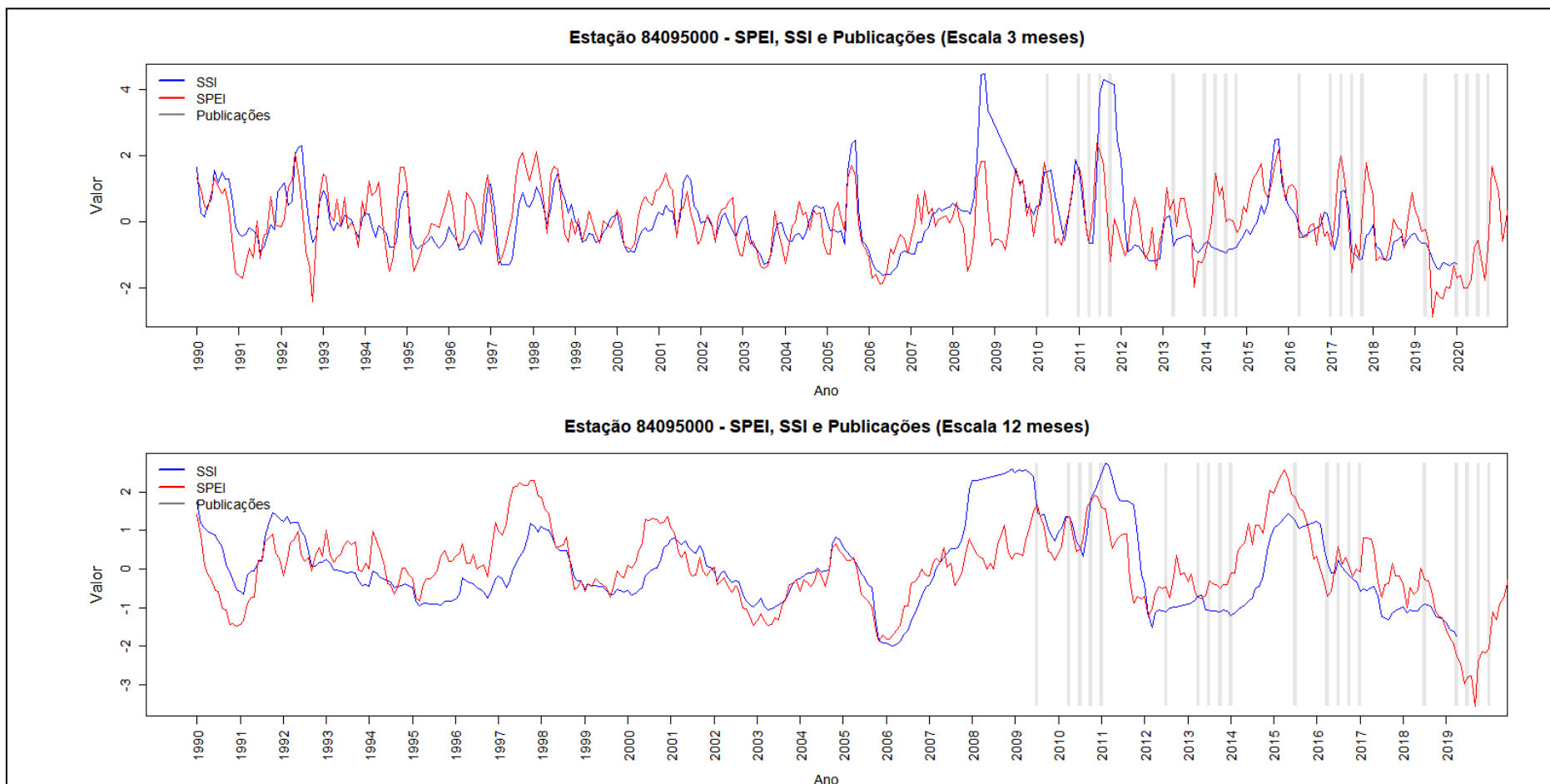
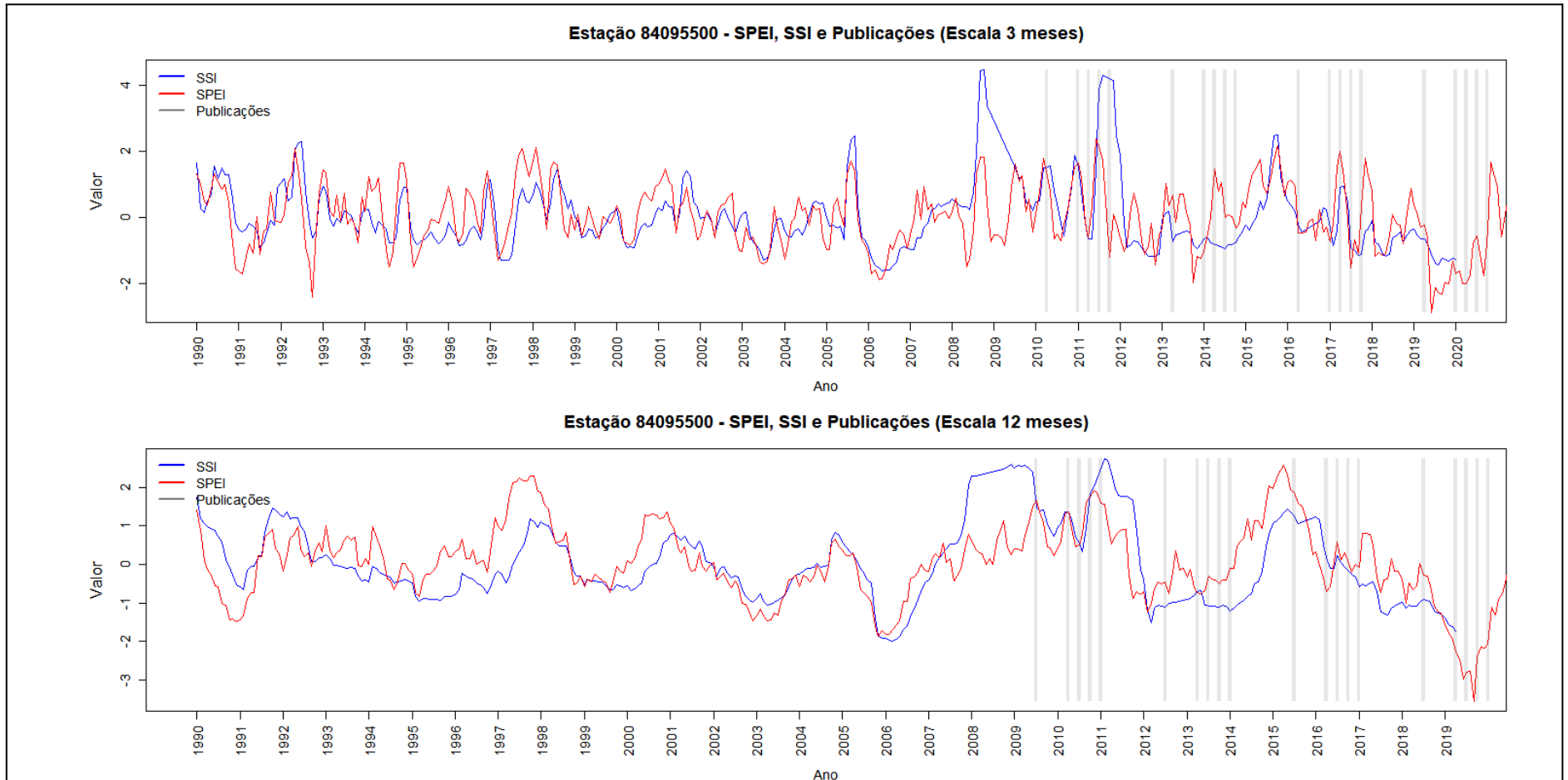
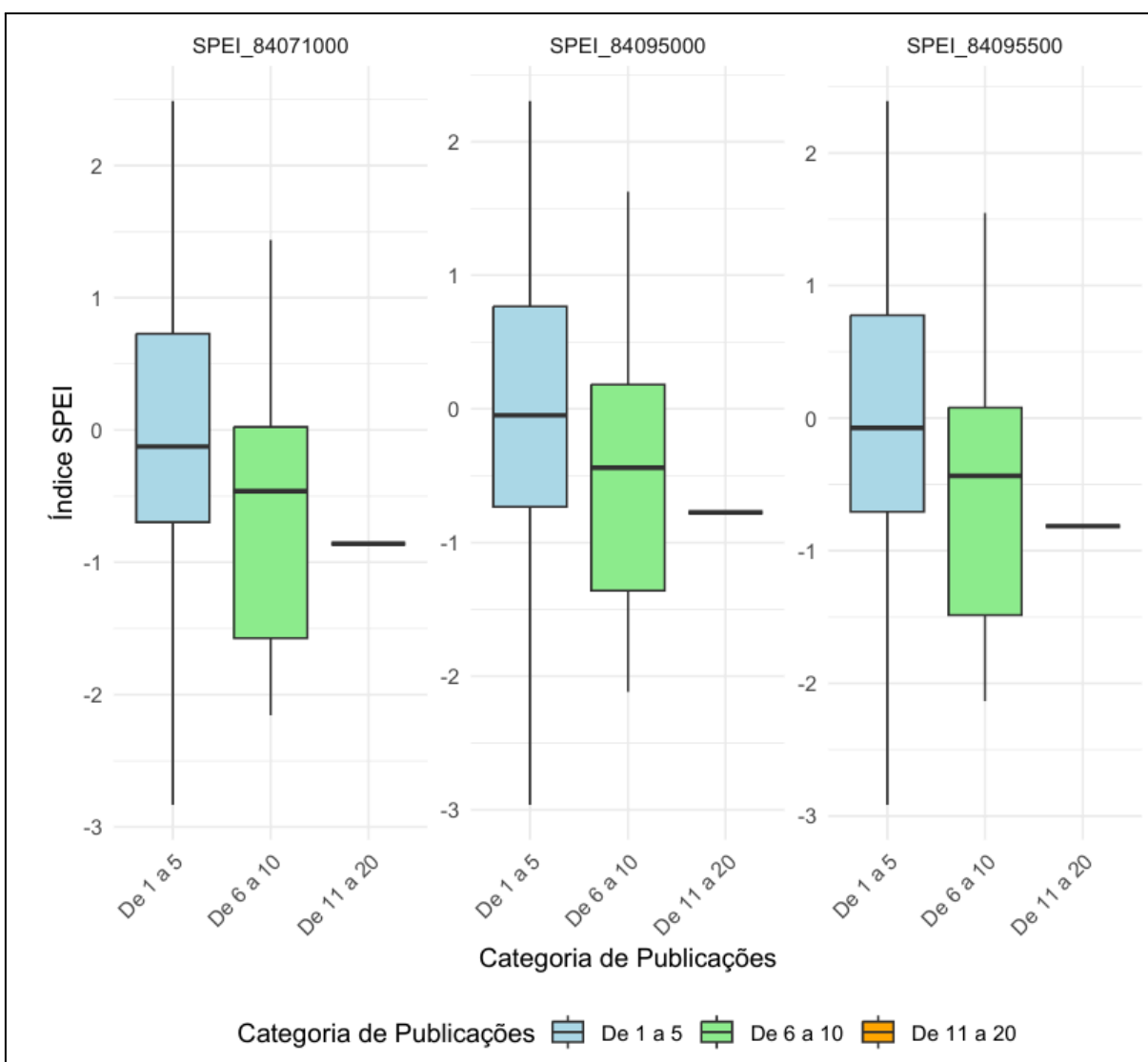


Figura 20 – Gráfico da combinação entre SSI, SPEI e publicações para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500.



Para uma análise mais detalhada do comportamento dos índices de seca em relação ao número de publicações, foram elaborados gráficos do tipo Box Plot. As publicações foram classificadas em categorias: de 1 a 5 publicações (representadas pela cor azul), de 6 a 10 publicações (cor verde) e de 11 a 20 publicações (cor laranja). Nas figuras 21 e 22, é possível observar o comportamento do índice SPEI para as três estações analisadas, considerando escalas de 3 e 12 meses.

Figura 21 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SPEI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 3 meses.

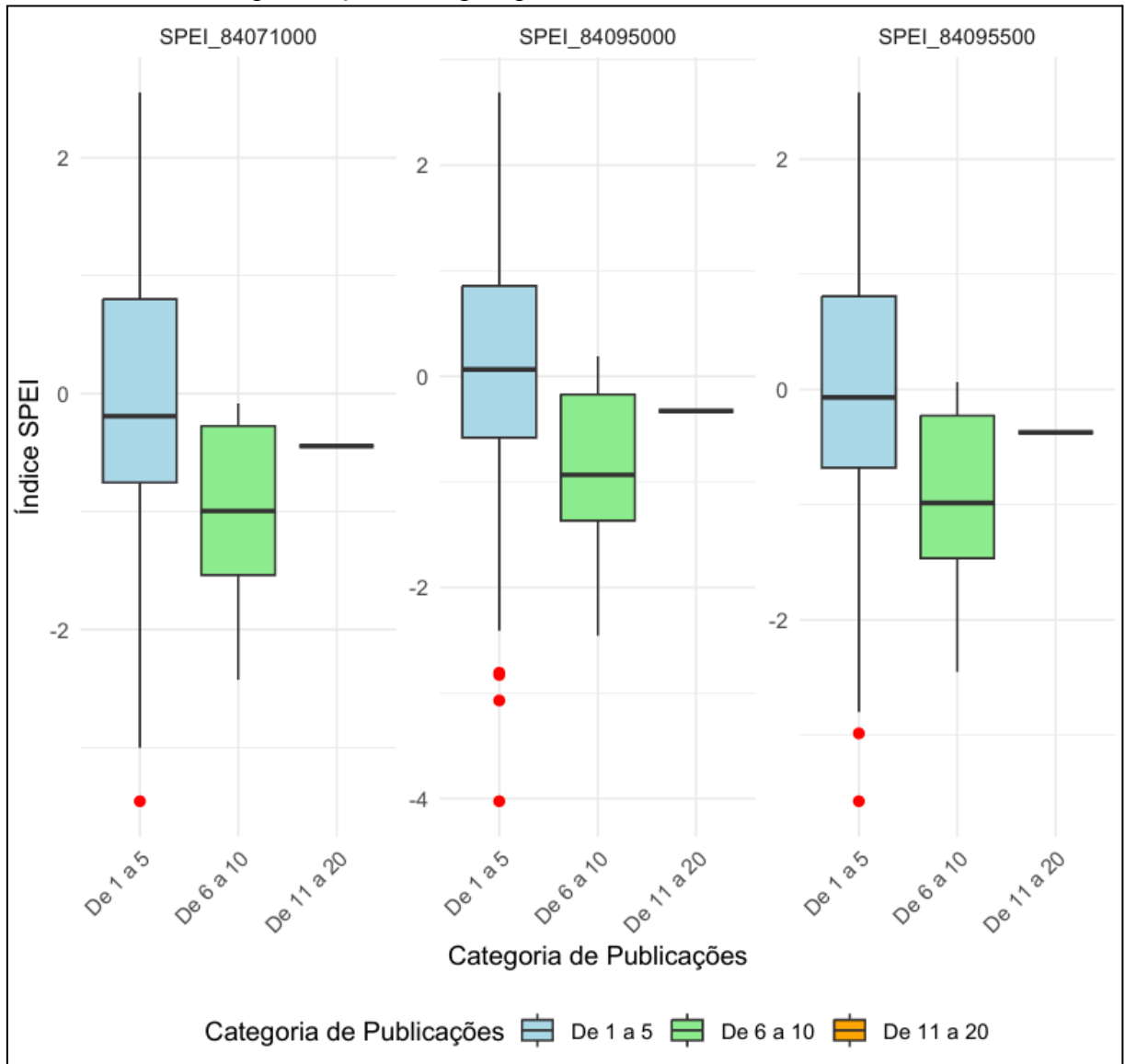


Na figura 21, observa-se que, para o primeiro intervalo de dados, a mediana está próxima de zero, indicando uma seca fraca. Contudo, os limites inferiores e superiores apresentam uma grande amplitude, abrangendo extremos tanto de excesso hídrico quanto de

escassez. Para a segunda categoria, as medianas permanecem concentradas em uma seca fraca, mas os extremos possuem uma amplitude menor em comparação à categoria anterior. Já na terceira e última categoria, como há apenas um dado disponível, ela é representada apenas pela mediana. Nesse contexto, observa-se que, no momento em que ocorreram mais publicações, o índice de seca meteorológica foi classificado como seca fraca.

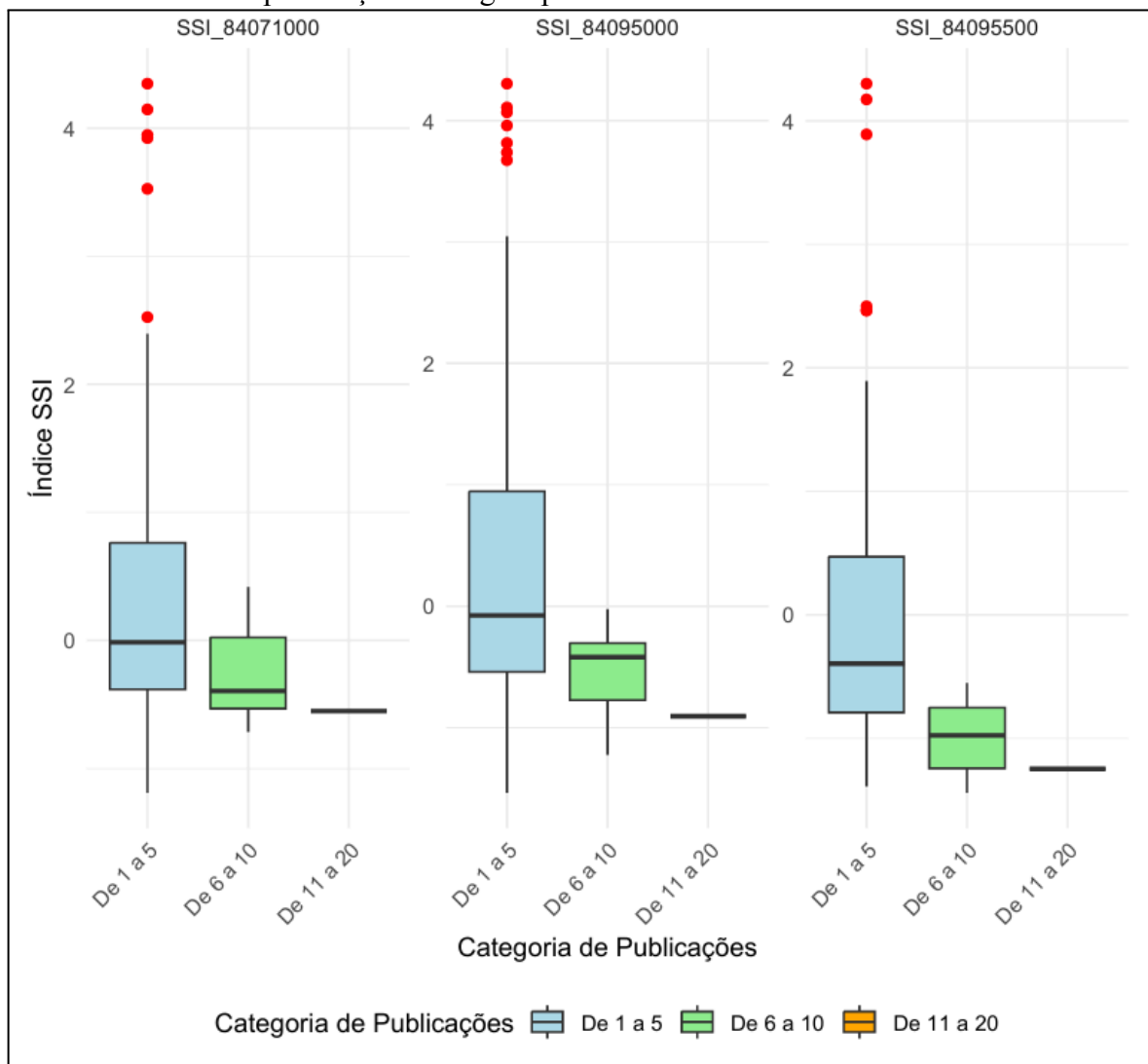
Na figura 22, apresenta-se uma análise em escala de 12 meses para o SPEI. Os valores correspondentes à primeira categoria estão próximos de zero, mas os limites extremos possuem maior amplitude em relação às demais categorias. Apenas na estação 84095000, esse valor está acima de zero. Além disso, esta categoria apresenta uma maior quantidade de pontos de dispersão em comparação às demais. Na segunda categoria, as medianas estão próximas de -1, indicando uma transição de seca fraca para moderada. Por fim, na terceira categoria, os valores para as três estações estão entre 0 e -1, caracterizando uma seca fraca.

Figura 22 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SPEI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 12 meses.



Para analisar os índices de SSI, desenvolveu-se os gráficos Box Plot para as estações considerando uma escala de 3 e 12 meses conforme indicado nas figuras 23 e 24.

Figura 23 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SSI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 3 meses.



Na figura 23, é possível observar que as medianas da primeira categoria das estações 84071000 e 84095000 estão próximas de zero. No entanto, apresentam uma grande dispersão de dados, principalmente direcionada a um índice que indica excesso hídrico. Na categoria de 6 a 10 publicações, a maioria dos valores está abaixo de zero, com exceção da estação 84071000, que possui alguns pontos acima de zero. Nesse intervalo, as medianas ficam entre 0 e -1, indicando uma seca fraca.

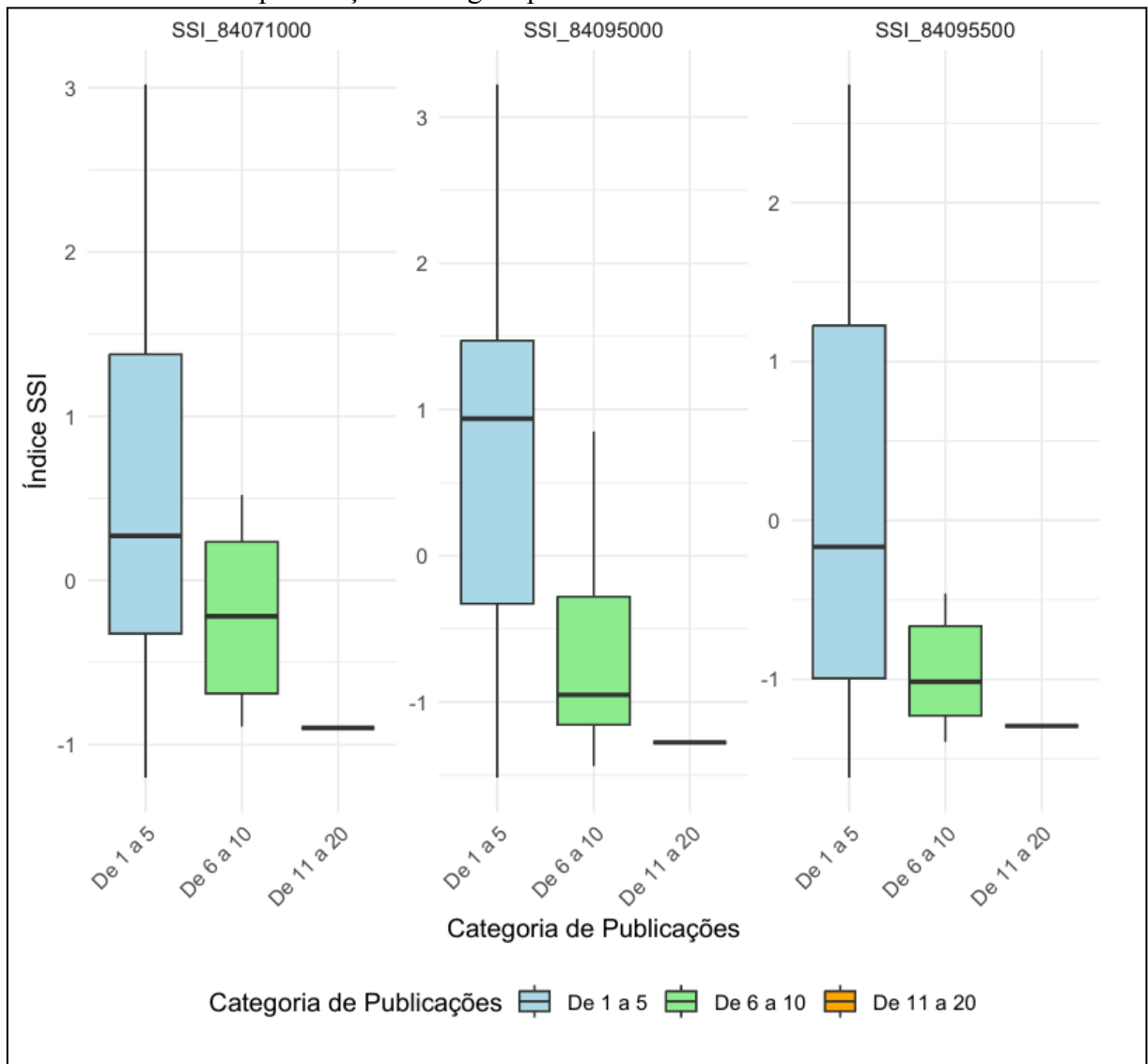
No terceiro intervalo, correspondente a um único dado, o índice nas duas estações tributárias (84071000 e 84095000) também corresponde a uma seca fraca. Entretanto, na estação 84095500, esse valor está associado a uma seca moderada.

Ao analisar a figura 24, na primeira categoria, os valores apresentam menor variabilidade, com a média próxima de 0 nas estações 84071000 e 84095500. Isso indica que, nesses períodos com menor quantidade de dados, as condições hídricas estavam mais equilibradas, sem grandes extremos. No entanto, é importante destacar que ocorreram alguns valores altos, principalmente associados ao excesso hídrico. Na estação 84095000, os valores estão próximos de 1, evidenciando predominância de excesso hídrico.

Na segunda categoria, os valores começam a se aproximar da escassez hídrica. A estação 84071000 apresenta menor variabilidade nos dados, enquanto a estação 84095000 apresenta valores mais elevados, indicando maior ocorrência de excesso hídrico em relação às demais. Já a estação 84095500 encontra-se em um equilíbrio entre as duas anteriores, pois ela recebe a vazão das duas estações tributárias.

Por fim, no terceiro intervalo, que contém apenas um dado, o valor ficou entre 0 e -1 na estação 84071000, indicando uma seca fraca, enquanto nas duas demais estações (84095000 e 84095500), os valores estão abaixo de -1, indicando uma possível seca moderada a severa.

Figura 24 – Gráfico da combinação entre os valores de índices de SSI e a quantidade de publicações da região para uma escala de 12 meses.



Percebe-se que o comportamento dos dois tributários tem influência direta sobre a situação da estação 84095500. Na maior parte do tempo, essa estação apresenta um equilíbrio, ajudando a minimizar os impactos ao longo do restante da bacia. No entanto, quando ambos os tributários registram simultaneamente situações extremas semelhantes, a estação tende a refletir um evento mais intenso em comparação às demais.

5 CONCLUSÃO

Ao observar as secas meteorológica, hidrológica e socioeconômica em um cenário geral, pode-se perceber uma grande variação entre as três estações da bacia. No entanto, foram identificados períodos de seca meteorológica moderada a severa de 2019 a 2022, que coincidem com a seca hidrológica de mesma intensidade. Ao analisar a seca socioeconômica, indicada pelas publicações nas redes sociais e jornais locais, observa-se que estão mais presentes em momentos de excesso hídrico, o que indica que o sistema de abastecimento sofre sobrecarga, afetando principalmente as cidades localizadas no Médio e Baixo Rio Tijuca, gerando impactos econômicos e sociais nas áreas urbanas.

Analisando a divisão entre o Alto, Médio e Baixo Rio Tijuca, é possível concluir que as características socioeconômicas e a tipologia de abastecimento influenciam diretamente o comportamento das publicações e a percepção da falta de água. Nos municípios do Alto Rio Tijuca, onde predominam fontes alternativas de abastecimento, como poços e nascentes, é difícil avaliar a situação real do abastecimento. Isso ocorre porque esse tipo de abastecimento não permite um controle eficiente da situação. Mesmo com uma pequena parte da população sendo atendida pela rede pública, torna-se mais complicado identificar períodos de seca socioeconômica, já que, quando a população percebe a escassez, ela tende a atribuir a culpa à seca hidrológica e não ao sistema de distribuição de água. Além disso, o problema só é notado quando a situação já está agravada. Outro ponto importante é que, muitas vezes, a água não passa por tratamento adequado, o que compromete sua qualidade durante os períodos de excesso hídrico. Isso pode resultar em água turva, com barro e outros detritos, necessitando de tratamento adicional no lote. Por essas razões, acredita-se que o Alto Rio Tijuca seja mais frequentemente impactado por períodos de excesso hídrico. Sendo assim necessário expandir o atendimento nas áreas rurais, oferecendo uma maior cobertura de abastecimento.

No Médio e Baixo Rio Tijuca, a situação é mais crítica, pois uma grande parte da população é atendida pela rede de abastecimento. Nesse caso, até mesmo pequenas interrupções ou manutenções na rede afetam um número significativo de pessoas, o que gera mais reações nas redes sociais. Além disso, os municípios dessas regiões estão

experimentando um grande crescimento populacional, o que faz com que a infraestrutura existente além de sofrer com o desgaste natural, sofra com a sobrecarga.

Com o passar dos anos, as secas têm apresentado picos mais altos, o que indica que, juntamente com o crescimento populacional, os impactos causados pelo excesso hídrico podem influenciar em secas mais severas. Isso ocorre porque o sistema de abastecimento não consegue manter a estabilidade necessária, e as medidas adotadas para conter os períodos de seca, como os reservatórios, estão se mostrando cada vez menos eficientes para atender à demanda crescente da região. Ao observar de forma mais integrada a relação entre os dados de seca meteorológica, hidrológica e socioeconômica, desenvolve-se uma melhor compreensão dos períodos de seca e, conseqüentemente, permite o desenvolvimento de uma gestão mais eficaz dos recursos hídricos para a região.

Por fim, conclui-se que a seca socioeconômica não está limitada apenas à escassez de precipitação ou vazão, mas também pode estar associada a períodos de excesso desses parâmetros. Os resultados deste estudo revelaram que, em grande parte dos casos, os períodos de seca socioeconômica coincidiram com momentos em que o rio estava passando por momentos de cheia.

6 REFERÊNCIAS

AMADO, T. J. C.; PROCHNOW, D.; ELTZ, F. L. F. **Perdas de solo e água em períodos de anomalias climáticas.** *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, n. 3, p. 819-827, set. 2002. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s0100-06832002000300028>.

ARAUJO, Paulo Henrique Cirino. **Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade agrícola das regiões nordeste e sul do Brasil.** 2012. Dissertação (Mestrado em Meteorologia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

BENEVENUTO, Fabrício. **Redes sociais online: técnicas de coleta, abordagens de medição e desafios futuros.** In: *Tópicos em Sistemas Colaborativos, Interativos, Multimídia, Web e Banco de Dados*, p. 41-70, 2010.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **O segundo semestre de 2024 deverá ser marcado pela ocorrência da ocorrência de La Niña.** 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/03/segundo-semester-de-2024-devera-ser-marcado-pela-ocorrencia-do-fenomeno-la-nina>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CARMO, Maria Vitória Nava Silva do; LIMA, Carlos Henrique Ribeiro. **Caracterização Espaço-Temporal das Secas no Nordeste a partir da Análise do índice SPI.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 35, p. 233-242, 2020.

CASAN – COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (Santa Catarina). **Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída.** Angelina: 2016.

CASAN – COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (Santa Catarina). **Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída.** Leoberto Leal: 2014.

CASAN – COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (Santa Catarina). **Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída.** Major Gercino: 2017.

CASAN – COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (Santa Catarina). **Relatório Anual de Qualidade da Água Distribuída.** Rancho Queimado: 2019.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIJUCAS. **Dia do Rio Tijucas é celebrado nesta quinta, 29 de junho, e relembra a sua importância para a região.** 2023. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-tijucas/noticias-tijucas/item/8842-dia-do-rio-tijucas-e-celebrado-nesta-quinta-29-de-junho-e-relembra-a-sua-importancia-para-a-regiao/8842-dia-do-rio-tijucas-e-celebrado-nesta-quinta-29-de-junho-e-relembra-a-sua-importancia-para-a-regiao#:~:text=Ao%20todo%2C%20o%20Rio%20Tijucas,ser%20chamado%20de%20Rio%20Tijucas..> Acesso em: 07 jun. 2024.

CONSELHO DELIBERATIVO DO SEBRAE/SC (Santa Catarina). **Plano Estratégico de Desenvolvimento do Setor Náutico do Município de Tijucas - SC: fase 1: diagnóstico estratégico situacional do município.** Florianópolis: 2015.

COSTA, Barbara Regina Lopes. **Bola de Neve Virtual: O Uso das Redes Sociais Virtuais no Processo de Coleta de Dados de uma Pesquisa Científica.** *Revista Interdisciplinar na Gestão Social*, Salvador, v. 7, p. 15-37, fev. 2018.

COSTA, Barbara Regina Lopes. **Bola de Neve Virtual: O Uso das Redes Sociais Virtuais no Processo de Coleta de Dados de uma Pesquisa Científica.** *Revista Interdisciplinar na Gestão Social*, Salvador, v. 7, p. 15-37, fev. 2018

CUNHA, Rita Luzia Abreu da. **Definição de cenários de referência para avaliação dos impactos das secas.** 2008. 164 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Departamento de Engenharia Civil, Faculdade de Engenharia, Universidade do Porto, Porto, 2008.

EPAGRI/CIRAM. **Índice Integrado de Seca (IIS) de Santa Catarina do Projeto Vulnerabilidade Hídrica do Setor Agropecuário em Santa Catarina.** 2024. Disponível em: <https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/2024/07/03/indice-integrado-de-seca-iis-de-santa-catarina-do-projeto-vulnerabilidade-hidrica-do-setor-agropecuaria-em-santa-catarina/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

FERNANDES, Diego Simões et al. **Índices para a quantificação da seca.** 2009

FERNANDES, Valesca Rodriguez; CUNHA, Ana Paula Martins do Amaral; PINEDA, Luz Adrina Cuartas; LEAL, Karinne R. Deusdará; COSTA, Lidiane C. O.; BROEDEL, Elisangela; FRANÇA, Daniela de Azeredo; ALVALÁ, Daniela de Azeredo; SELUCHI, Marcelo E.; MARENGO, José. **Secas e os impactos na região Sul do Brasil.** *Revista Brasileira de Climatologia*, [s. l.], v. 28, n. 28, p. 561-584, 27 maio de 2021. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/rbclima/issue/view/520>. Acesso em: 23 jul. 2024.

FUNK, C.; PETERSON, P.; LANDSFELD, M. et al. Os riscos climáticos da precipitação infravermelha com estações — um novo recorde ambiental para monitoramento de extremos. *Sci Data*, v. 2, p. 150066, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/sdata.2015.66>.

GONÇALVES, Suellen Teixeira Nobre et al. **Índices e metodologias de monitoramento de secas: uma revisão.** *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 36, p. 495-511, 2021.

GUARAREMA NEWS. **Água invade casas após lagoa represar e Angelina decreta emergência.** Disponível em: <https://guararemanews.com.br/geral/agua-invade-casas-apos-lagoa-represar-e-angelina-decreta-emergencia/>. Acesso em: 12 set. 2024.

HAO, Zengchao; SINGH, Vijay P. **Drought characterization from a multivariate perspective: a review.** *Journal of Hydrology*, v. 527, p. 668-678, 2015.

INFOSANBAS. **Leoberto Leal – SC.** 2010. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/leoberto-leal-sc/>. Acesso em: 07 jun. 2024.

INFOSANBAS. **Rancho Queimado – SC.** 2010. Disponível em: <https://infosanbas.org.br/municipio/rancho-queimado-sc/>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SANTOS, João Filipe; PORTELA, Maria Manuela. **Caracterização de secas em bacias hidrográficas de Portugal Continental: aplicação do índice de precipitação padronizada, SPI, a séries de precipitação e de escoamento.** 2010.

MARTENS, B.; MIRALLES, D. G.; LIEVENS, H.; VAN DER SCHALIE, R.; DE JEU, R. A. M.; FERNÁNDEZ-PRIETO, D.; BECK, H. E.; DORIGO, W. A.; VERHOEST, N. E. C. **GLEAM v3: Satellite-based land evaporation and root-zone soil moisture.** *Geoscientific Model Development*, v. 10, n. 5, p. 1903–1925, 2017.

MINUZZI, Rosandro B.; RIBEIRO, André Jr. **Requerimento de água para irrigação do milho em Santa Catarina durante eventos La Niña.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, [S.L.], v. 16, n. 12, p. 1330-1337, dez. 2012. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/s1415-43662012001200010>.

ND MAIS. **Chuva intensa prejudica o tratamento de água em Tijucas e captação é suspensa.** Disponível em: <https://ndmais.com.br/noticias/chuva-intensa-prejudica-o-tratamento-de-agua-em-tijucas-e-captao-e-suspensa/>. Acesso em: 12 set. 2024.

ND MAIS. **Com devastação brutal, Angelina decreta calamidade pública e continua isolada sem luz e água.** Disponível em: <https://ndmais.com.br/tempo/com-devastacao-brutal-angelina-decreta-calamidade-publica-e-continua-isolada-sem-luz-e-agua/>. Acesso em: 12 set. 2024.

OLHO VIVO CAN. **Canelinha decreta situação de emergência.** Disponível em: <https://www.olhovivocan.com.br/canelinha-decreta-situacao-de-emergencia/>. Acesso em: 12 set. 2024.

OLHO VIVO CAN. **Sem chuvas, Semaís pede economia de água em residências em Canelinha.** Disponível em: <https://www.olhovivocan.com.br/sem-chuvas-semais-pede-economia-de-agua-em-residencias-em-canelinha/>. Acesso em: 12 set. 2024.

PELINSON, Dieyson. **Diagnóstico da seca 2019/2020 no estado do Rio Grande do Sul.** 2023. 112 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2023.

RÁDIO SUPER. **Estiagem coloca região em estado de emergência.** Disponível em: <https://radiosuper.com.br/noticias/cidade/estiagem-coloca-regiao-em-estado-de-emergencia/>. Acesso em: 12 set. 2024.

RÁDIO SUPER. **SISAM alerta para falta de água em pontos mais altos da cidade.** Disponível em:

<https://radiosuper.com.br/noticias/cidade/sisam-alerta-para-falta-de-agua-em-pontos-mais-alto-s-da-cidade/>. Acesso em: 12 set. 2024.

RÁDIO SUPER. **SISAM pede que batistenses economizem água.** Disponível em: <https://radiosuper.com.br/noticias/cidade/sisam-pede-que-batistenses-economizem-agua/>. Acesso em: 12 set. 2024.

RÁDIO SUPER. **Urgente: Nova Trento anuncia racionamento de água.** Disponível em: <https://radiosuper.com.br/noticias/cidade/urgente-nova-trento-anuncia-acionamento-de-agua/>. Acesso em: 12 set. 2024.

SANTA CATARINA. COMITÊ DE GERENCIAMENTO BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO TIJUCAS. **Municípios da Bacia.** 2018. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/a-bacia-tijucas/municipios-da-bacia-tijucas>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SANTA CATARINA. Prefeitura Municipal de Nova Trento. **Samae. Dúvidas e informações.** Nova Trento: 2024. Disponível em: <https://novatrento.sc.gov.br/samae-nt-duvidas-informacoes/>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SANTA CATARINA. SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA. **Onde nasce o Rio Tijucas?** 2013. Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/servicos/duvidas-frequentes/item/18-onde-nasce-o-rio-tijucas/18-onde-nasce-o-rio-tijucas#:~:text=O%20Rio%20Tijucas%20possui%20duas,munic%C3%ADpio%20de%20S%C3%A3o%20Jo%C3%A3o%20Batista>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SANTA CATARINA. SISTEMA DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA. **Dúvidas Frequentes Tijucas.** Disponível em: <https://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-rio-chapeco-irani/servicos-rio-chapeco-irani/duvidas-frequentes-rio-chapeco-irani>. Acesso em: 07 jun. 2024.

SÃO JOÃO BATISTA. SISAM. **Nossa Água.** São João Batista, 2017. Disponível em: <http://sisam.sc.gov.br/2017/Pagina.php?Codigo=5>. Acesso em: 06 ago. 2024.

SECAS E OS IMPACTOS NA REGIÃO SUL DO BRASIL. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28. 2021. Disponível em: <https://Revistas.Ufpr.Br/Revistaabclima/Issue/View/3125>.

SECRETARIA ESPECIAL DE COMUNICAÇÃO SOCIAL DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. **Pesquisa Brasileira de mídia 2016: hábitos de consumo de mídia pela população brasileira.** Brasília, 2016. Disponível em: <http://www.secom.gov.br/>. Acesso em: 12 nov. 2024.

SILVA, Naiane Gomes da; ALMEIDA, Freds Fernando Alves de; SALES FILHO, Romero Luiz Mendonça; SOUZA, Werônica Meira de; GALVÍNCIO, Josiclêda Domiciano. **Vulnerabilidade ambiental e socioeconômica aos eventos extremos de precipitação relacionados a seca no semiárido nordestino – Estudo de caso da Bacia Hidrográfica de Terra Nova – Pernambuco, Brasil.** Revista Brasileira de Geografia Física, Pernambuco, v. 16, n., p. 1490-1510, 20 abr. 2023.

TIJUCAS. Prefeitura Municipal de Tijucas. **Samae. Plano Municipal de Saneamento Básico de Tijucas.** Tijucas, 2016. Disponível em: <https://www.samaetijucas.com.br/admin/image/servico/310/arquivo/19.pdf>. Acesso em: 06 ago. 2024.

THORNTHWAITE, C.W. **Uma abordagem para uma classificação racional do clima.** Geogr. Rev., v. 38, p. 55–94, 1948.

TOP ELEGANCE. **ATENÇÃO: SAMAE alerta para falta de água em Tijucas.** Disponível em: <https://www.topelegance.com.br/noticia-detalle/9018/ATEN%25C3%2587%25C3%2583O:%2520SAMAE%2520alerta%2520para%2520falta%2520de%2520%25C3%25A1gua%2520em%2520Tijucas>. Acesso em: 12 set. 2024.

TOP ELEGANCE. **Casa de bomba desaba com a chuva e abastecimento de água fica comprometido.** Disponível em: <https://www.topelegance.com.br/noticia-detalle/16944/Casa%20de%20bomba%20desaba%20com%20a%20chuva%20e%20abastecimento%20de%20%25C3%A1gua%20fica%20comprometido>. Acesso em: 12 set. 2024.

TOP ELEGANCE. **Devido à escassez de chuva, abastecimento de água poderá se agravar em Tijucas.** Disponível em: <https://www.topelegance.com.br/noticia-detalle/8003/Devido%20%C3%A0%20escassez%20de%20chuva%20abastecimento%20de%20%25C3%A1gua%20poder%C3%A1%20se%20agravar%20em%20Tijucas>. Acesso em: 12 set. 2024

VAN LOON, A. F. **Hydrological drought explained.** Wiley Interdisciplinary Reviews: Water, v. 2, n. 4, p. 359–392, 2015.

VICENTE-SERRANO, Sergio M.; BEGUERÍA, Santiago; LÓPEZ-MORENO, Juan I. **A Multiscalar Drought Index Sensitive to Global Warming: the standardized precipitation evapotranspiration index.** Journal Of Climate, [S.L.], v. 23, n. 7, p. 1696-1718, 1 abr. 2010. American Meteorological Society. <http://dx.doi.org/10.1175/2009jcli2909.1>.

VICENTE-SERRANO, Sergio M.; LÓPEZ-MORENO, Juan I.; BEGUERÍA, Santiago; LORENZO-LACRUZ, Jorge; AZORIN-MOLINA, Cesar; MORÁN-TEJEDA, Enrique. **Accurate Computation of a Streamflow Drought Index.** Journal Of Hydrologic Engineering, [S.L.], v. 17, n. 2, p. 318-332, fev. 2012. American Society of Civil Engineers (ASCE). [http://dx.doi.org/10.1061/\(asce\)he.1943-5584.0000433](http://dx.doi.org/10.1061/(asce)he.1943-5584.0000433).

VIP SOCIAL. **Canelinha pode sofrer com falta de água às vésperas do Natal.** Disponível em: <https://www.vipsocial.com.br/noticia/canelinha-pode-sofrer-com-falta-de-gua-s-v-speras-d-o-natal/44085>. Acesso em: 12 set. 2024.

XAVIER, Alexandre C.; SCANLON, Bridget R.; KING, Carey W.; ALVES, Aline I. **New improved Brazilian daily weather gridded data (1961–2020).** International Journal Of Climatology, [S.L.], v. 42, n. 16, p. 8390-8404, jun. 2022. Wiley. <http://dx.doi.org/10.1002/joc.7731>.

WILHITE, Donald A. **Drought: A global Assessment.** Routledge, 2000. 1 v.

WILHITE, D. A.; GLANTZ, M. H. **Understanding the Drought Phenomenon: The Role of Definitions.** 1985.

APÊNDICE A

Figura 25 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000.

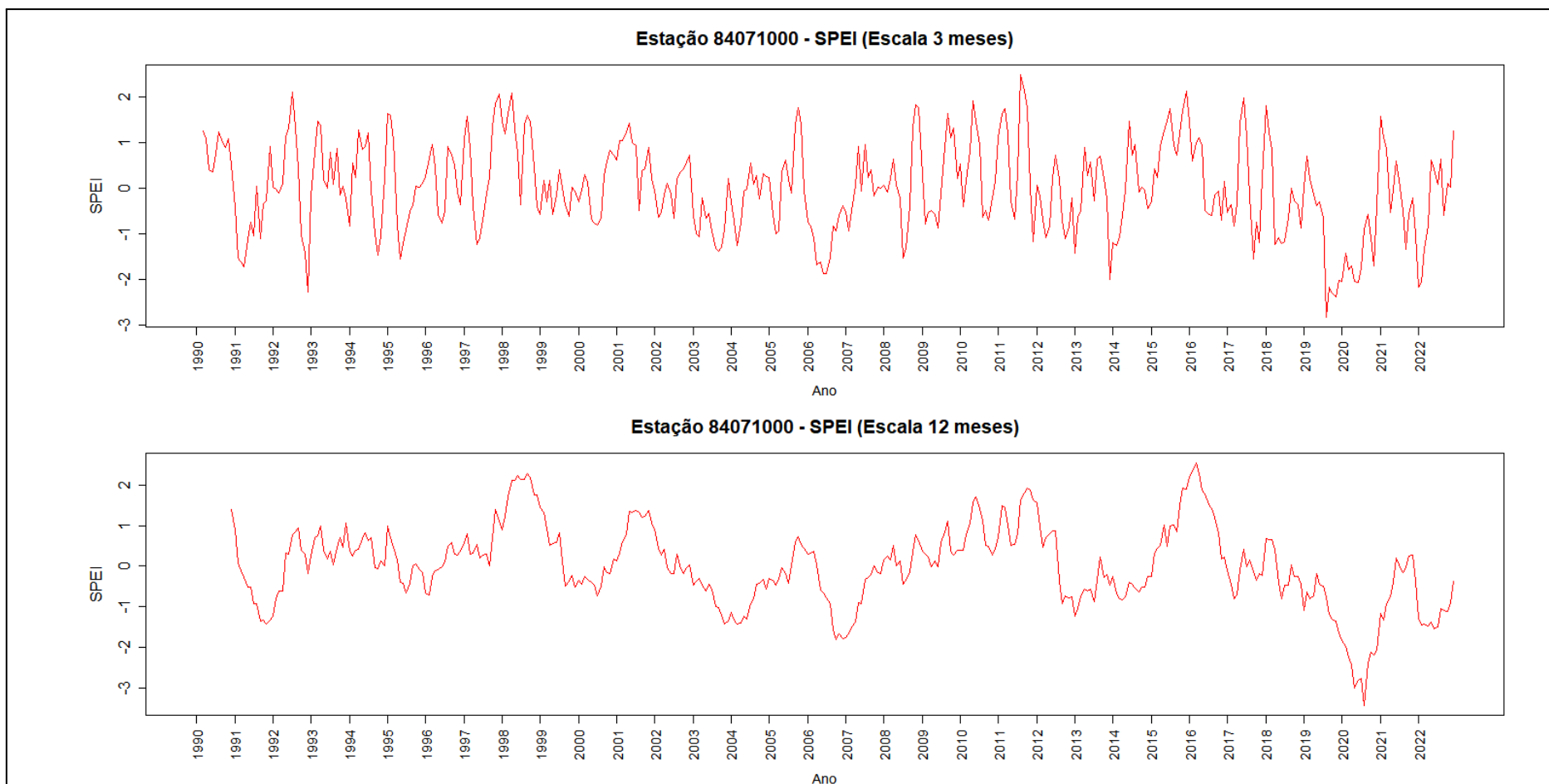


Figura 26 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000.

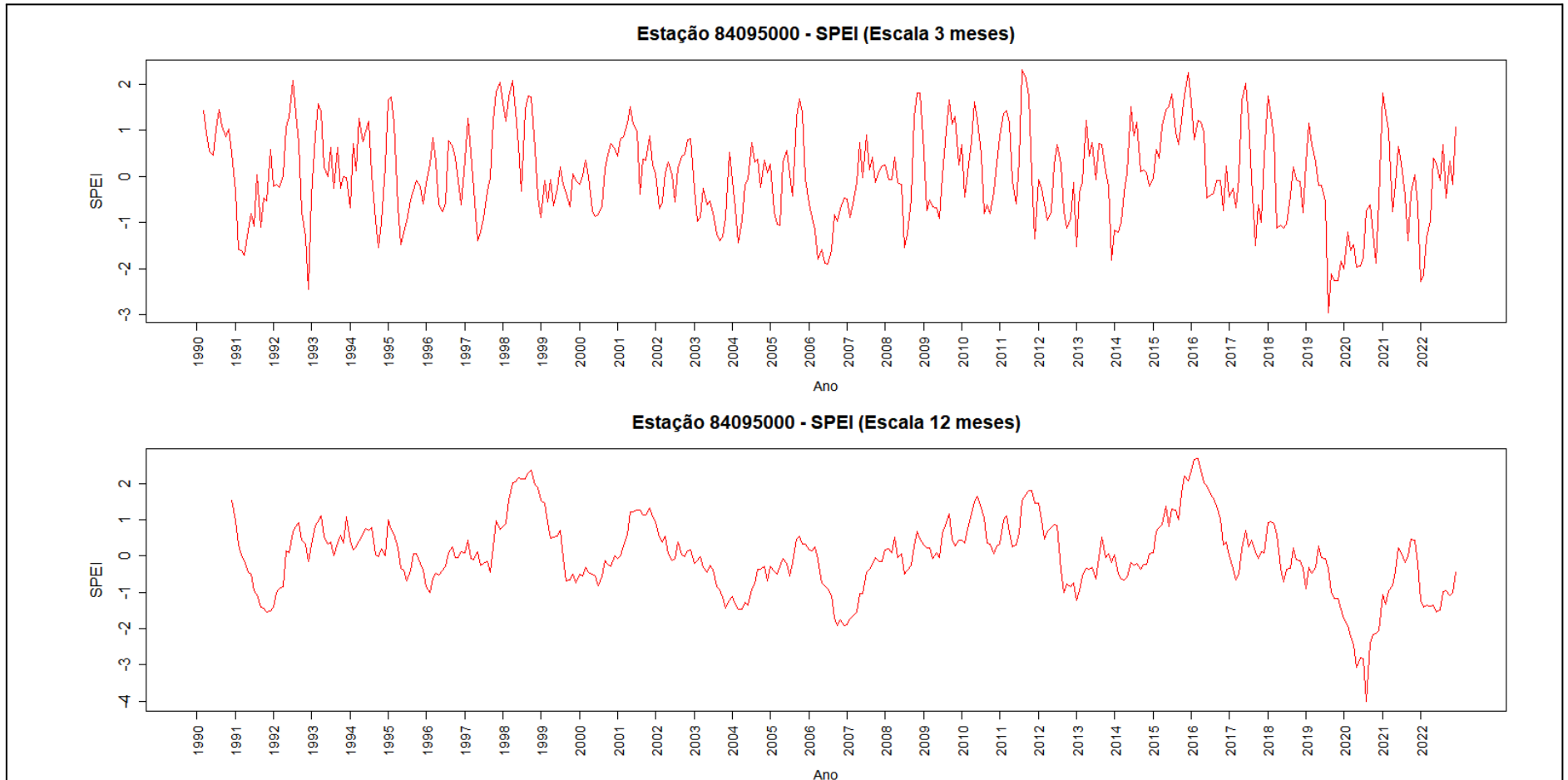
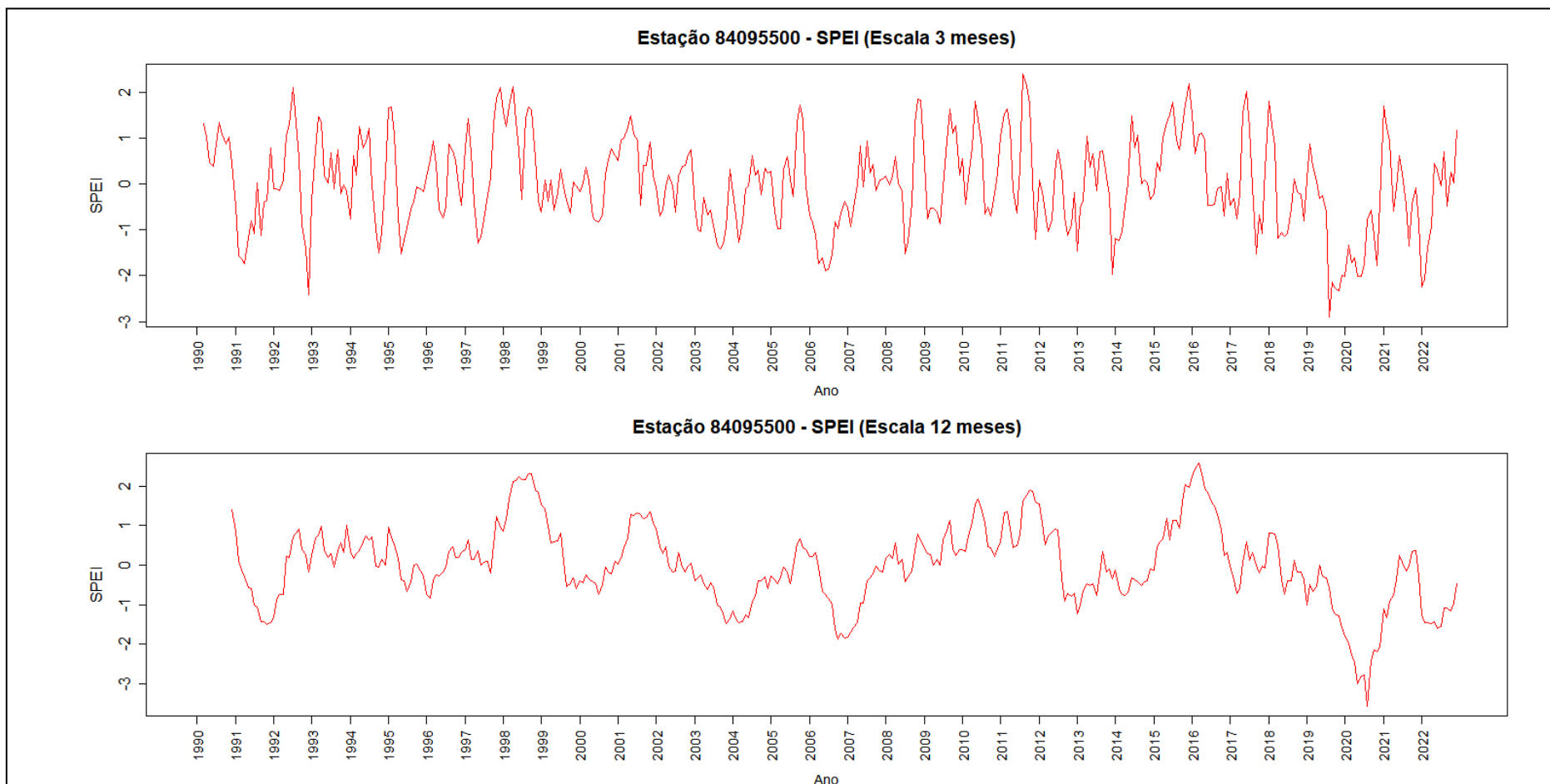


Figura 27 – Gráfico do SPEI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500.



APÊNDICE B

Figura 28 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84071000.

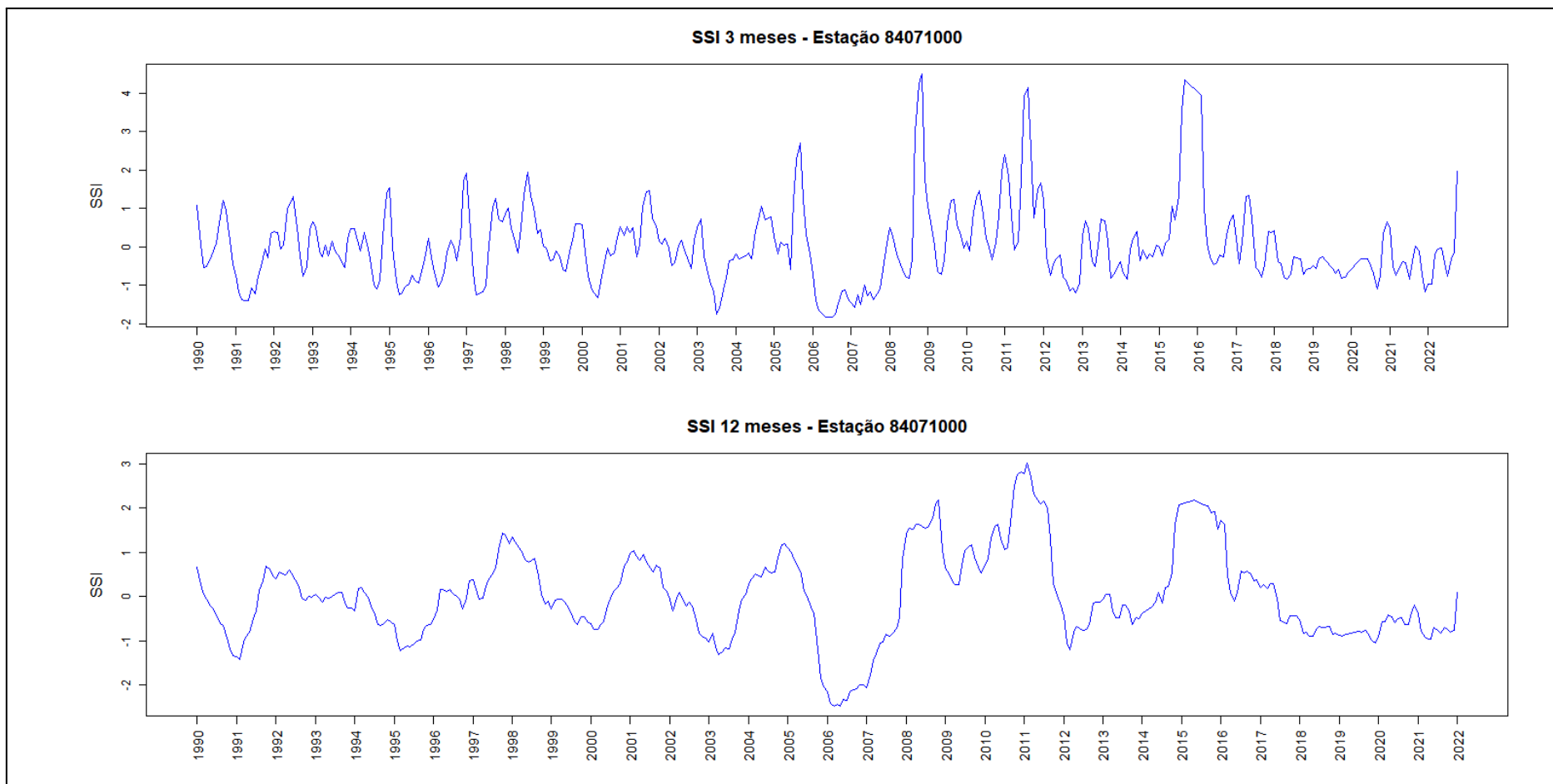


Figura 29 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095000.

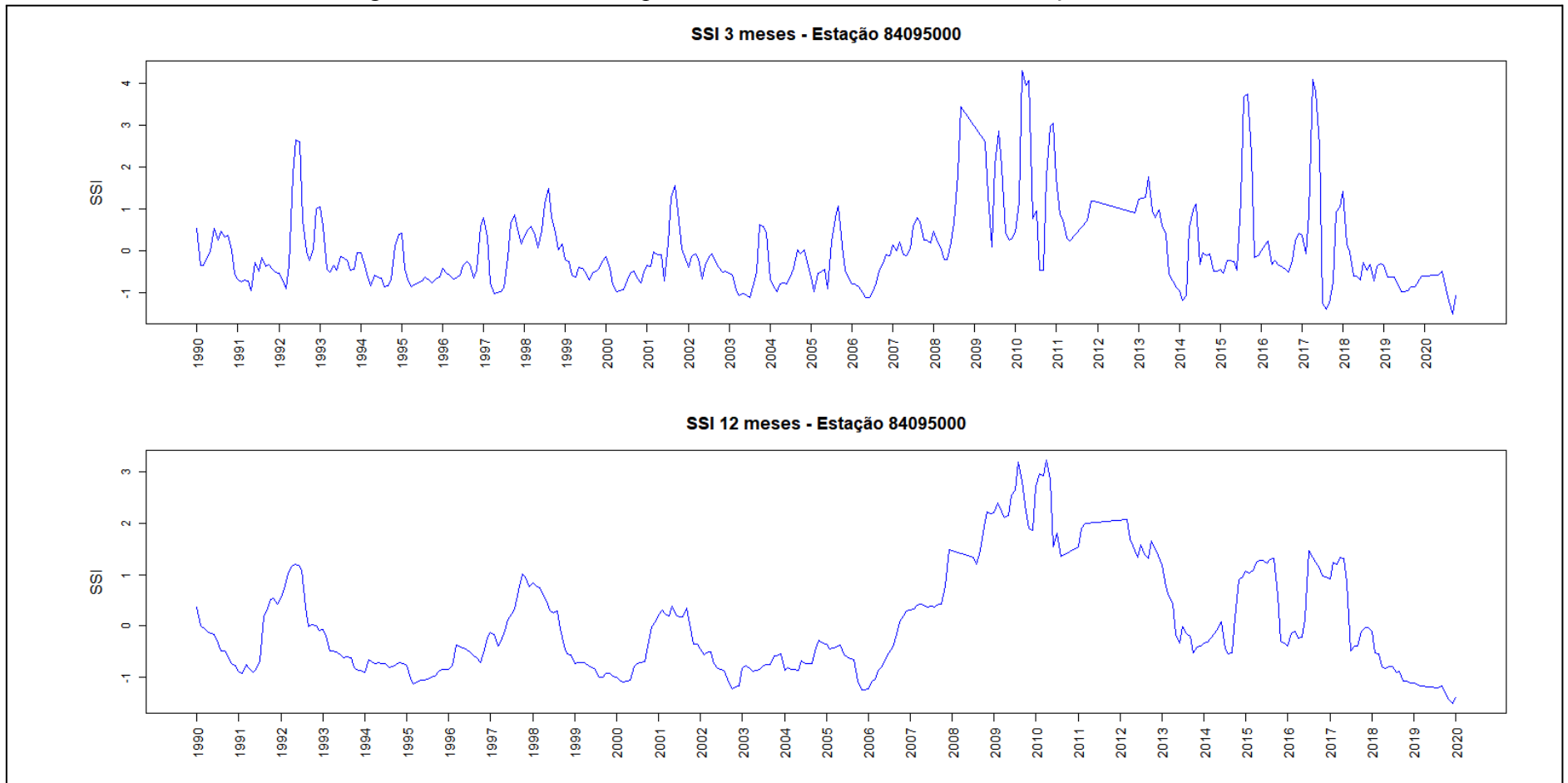


Figura 30 – Gráfico do SSI para as escalas de 3 e 12 meses da estação 84095500.

