



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA – UNILAB
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE – ICS
BACHARELADO EM ENFERMAGEM**

TAINARA CHAGAS DE SOUSA

**IMPACTO DA SECA E DO ACESSO A ÁGUA SUBTERRÂNEA NA PREVALÊNCIA
DE INTERNAÇÕES POR DIARREIA NA ÁREA DESCENTRALIZADA DE SAÚDE
DE IGUATU-CE**

**REDENÇÃO – CE
2024**

TAINARA CHAGAS DE SOUSA

IMPACTO DA SECA E DO ACESSO A ÁGUA SUBTERRÂNEA NA PREVALÊNCIA DE
INTERNAÇÕES POR DIARREIA NA ÁREA DESCENTRALIZADA DE SAÚDE DE
IGUATU-CE

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Enfermagem da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Enfermagem. Área de concentração: Saúde Ambiental e Recursos Hídricos.

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Rafaella Pessoa Moreira
Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Cunha Costa

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira
Sistema de Bibliotecas da UNILAB
Catalogação de Publicação na Fonte.

Sousa, Tainara Chagas de.

S725i

Impacto da seca e do acesso a água subterrânea na prevalência de
internações por diarreia na área descentralizada de saúde de
Iguatu-CE / Tainara Chagas de Sousa. - Redenção, 2024.

60f: il.

Monografia - Curso de Enfermagem, Instituto De Ciências Da
Saúde, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-
Brasileira, Redenção, 2024.

Orientadora: Profa. Dra. Rafaella Pessoa Moreira.

Coorientador: Prof. Dr. Alexandre Cunha Costa.

1. Diarreia. 2. Seca meteorológica. 3. Recursos hídricos. I.
Título

CE/UF/BSCA

CDD 616.3427

TAINARA CHAGAS DE SOUSA

IMPACTO DA SECA E DO ACESSO A ÁGUA SUBTERRÂNEA NA
PREVALÊNCIA DE INTERNAÇÕES POR DIARREIA NA ÁREA
DESCENTRALIZADA DE SAÚDE DE IGUATU-CE

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Enfermagem da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) como requisito para a obtenção do título de Bacharel em Enfermagem.


Aprovada em: 29/10/2024.

BANCA EXAMINADORA




Profª Drª Rafaella Pessoa Moreira (Orientadora)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

 Documento assinado digitalmente
ALEXANDRE CUNHA COSTA
Data: 07/11/2024 10:04:29-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Prof. Dr. Alexandre Cunha Costa (Coorientador)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

 Documento assinado digitalmente
ANDRESSA SUELLY SATURNINO DE OLIVEIRA
Data: 07/11/2024 09:57:55-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Profª Drª Andressa Suelly Saturnino de Oliveira (Examinador interno)

Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

 Documento assinado digitalmente
JOAO DEHON DE ARAUJO PONTES FILHO
Data: 07/11/2024 09:32:35-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. João Dehon de Araújo Pontes Filho (Examinador externo)

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME)

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família, em nome da minha mãe Valdenice e meus irmãos, pelo apoio incondicional e por compreenderem as minhas “ausências” em momentos especiais ao longo desses anos.

Ao meu esposo, pelo apoio, cuidado e amizade em todas as minhas fases ao longo da trajetória acadêmica e pessoal. Por acreditar em mim e pelo seu amor incalculável.

Aos meus padrinhos Beatriz, Josemar e Moisés, por me apoiarem e compartilharem momentos em família.

A Clara, parceria na pesquisa e pelo apoio nos momentos turbulentos.

Aos amigos César Gomes e Rita lanches, aos quais tiveram sua partida precoce e não puderam acompanhar o encerramento desse ciclo.

Ao meu avô, ao qual me ensinou o valor do sorriso e do bom humor e que será sempre a minha estrela preferida do céu.

Aos meus colegas de turma e, em breve, colegas de profissão Berg, Isabel e Ado.

Aos meus orientadores Profa. Rafaella e Prof. Alexandre por acreditarem em mim, por terem auxiliado o meu desenvolvimento ao longo desses anos sem medirem esforços e com gentileza e empatia tornaram os momentos de partilha científica leves e prazerosos.

Aos meus professores da graduação, especialmente Andressa Suelly, Tahissa Frota e Paula Pinheiro.

Ao Micael, por ter colaborado com a obtenção dos dados de precipitação mensal dos municípios da área de estudo dessa pesquisa e demais trabalhos dentro da temática.

Ao Grupo de Pesquisa e Extensão Tecnologias do Cuidado de Enfermagem no Cenário das Doenças Crônicas, ao qual fiz parte durante toda a graduação e que me permitiu pensar a profissão de outra forma, na qual o enfermeiro exerce um importante papel no âmbito da pesquisa.

Por fim, agradeço a todos que indiretamente colaboraram para que eu chegasse ao fim desse ciclo. Conheci muitas pessoas ao longo desses anos e sou grata por cada uma.

RESUMO

Introdução: a seca é um fenômeno complexo que afeta, principalmente, a população residente em regiões semiáridas, tendo como principal impacto a escassez hídrica. Na busca de resiliência durante os períodos de seca meteorológica, a construção de reservatórios, sistemas de irrigação e até mesmo a perfuração de poços garantem o acesso à água. Além disso, o Programa 1 Milhão de Cisternas, em que as famílias armazenam água da chuva para utilizá-la durante o período de seca e a Operação Carro-Pipa, atuam como maneiras complementares de abastecimento. Essas tecnologias, sem o monitoramento adequado podem expor a população à ocorrência de doenças transmitidas pela água, como a diarreia. Em tempos de crise hídrica, as águas subterrâneas colaboram positivamente com o abastecimento da população, garantindo acesso a água, muitas vezes, com melhor qualidade que as águas superficiais. Com relação a isso, poucos estudos evidenciam os mecanismos associados aos surtos de diarreia no cenário das condições climáticas extremas, considerando o acesso à água e políticas de saúde. **Objetivo:** analisar o impacto da seca e do acesso a água subterrânea na prevalência de internações por diarreia na área descentralizada de saúde de Iguatu-CE. **Metodologia:** Trata-se de um estudo ecológico descritivo, com análise de séries temporais, desenvolvido em dez municípios cearenses. Os dados foram adquiridos em quatro fontes secundárias: Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS); Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR); Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH); e banco de dados de Xavier *et al* (2022). Para avaliar as internações por diarreia, foi calculado o coeficiente de prevalência (CP) mensal. Para verificar o início, duração e magnitude da seca, utilizou o *Standardized Precipitation Index-12* (SPI-12). Os demais dados foram analisados por meio de estatística básica descritiva. **Resultados:** Os resultados do estudo evidenciaram alguns mecanismos associados com a prevalência de internações por diarreia: o aumento/redução do CP de internações por diarreia no fornecimento/interrupção de água por carros-pipa; a frequência do serviço de carro-pipa diante do agravamento da seca meteorológica e modulação do acionamento dos carros-pipa, em resposta ao acesso do município à água subterrânea; acesso à água subterrânea e redução da necessidade de carros-pipa na seca severa, levando a diminuição das internações por diarreia. Além disso, foi constatado o aumento da prevalência das internações por diarreia no pós-seca e na transição da fase 1 para a fase 2, devido ao aumento das chuvas, depois de um período prolongado de seca, caracterizando o alívio da seca. **Conclusão:** O impacto da seca nos municípios na prevalência de diarreia foi verificado mediante os mecanismos relacionados com o início, duração e magnitude da seca; dependência de águas superficiais; acesso a água subterrânea; e frequência de acionamento dos serviços de carro-pipa. Esses fatores levam a necessidade de investimentos em medidas de controle e prevenção tais como a implementação de intervenções em saúde de caráter multidisciplinar, monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água, reformulação de políticas públicas relacionadas com a infraestrutura e distribuição das águas subterrâneas e criação de planos emergenciais e de contingência para os períodos de escassez hídrica.

Palavras-Chave: Diarreia. Prevalência. Seca Meteorológica. Recursos Hídricos.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Localização geográfica da área do estudo	18
Figura 2	Os três municípios com maior e menor magnitude entre os períodos de seca na ADS de Iguatu-Ce	26
Figura 3	Visualização das fontes para o abastecimento humano nos municípios	27
Figura 4	Ilustração da vazão relativa dos poços com a vazão total dos mananciais outorgados que abastecem os municípios	29
Figura 5	Ilustração da quantidade de outorgas de poços relativa à quantidade de outorgas totais dos mananciais que abastecem os municípios	29
Figura 6	Ilustração da frequência de atendimento por carro-pipa (meses) nos municípios	31
Figura 7	Distribuição do coeficiente de prevalência total e maior pico das internações por diarreia nos municípios	33
Figura 8	Situações que explicam a relação entre o SPI-12 e o abastecimento por carro-pipa nos municípios	45

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	Associação entre a vazão relativa dos poços (%) e a quantidade de outorgas dos poços (-) para o abastecimento humano	30
Gráfico 2	Associação entre a vazão relativa das águas superficiais (%) e a quantidade de outorgas das águas superficiais (-) para o abastecimento humano	30
Gráfico 3	Associação entre a frequência de atendimento por carro-pipa (meses) e o tempo em meses de espera para o início do atendimento	32
Gráfico 4	Situação do município de Acopiara quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	34
Gráfico 5	Situação do município de Cariús quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	35
Gráfico 6	Situação do município de Catarina quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	36
Gráfico 7	Situação do município de Deputado Irapuan Pinheiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	37
Gráfico 8	Situação do município de Iguatu quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	38
Gráfico 9	Situação do município de Jucás quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	39
Gráfico 10	Situação do município de Mombaça quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	40
Gráfico 11	Situação do município de Piquet Carneiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	41
Gráfico 12	Situação do município de Quixelô quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	43
Gráfico 13	Situação do município de Saboeiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia	44

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 Caracterização dos municípios da área descentralizada de saúde de Iguatu ... 19

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Condições de abastecimento e esgotamento sanitário nos municípios da ADS de Iguatu-Ce	20
Tabela 2	Panorama da grande seca nos municípios em estudo quanto ao início, duração e magnitude	25
Tabela 3	Vazões anuais outorgadas dos mananciais que abastecem os municípios da ADS de Iguatu	28
Tabela 4	Distribuição das outorgas nos municípios por tipo de manancial	56
Tabela 5	Apresentação do coeficiente de prevalência anual das internações por diarreia	56
Tabela 6	Tempo esperado para o acionamento dos carros-pipa e frequência de atendimento nos municípios do estudo	57

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADS	Área Descentralizada de Saúde
APS	Atenção Primária à Saúde
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
COGERH	Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos
CP	Coeficiente de Prevalência
DATASUS	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DDA	Doenças Diarreicas Agudas
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INMET	Instituto Nacional de Meteorologia
IPECE	Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará
MIDR	Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional
MS	Ministério da Saúde
OCP	Operação Carro-Pipa
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
P1MC	Programa 1 Milhão de Cisternas
SIH/SUS	Sistema de Informação Hospitalar
SPI-12	<i>Standardized Precipitation Index-12</i>
SRO	Sais de Reidratação Oral
UNEP	Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral.....	17
2.2 Objetivos específicos.....	17
3 METODOLOGIA.....	17
3.1 Delineamento do estudo	17
3.2 Área do estudo	17
3.2.1 Climatologia geral da região.....	20
3.2.2 Bacias hidrográficas e abastecimento dos municípios.....	21
3.3 População da pesquisa e critérios de elegibilidade	21
3.4 Variáveis da pesquisa e procedimento de coleta de dados.....	21
3.4.1 Fontes e levantamento dos dados.....	22
3.5 Análise dos dados e apresentação dos resultados	23
3.6 Aspectos éticos	24
4 RESULTADOS	24
4.1 Início, duração e magnitude da grande seca	24
4.2 Recursos hídricos.....	27
4.3 Operação Carro-pipa	31
4.4 Internações por diarreia	32
4.5 Análise conjunta das séries temporais	33
4.5.1 Acopiara.....	33
4.5.2 Cariús	34
4.5.3 Catarina.....	35
4.5.4 Deputado Irapuan Pinheiro	36
4.5.5 Iguatu	37
4.5.6 Jucás.....	38
4.5.7 Mombaça	39
4.5.8 Piquet Carneiro	40
4.5.9 Quixelô.....	42
4.5.10 Saboeiro	43
4.6 Síntese	44
4.6.1 Standardized Precipitation Index-12 versus Carro-pipa	44

4.6.2 Acesso a água subterrânea versus Carros-pipa versus Coeficiente de prevalência	45
4.6.3 Standardized Precipitation Index-12 versus Coeficiente de prevalência.....	46
5 DISCUSSÃO	46
6 CONCLUSÃO.....	49
REFERÊNCIAS	50
APÊNDICES	56
ANEXOS	58

1 INTRODUÇÃO

A seca é um fenômeno complexo, sem início definido e considerado como um desastre natural que afeta a população global (Pontes Filho *et al.*, 2019). Também pode ser influenciada pelas atividades antrópicas, as quais impactam na duração e intensidade média das secas (Zheng *et al.*, 2023). É um evento que pode ser classificado de acordo com seu impacto como: seca meteorológica, hidrológica, agrícola e socioeconômica. A seca meteorológica é caracterizada pela redução da precipitação média e aumento da evapotranspiração (Gonçalves *et al.*, 2021). Os seus impactos não dependem apenas da intensidade, duração e recorrência, mas também do desenvolvimento e capacidade de resiliência dos países e suas regiões (De Oliveira; Sousa Filho; Vasconcelos Junior, 2023).

Para a garantia do acesso à água e resiliência diante da seca, constata-se a construção de reservatórios, sistemas de irrigação, transposição de água e perfuração de poços. No Brasil, a região semiárida foi beneficiada com o Programa 1 Milhão de Cisternas (P1MC), que possibilita o armazenamento da água da chuva em cisternas com capacidade de 16 mil litros (Henig, 2023). Além disso, a Operação Carro-Pipa (OCP) também foi utilizada como meio de abastecer a população nos meses de estiagem (Portal da Operação Carro-Pipa, 2013), por meio do transporte de água em caminhões. Apesar de ofertar segurança hídrica durante a seca, essas tecnologias podem expor a população à ocorrência de doenças transmitidas pela água como as arboviroses, leptospirose, hepatite A e E, as doenças diarreicas agudas (DDA), dentre outras (Correia *et al.*, 2021). Referente a isso, destaca-se que, as doenças diarreicas compõem o rol das maiores preocupações globais em saúde pública, principalmente em regiões de baixa renda (Boafo *et al.*, 2024).

Nas regiões semiáridas, uma parcela da população não possui água encanada e procuram fontes alternativas para a aquisição de água como poços, cacimbas e armazenamento de água em cisternas durante os meses mais secos do ano. O armazenamento, transporte e tratamento inadequado da água até que ela possa ser consumida, pode gerar contaminação e adoecimento dos indivíduos (Gärtner *et al.*, 2021; Hyllestad *et al.*, 2024). Além disso, considera-se que baixos padrões de saneamento e higiene também colaboram para o aumento de casos de diarreia, diante do ciclo de contaminação oral-fecal (Correia *et al.*, 2021). Tanto a água potável, quanto o saneamento são direitos conferidos pela Organização das Nações Unidas à população desde 2010 (Neves-Silva, Heller, 2016). Inclusive, um dos Objetivos de Desenvolvimento

Sustentável (ODS 6), faz referência ao acesso à água potável e saneamento para toda a população (Smith *et al.*, 2020; World Health Organization, 2024).

Durante os períodos de escassez hídrica, a disponibilidade de águas superficiais é bastante afetada. Outra alternativa para o abastecimento da população diante dessa situação é o acesso a água subterrânea, conferindo-lhe segurança hídrica (De Carvalho *et al.*, 2024; Meimandi *et al.*, 2024). Além de fornecer o abastecimento alternativo da população durante os períodos de seca, sendo utilizadas para diversas utilidades, as águas subterrâneas colaboram para a promoção da saúde, uma vez que possuem, na maioria das vezes, melhor qualidade que as águas superficiais. Dessa maneira, evitando a contaminação de poços e garantindo um tratamento adequado, as águas subterrâneas podem suprir adequadamente as demandas de uso das populações que vivem no cenário de crise hídrica (Hammioui *et al.*, 2024; Lora-Azira; Piña; Donado, 2024).

Em geral, nos países de baixa e média renda, a carga e o padrão das doenças parasitárias transmitidas pela água ainda não são bem definidos (Ngowi, 2020). Especialmente em regiões semiáridas, as quais apresentam alta incidência e uma maior vulnerabilidade para a ocorrência de doenças sensíveis ao clima como a diarreia (Moreira *et al.*, 2020).

A diarreia é caracterizada pela ocorrência de três ou mais episódios de fezes com a consistência reduzida em 24 horas. Náuseas, vômitos, dor abdominal e febre podem ser sintomas apresentados pelos indivíduos que apresentam o quadro (BRASIL, 2024).

Diante da assistência dos indivíduos com DDA em diferentes níveis de atenção à saúde, o Ministério da Saúde (MS) do Brasil elaborou um fluxograma com a avaliação e condutas para guiar o profissional de saúde (planos A, B e C). Referente a diarreia leve, sem sinais de desidratação, o plano A é implementado a partir de orientações do profissional na atenção primária sobre o aumento da hidratação oral por líquidos e sais de reidratação oral (SRO), mantimento da alimentação habitual e sinais de alerta que indicam piora do quadro aos quais indicam a necessidade de procurar um serviço de saúde. Além disso, o plano A indica a importância de orientar ao paciente e/ou acompanhante sobre a lavagem das mãos, tratamento da água domiciliar e higiene dos alimentos. Os planos B e C são aplicados na avaliação de pacientes que apresentam o quadro de desidratação e que necessitam da reposição de líquidos no estabelecimento de saúde (plano B de forma oral e C endovenosa). (BRASIL, 2024).

De acordo com um estudo realizado por Kuiava *et al.*, (2019), durante o período de 2000 a 2015 nos estados brasileiros, cerca de 3,4 milhões internações hospitalares por diarreia foram registradas, sendo os idosos residentes na região nordeste do país os mais afetados.

O enfermeiro atua em todo o ciclo de saúde-doença e a ele se atribui a capacidade de planejar e executar ações de educação em saúde para a promoção, prevenção e recuperação da saúde (Resolução COFEN N° 696/2022). Ademais, também desempenha atividades gerenciais em todos os níveis de atenção à saúde, inclusive na atenção primária à saúde (APS) (Barros *et al.*, 2023). Portanto, o enfermeiro, dentro de suas atribuições, pode desempenhar, junto aos demais profissionais, ações e estratégias para a prevenção e controle de doenças diarreicas agudas, para que internações hospitalares sejam evitadas.

Alguns estudos investigaram a distribuição espacial da diarreia, no entanto, foram direcionados para o público infantil e em diferentes regiões (Bühler *et al.*, 2014; Bühler *et al.*, 2014; Vaz; Nascimento, 2017; De Melo *et al.*, 2023). Um estudo buscou compreender o comportamento das doenças diarreicas agudas em crianças, em um município cearense através da aplicação de formulário (Façanha; Pinheiro, 2005). Em acréscimo, pesquisas auxiliam na compreensão da dinâmica da ocorrência de doenças diarreicas. Segundo o estudo de Kemajou (2022), quando a temperatura média ambiental e a precipitação se elevam, as pessoas que têm acesso precário ao abastecimento e saneamento, tem a maior probabilidade de desenvolver quadros diarreicos. As altas temperaturas e condições de seca corroboram com o aumento de armazenamento e contaminação da água destinada para o consumo, além da redução da higiene pessoal (Ikeda *et al.*, 2019). Ressalta-se que as pessoas dependentes de águas superficiais são as mais expostas, pois há uma maior frequência de manuseio até o destino final de consumo (Alexander; Heaney; Shaman, 2018). Dessa maneira, o período de seca proporciona alto risco para a ocorrência de diarreia no público geral exposto, inclusive em crianças (Alemayehu *et al.*, 2020).

Diante disso, poucos estudos evidenciam os mecanismos associados aos surtos de diarreia no cenário das condições climáticas extremas, considerando o acesso à água e políticas de saúde. Conhecer os mecanismos associados aos casos de diarreia auxiliam na resiliência e adaptação dos indivíduos vulneráveis, através da elaboração de políticas públicas eficientes considerando as mudanças climáticas, segurança hídrica e saúde da população. Nesse sentido, levantou-se os seguintes questionamentos: qual o impacto da seca na prevalência de internações por diarreia em uma área descentralizada (ADS) de saúde do Estado do Ceará, Brasil? Quais são as medidas/mecanismos que influenciam no aumento ou redução das internações por diarreia nessa ADS?

Portanto, nesta pesquisa, buscou-se preencher uma lacuna da literatura, relacionando duas áreas específicas, recursos hídricos e saúde, com o objetivo central de analisar o impacto

da seca e do acesso a água subterrânea na prevalência de internações por diarreia na área descentralizada de saúde de Iguatu-CE.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Analisar o impacto da seca e do acesso a água subterrânea na prevalência de internações por diarreia na área descentralizada de saúde de Iguatu-CE.

2.2 Objetivos específicos

- a) Buscar os dados de internação por diarreia e calcular o coeficiente de prevalência mensal em escala municipal;
- b) Identificar os períodos em que houveram maiores valores do coeficiente de prevalência;
- c) Verificar descritivamente o cenário do abastecimento nos municípios quanto a água subterrânea e superficial;
- d) Avaliar se há correlação entre os dados de internação por diarreia e o abastecimento dos municípios por água subterrânea e superficial.

3 METODOLOGIA

3.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo ecológico descritivo, com análise de séries temporais. Este tipo de estudo é caracterizado pela análise de taxas e proporções de um determinado grupo populacional, na qual são avaliadas variáveis, frequentemente de fontes secundárias com a finalidade de estudar a frequência em que ocorre um determinado evento (óbitos, casos, acidentes, violência), em uma dada população (Merchán-Hamann; Tauil, 2021).

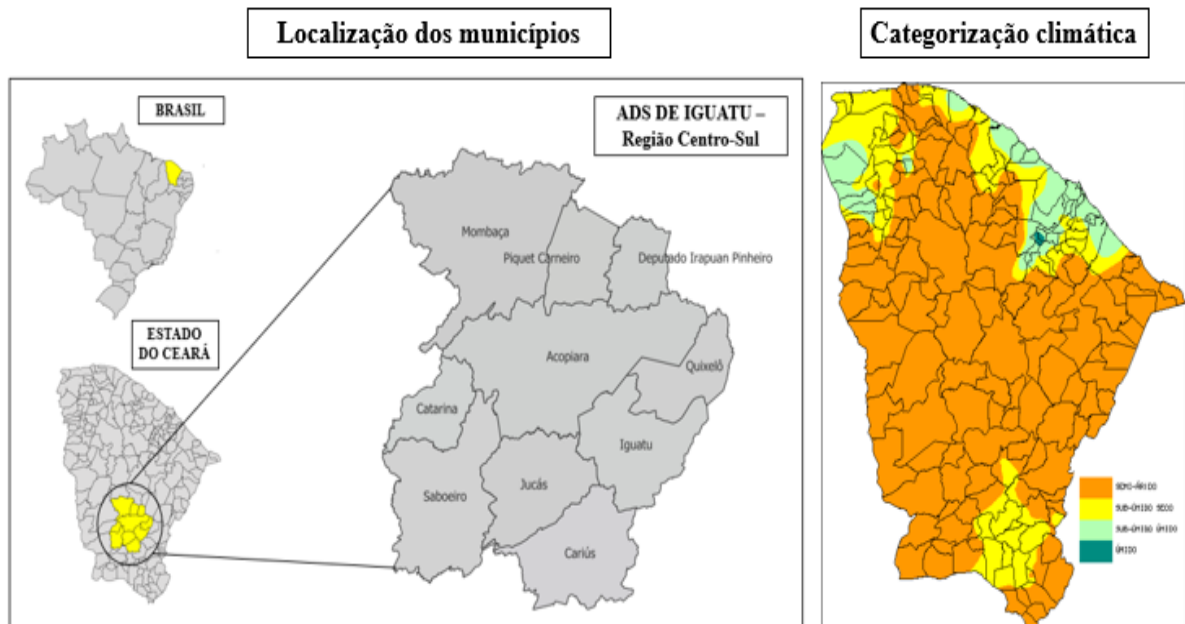
Em acréscimo, ressalta-se que o método foi estruturado seguindo as diretrizes STROBE para relatórios de estudos observacionais no âmbito da epidemiologia, conforme especificidades de estudos ecológicos e de séries temporais (Malta et al., 2010). Consultar anexo 1.

3.2 Área do estudo

A pesquisa foi realizada no Ceará, um estado localizado no nordeste do Brasil, no qual é fragmentado em 184 municípios (Figura 1). De acordo com o Instituto de Geografia e

Estatística, a população estimada do estado é de 9.233.656 habitantes, extensão territorial de 148.894,447 km², o equivalente a 59,05 habitantes/km² (IBGE, 2022; IPECE, 2022).

Figura 1 - Localização geográfica da área do estudo.



Fonte: Localização dos municípios de elaboração própria, 2024. Categorização climática: FUNCEME - http://www.funceme.br/?page_id=5826.

O Ceará é estruturado por cinco superintendências e 22 áreas descentralizadas de saúde (ADS). Entre as áreas descentralizadas de saúde, a ADS de Iguatu é constituída por 10 municípios, localizados na superintendência da região do Cariri, sendo a área de estudo selecionada para essa pesquisa (Coelho *et al.*, 2023). As ADS surgem no contexto doutrinário do SUS de regionalização, com o intuito de organizar as ações e serviços de saúde nas diferentes regiões do Brasil (BRASIL, 2021).

A ADS de Iguatu foi selecionada para a pesquisa por possuir municípios com potencial significativo de acesso às águas subterrâneas e por fazer parte das regiões do Nordeste que vivenciaram períodos de seca hídrica severa entre os anos de 2012 e 2017. Além disso, destaca-se a presença do aquífero Julião na região. Uma importante fonte de água subterrânea, a qual forneceu o abastecimento de água durante os períodos de seca por meio da perfuração de poços (CHART WATER, 2020). O quadro 1 detalha a caracterização dos municípios incluídos na pesquisa.

Quadro 1 - Caracterização dos municípios da área descentralizada de saúde de Iguatu.

Município	Área territorial (km ²)	População total	Densidade demográfica (hab/km ²)	Porte populacional	Estabelecimentos de saúde	Índice de Desenvolvimento Humano (IDH)
Acopiara	2.254,279	44.962	19,95	Médio porte	21	0,595
Cariús	1.036,417	17.015	16,42	Pequeno porte	12	0,597
Catarina	488,153	10.243	20,98	Pequeno porte	10	0,618
Deputado Irapuan Pinheiro	471,134	8.932	8,932	Pequeno porte	08	0,609
Iguatu	992,208	98.064	98,83	Médio porte	55	0,677
Jucás	940,336	23.922	25,44	Pequeno porte	09	0,598
Mombaça	2.115,748	37.735	17,84	Médio porte	13	0,582
Piquet Carneiro	589,601	16.616	28,18	Pequeno porte	06	0,600
Quixelô	605,345	15.910	26,28	Pequeno porte	09	0,591
Saboeiro	1.381,274	13.854	10,03	Pequeno porte	10	0,575

Fonte: Elaboração própria, 2024.

O porte populacional apresentado no quadro anterior, foi classificado da seguinte maneira: pequeno porte (menos de 25 mil habitantes); médio porte (25 a 100 mil habitantes) e grande porte (mais de 100 mil habitantes) (Calvo *et al.*, 2016). De acordo com essa classificação, observa-se a presença de três municípios de médio porte: Iguatu (98.064 hab.), Acopiara (44.962 hab.) e Mombaça (37.735 hab.), sendo os demais de pequeno porte. Ao mensurar o valor médio da população entre os censos demográficos de 2010 e 2022, percebeu-se que houve um aumento populacional em Piquet Carneiro (7,2%), Quixelô (5,7%), Iguatu (1,5%) e Jucás (0,5%). Os demais municípios tiveram redução populacional entre 12,1% a 45,7%.

De acordo com dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), referentes a quantidade de estabelecimentos de saúde em geral (unidades de atenção primária à saúde, hospitais e unidades de pronto atendimento), os três municípios com o maior número registrado foram: Iguatu (55 estabelecimentos), Acopiara (21 estabelecimentos) e Mombaça (13 estabelecimentos) (IBGE, 2022).

O Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará (IPECE) disponibiliza informações importantes e de livre acesso relacionadas aos municípios cearenses, como a situação de abastecimento por água encanada e esgotamento sanitário. Entre os dez municípios, aqueles com menor porcentagem de abastecimento por água encanada são: Piquet Carneiro (34,6% da população descoberta), Saboeiro (30,2% da população descoberta) e Cariús (29,3% da população descoberta). Os municípios de Iguatu (82,6%), Quixelô (81,2%) e Dep. Irapuan

Pinheiro (81%) possuem melhores condições de abastecimento sanitário. Quanto ao esgotamento sanitário, Piquet Carneiro (58,9%), Dep. Irapuan Pinheiro (64,8%) e Saboeiro (67,2%), apresentam baixas taxas de cobertura da população. Em contrapartida, o município de Catarina tem a maior taxa de cobertura para o esgotamento sanitário dentre os municípios.

Tabela 1 - Condições de abastecimento e esgotamento sanitário nos municípios da ADS de Iguatu-Ce.

Município	População média	Abastecimento	%	Esgotamento	%
Acopiara	48.061	34.205	71,2	36.380	77,7
Cariús	17.791	12.580	70,7	12.554	70,6
Catarina	14.494	10.956	75,5	11.928	82,3
Dep. Irapuan Pinheiro	9.014	7.302	81,0	5.840	64,8
Iguatu	97.280	80.380	82,6	74.124	76,2
Jucás	23.865	17.394	72,9	17.438	73,1
Mombaça	40.213	28.565	71,0	31.652	78,7
Piquet Carneiro	16.042	10.499	65,4	9.444	58,9
Quixelô	15.455	12.556	81,2	11.556	74,8
Saboeiro	14.803	10.331	69,8	9.950	67,2
Média			72,0		73,9
Desvio padrão			5,8		7,1

Fonte: Elaboração própria (2024).

Dessa forma, Piquet Carneiro e Saboeiro são os municípios mais prejudicados quanto a cobertura para abastecimento e esgotamento sanitário. Essa situação representa uma maior vulnerabilidade desses municípios, principalmente, à ocorrência de doenças diarreicas diante da exposição a patógenos por meio da falta de esgotamento e abastecimento sanitário.

3.2.1 Climatologia geral da região

O Ceará possui, em sua maior parte, um clima semiárido. A Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME) apresentou um índice de aridez para os municípios, baseado na definição do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (UNEP, 1992). O índice de aridez é representado por quatro categorias (semi-árido, sub-úmido seco, sub-úmido úmido e úmido (UNEP, 1992). Dessa forma, nove dos dez municípios da ADS

de Iguatu são considerados semi-áridos, em que o município de Iguatu foi classificado como sub-úmido seco (Figura 1).

De modo geral, os períodos de pluviosidade no estado são bem distintos ao longo do ano, em que o período chuvoso se concentra entre fevereiro a maio e os demais meses de estiagem são os mais secos do ano (Rodrigues *et al.*, 2021). Segundo o Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), a temperatura média dos municípios cearenses varia entre 20,9°C a 27,5°C, com média geral de 26,4°C (Lima; Oliveira, 2021).

3.2.2 Bacias hidrográficas e abastecimento dos municípios

De acordo com a Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), diferentes bacias hidrográficas caracterizam os municípios da região do Iguatu, sendo elas a bacia hidrográfica Alto Jaguaribe que banha os municípios de Acopiara, Cariús, Catarina, Iguatu, Jucás, Quixelô e Saboeiro; bacia Hidrográfica do Rio Banabuiú nos municípios de Mombaça e Piquet Carneiro; e bacia hidrográfica Médio Jaguaribe atendendo Deputado Irapuan Pinheiro (COGERH, 2022).

Destaca-se que, açudes, adutoras, canais, córregos, fontes, lagoas, poços, riachos e rios compõem as outorgas vigentes dos mananciais que abastecem os municípios. A população recorre a essas fontes para os diferentes tipos de usos, tais como: abastecimento humano, irrigação, dessedentação de animais, uso industrial, serviço e comércio, aquicultura, água mineral e potável de mesa e lançamento de efluentes (COGERH, 2024).

3.3 População da pesquisa e critérios de elegibilidade

O estudo foi direcionado para toda a população residente nos 10 municípios do Estado do Ceará que compõem a ADS de Iguatu com o registro confirmado de internação por diarreia entre o período de janeiro/2008 a dezembro/2022. Foram incluídos na pesquisa todos os registros de diarreia, armazenados e disponíveis no Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS), referente aos 10 municípios, durante o período de janeiro/2008 a dezembro/2022, conforme a disponibilidade de dados.

3.4 Variáveis da pesquisa e procedimento de coleta de dados

Neste estudo, foram avaliadas variáveis relacionadas com os casos de internações por diarreia e o coeficiente de prevalência (CP) da doença, sendo elas: Índice de Precipitação Padronizado (SPI-12) e dados de frequência do abastecimento por carro-pipa.

A coleta dos dados ocorreu em fontes secundárias de domínio público, tais como: Sistema de Informações Hospitalares (SIH/SUS) (<https://datasus.saude.gov.br>), Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR) (<https://www.gov.br/mdr/pt-br>), Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH) (<https://portal.cogerh.com.br>), e banco de dados de Xavier *et al.*, (2022) para a obtenção de dados sobre a precipitação.

3.4.1 Fontes e levantamento dos dados

O Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS), através do tabulador genérico de domínio público (TABNET), possibilita o acesso livre referente a várias informações de saúde, como por exemplo sobre as internações por diarreia, gerando como produto final uma tabela com as informações de pesquisa desejadas.

Destaca-se que para obter os dados de internações por diarreia, mediante o Datasus, foi acessado o Sistema de Informações Hospitalares (SIH-SUS), que é um sistema vinculado ao Ministério da Saúde do Brasil, responsável pelo armazenamento seguro de internações hospitalares realizadas em serviços do Sistema Único de Saúde (SUS). Dessa forma, as informações sobre as internações por diarreia nos municípios da ADS de Iguatu-Ce foram coletadas da seguinte maneira: seção "Epidemiológicas e Morbidade", subseção "Morbidade Hospitalar no SUS", em geral por "local de residência a partir de 2008 a 2022", selecionando-se os dados correspondentes ao Estado do Ceará, por município de residência. A referida pesquisa utilizou o número de casos mensais de diarreia e gastroenterite de origem infecciosa presumível (CID-10 A09), por local de residência, de janeiro de 2012 a março de 2020. O recorte foi realizado para se equiparar aos demais dados fornecidos até esse período.

Diante da dificuldade de acesso à água para o consumo humano durante os períodos de estiagem e seca severa, foi elaborado a Operação Carro-Pipa, um plano de ação executado pelo Exército Brasileiro, prestando assistência à população do semiárido nordestino e região norte de Minas Gerais e Espírito Santo (Portal da Operação Carro-Pipa, 2013). Os dados referentes a frequência de atuação mensal dos carros-pipa nos municípios foram obtidos através do Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR), um órgão responsável, dentre outras funções, pela coordenação geral da Operação Carro-Pipa (BRASIL, 2024).

Para acessar às informações das fontes de abastecimento para o consumo humano, foi acessado o site da Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH), na sessão de "Outorgas, Fiscalização e Cobranças", em seguida "Outorgas" e "Outorgas Solicitadas/Concedidas". Ao entrar no site, após o procedimento descrito, houve a aplicação dos filtros de pesquisa: "tipo de outorga para pesquisa: outorga de uso" e "situação da outorga:

outorgas concedidas/vigentes". Logo em seguida, selecionou-se a opção para fazer o download do arquivo no formato MS Excel, em que foram gerados dados para todos os municípios do estado do Ceará. No entanto, os dados de interesse dos municípios do estudo foram filtrados para um novo arquivo do mesmo formato, contendo informações sobre os mananciais de abastecimento e as vazões das fontes outorgadas.

Por fim, destaca-se a utilização do banco de dados Xavier *et al.*, (2022) para a obtenção de dados mensais de precipitação para os municípios do estudo. É um banco de grade georreferenciada (0,1° x 0,1°) que fornece dados meteorológicos diários em todo o Brasil. Os dados de precipitação dessa base foram utilizados para estimar a precipitação média mensal em cada município em estudo.

3.5 Análise dos dados e apresentação dos resultados

Os dados foram tabulados no MS Excel versão 2016 para o sistema operacional Windows. Para verificar a extensão das internações por diarreia na população ao longo da série temporal, foi realizado o cálculo do coeficiente de prevalência (CP) mensal para cada município, a cada 10 mil habitantes, conforme a fórmula:

$$CP = (\text{número de pessoas com a doença}) / (\text{população em risco}) \times 10.000$$

Para quantificar a grande seca que assolou a região entre 2012 e 2017 (De Santana; Dos Santos, 2020), foi utilizado o *Standardized Precipitation Index* em uma janela de 12 meses (SPI-12) (McKee *et al.*, (1993). A janela de 12 meses foi adotada por permitir a análise dos padrões de precipitação anual, aos quais estão associados com a escassez hídrica. Inicialmente, os dados de precipitação foram encaminhados para um arquivo no formato de documento de texto (.txt), usualmente conhecido por “bloco de notas”. Selecionaram-se os dados mensais de chuva entre 1993 a 2022 (30 anos). O SPI-12 foi calculado a partir do registro histórico dos dados de precipitação mensal entre 1993 a 2022 (30 anos). Após a passagem no programa, os dados referentes ao período do estudo foram selecionados para a análise (janeiro de 2012 a março de 2020). Dessa forma, a leitura das informações do SPI-12 pode ser compreendida da seguinte maneira: os valores positivos representam condições úmidas e os valores negativos representam as anomalias de seca (National Drought Mitigation Center, 2018).

Destaca-se ainda que, a partir da série de dados de SPI-12, foi possível identificar o início da seca, a sua duração (soma da quantidade de meses de SPI-12 negativo) e o seu fim, especificamente em cada município. Além disso, também foi mensurada a magnitude da seca,

que é a soma do SPI-12 no intervalo da seca. Para determinar o início e o fim da seca, adotou-se a definição de McKee *et al.*, (1993), na qual a seca tem início quando SPI-12 se encontra abaixo de zero e persiste até subir acima de zero novamente, indicando o fim da seca. De acordo com Tallaksen *et al.*, (1997), para obter uma definição consistente de eventos de seca, é necessário que haja o agrupamento de secas que ocorrem de forma aproximadas. Para prosseguir com o agrupamento, foi empregado o Método do Tempo entre Eventos, no qual explica que, secas menores ao longo do período de estudo (com a duração de um mês ou menos) podem distorcer as análises (Tallaksen *et al.*, 1997). Dessa forma, as precipitações positivas com a duração de um mês foram excluídas das análises, permitindo o agrupamento dos períodos de seca.

Os dados referentes ao acionamento dos serviços de carros-pipa e as fontes de abastecimento dos municípios, bem como as informações das vazões desses mananciais, foram analisados através de aplicação de estatística básica descritiva (frequência absoluta e relativa).

Ressalta-se que os resultados obtidos neste estudo serão apresentados de maneira descritiva, por intermédio de figuras, tabelas e, em grande maioria, por gráficos, nos quais exibirão as principais variáveis do estudo (SPI-12, frequência dos carros-pipa e CP).

3.6 Aspectos éticos

O estudo está de acordo com os princípios éticos da pesquisa científica, por não envolver a participação direta com a população, sendo dispensada a submissão ao Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) e tem respaldo da Resolução no 510/2016, na qual retrata a dispensação de submissão ao CEP das pesquisas que utilizam os dados de domínio público.

4 RESULTADOS

4.1 Início, duração e magnitude da grande seca

A seca presenciada na região Nordeste, entre os anos de 2012 e 2017, foi a mais severa registrada no contexto brasileiro (BRASIL, 2018). Ela é melhor compreendida em duas fases, na qual a primeira ocorreu de 2012 a 2014 e a segunda fase a partir de 2015 (ver por exemplo gráfico 5), em que a seca meteorológica é muita intensa em 2012 e 2013 (SPI-12 muito negativo), depois é amenizada em 2014 (atingindo um SPI-12 ligeiramente positivo em alguns municípios), mas volta a ficar muito intensa a partir de 2015 com valores muito negativos de

SPI-12. O fim da grande seca, assim como a sua magnitude, variou consideravelmente entre os municípios (Tabela 2).

Tabela 2 - Panorama da grande seca nos municípios em estudo quanto ao início, duração e magnitude.

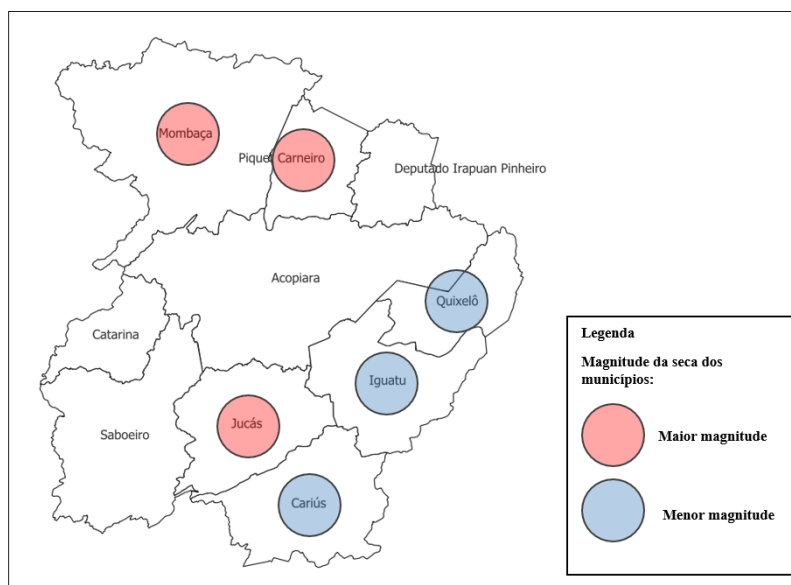
Municípios	Fase 1 da seca				Fase 2 da seca				TOTAL
	Início	Fim	Duração (meses)	Magnitude	Início	Fim	Duração (meses)	Magnitude	
Acopiara	abr./2012	jan./2014	22	-36,15	jan./2015	mar./2020	63	-53,45	-89,6
Cariús	mai./2012	jan./2014	21	-25,74	jan./2015	mar./2018	39	-49,89	-75,63
Catarina	mai./2012	nov./2018	79	-85,47	-	-	-	-	-85,47
Dep. Irapuan									
Pinheiro	abr./2012	jan./2019	81	-86,72	-	-	-	-	-86,72
Iguatu	mai./2012	fev./2014	22	-26,62	jan./2015	abr./2019	52	-49,93	-76,55
Jucás	jul./2012	fev./2020	92	-89,82	-	-	-	-	-89,82
Mombaça	abr./2012	nov./2018	80	-91,82	-	-	-	-	-91,82
Piquet									
Carneiro	abr./2012	dez./2018	81	-91,27	-	-	-	-	-91,27
Quixelô	mai./2012	fev./2014	22	-29,47	jan./2015	fev./2016	14	-15,44	-44,91
Saboeiro	mai./2012	nov./2018	79	-89,51	-	-	-	-	-89,51
Média			41,4	-46,61			42	-42,18	-88,1
Desvio padrão			31,3	31			21,1	17,9	14,3

Fonte: Elaboração própria (2024).

A tabela 2 indica que a seca nos municípios deu início nos meses de abril, maio ou julho de 2012. Nos municípios de Catarina, Dep. Irapuan Pinheiro, Jucás, Mombaça, Piquet Carneiro

e Saboeiro, a seca foi contínua. Já em Acopiara, Cariús, Iguatu e Quixelô foi possível observar a delimitação das duas fases da seca. Nos municípios em que o SPI-12 continuamente esteve negativo, observou-se que a magnitude da seca foi mais expressiva, verificada em: Mombaça (-91,82), Piquet Carneiro (-91,27), Jucás (-89,82) e Saboeiro (-89,51). Na maioria dos municípios com as duas fases da seca definidas, notou-se que a segunda fase teve maior magnitude, exceto em Quixelô em que a primeira fase foi mais impactante. Nesse caso, Acopiara foi o município mais afetado pela seca na primeira (-36,15) e segunda fase (-53,45) entre os municípios que vivenciaram essa divisão. Em suma, a figura 2 apresenta os municípios com maior e menor magnitude durante os períodos de seca.

Figura 2 - Os três municípios com maior e menor magnitude entre os períodos de seca na ADS de Iguatu-Ce.



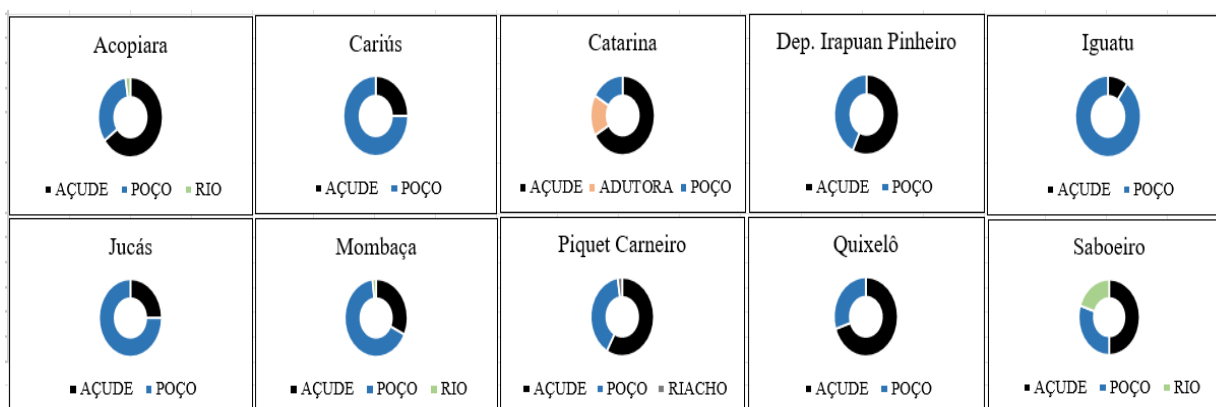
Fonte: Elaboração própria (2024).

Levando em consideração as fases da seca, destaca-se uma média de 41 a 42 meses, o que equivale de 3 anos e 5 meses. Haja vista o período da série temporal, os municípios foram inseridos no cenário da escassez hídrica por um período aproximado de 42%. Além disso, em todos os municípios estudados, a seca se estendeu para além do ano de 2017, ou seja, excedendo o período especulado na literatura, com exceção do município de Quixelô (fevereiro de 2016). Em Acopiara e Jucás, a seca esteve presente até o ano de 2020. Os demais registros do fim da seca foram apontados em 2018 e 2019 (ver gráficos do item 4.5).

4.2 Recursos hídricos

O abastecimento humano nos municípios da ADS de Iguatu ocorre por águas superficiais e subterrâneas: diretamente de açudes, rios ou riachos perenizados artificialmente por açudes à montante, adutoras de águas superficiais transferidas de outras regiões hidrográficas e poços (ver Tabela 4 do Apêndice A). O panorama das outorgas vigentes por tipo de recurso hídrico pode ser visualizado na figura 2:

Figura 3 - Visualização das fontes para o abastecimento humano nos municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

De acordo com a figura 2, é possível observar que os municípios de Iguatu (90%), Jucás (85,7%), Mombaça (66%), Cariús (75%) possuem um número considerável de outorgas vigentes para o abastecimento humano por poços, sendo Iguatu o que possui mais outorgas. Diferente dos municípios mencionados anteriormente, Dep. Irapuan Pinheiro (57,1% de açudes e 42,8% de poços) e Piquet Carneiro (58,1% de açudes e 39,5% de poços) têm as outorgas balanceadas entre açudes e poços. Os demais municípios de Quixelô (70%), Saboeiro (50%) e Catarina (66,6%) possuem maiores valores outorgados para açude. Os municípios de Acopiara (65%) e Catarina (66,6%) apresentam maiores quantidades de outorgas de açude vigentes.

Além da caracterização do número de outorgas por tipo de manancial, também foi possível fazer o levantamento das vazões anuais outorgadas de acordo com cada tipo de manancial, conforme é ilustrado na tabela 3.

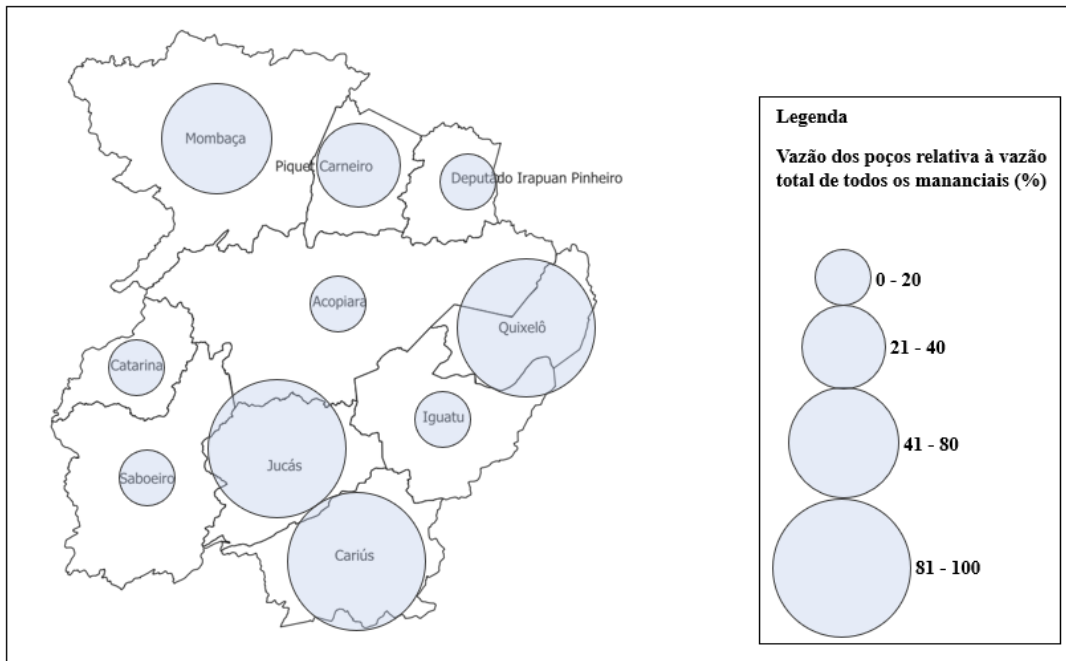
Tabela 3 - Vazões anuais outorgadas dos mananciais que abastecem os municípios da ADS de Iguatu.

MUNICÍPIO	AÇUDE (m ³)	ADUTORA (m ³)	POÇO (m ³)	RIACHO (m ³)	RIO (m ³)	TOTAL
Acopiara	3.485.611	0	1.932.693	0	20.805	5.439.109
Cariús	11.717	0	450.866	0	0	462.583
Catarina	559.071	5.694	183	0	0	564.947
Dep. Irapuan Pinheiro	355.603	0	14.797	0	0	370.401
Iguatu	1.530.372	0	341.582	0	0	1.871.954
Jucás	329	0	88.695	0	0	89.024
Mombaça	855.700	0	1.689.587	0	13.360	2.558.647
Piquet Carneiro	496.757	0	132.145	131	0	629.033
Quixelô	54.435	0	337.307	0	0	391.743
Saboeiro	632.553	0	39.274	0	128.845	800.672

Fonte: Elaboração própria (2024).

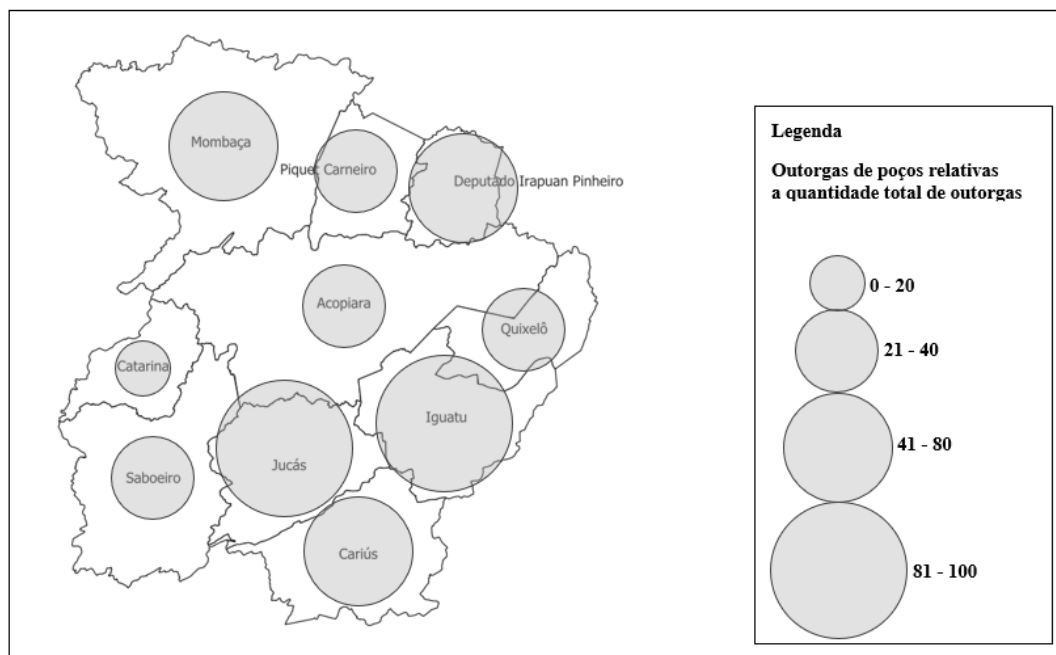
Referente às vazões dos mananciais que abastecem a população dos municípios (tabela 3), é possível visualizar que Acopiara, Mombaça e Iguatu possuem as maiores vazões. Os municípios de Iguatu (82%) e Acopiara (64%) dispõem de maiores vazões para as outorgas de águas superficiais. Já em Mombaça, a vazão é maior para águas subterrâneas (66%). Jucás possui a menor vazão total, mas dispõe de uma vazão considerável para o abastecimento por água subterrânea (99,6%). Percebe-se que em Cariús (97,4%) e Quixelô (86,1%), as maiores vazões são para poços. Em Catarina (99,9%), Dep. Irapuan Pinheiro (96%), Piquet Carneiro (79%) e Saboeiro (95%), as maiores vazões outorgadas caracterizam a disponibilidade de águas superficiais. A figura 4 ilustra a relação entre as vazões dos mananciais e a figura 5 apresenta a relação entre a quantidade de poços e quantidade de outorgas dos municípios.

Figura 4 - Ilustração da vazão relativa dos poços com a vazão total dos mananciais outorgados que abastecem os municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

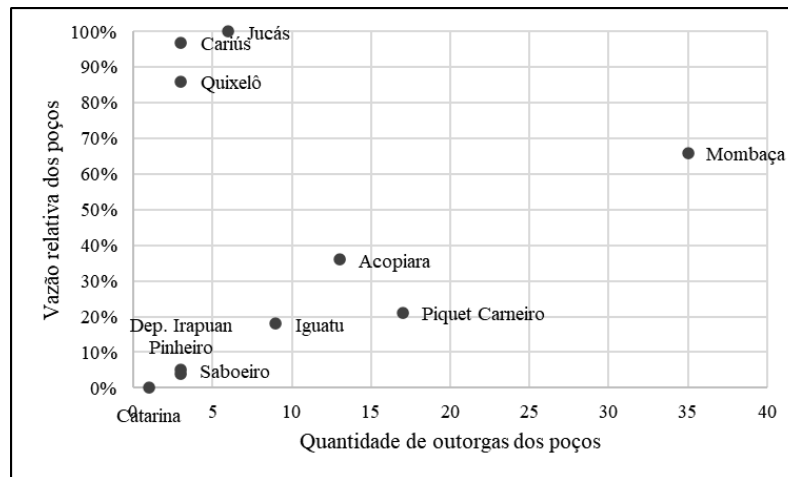
Figura 5 - Ilustração da quantidade de outorgas de poços relativa à quantidade de outorgas totais dos mananciais que abastecem os municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

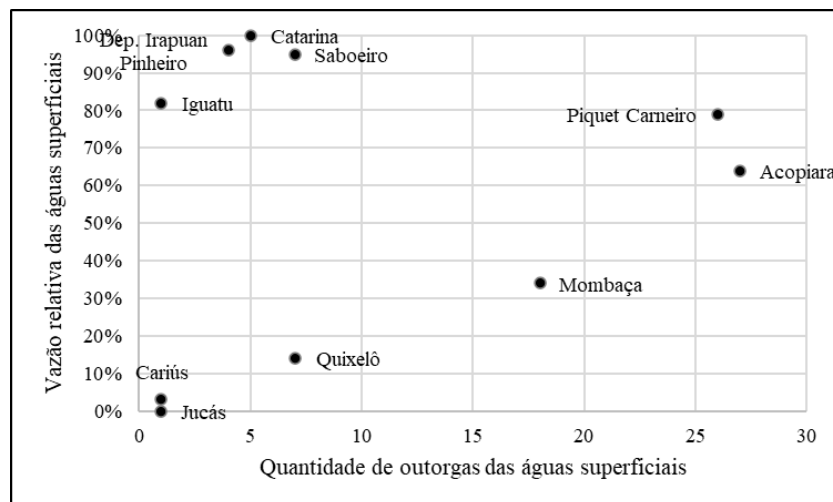
Em suma, os gráficos 1 e 2 abaixo explicam o cenário dos municípios quanto ao abastecimento humano em termos de águas subterrâneas e também superficiais:

Gráfico 1 - Associação entre a vazão relativa dos poços (%) e a quantidade de outorgas dos poços (-) para o abastecimento humano.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Gráfico 2 - Associação entre a vazão relativa das águas superficiais (%) e a quantidade de outorgas das águas superficiais (-) para o abastecimento humano.



Fonte: Elaboração própria (2024).

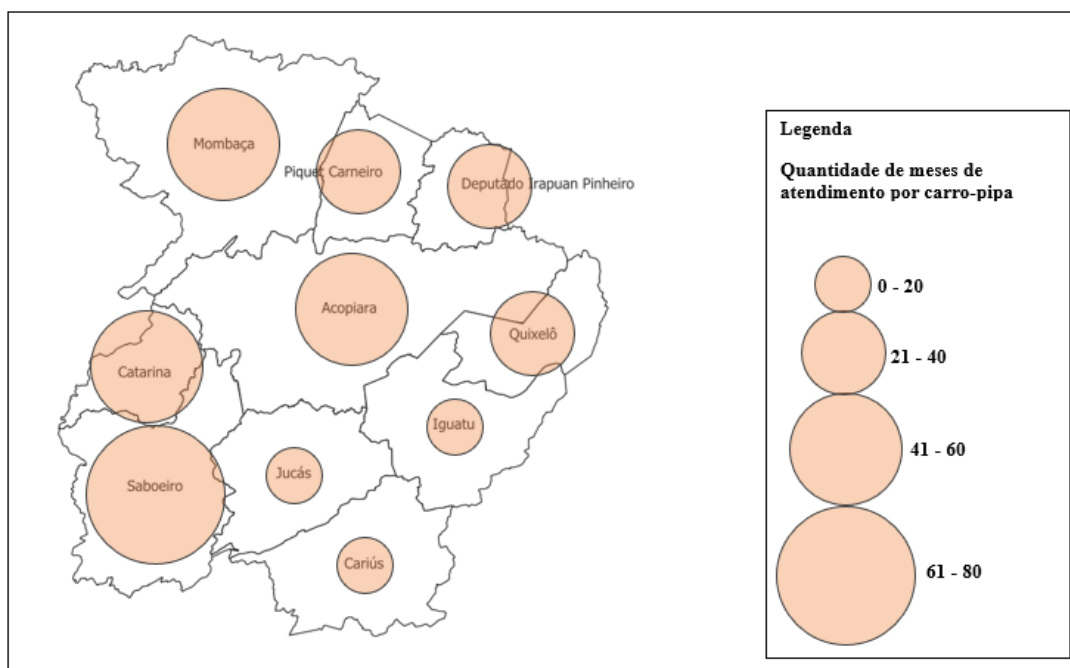
Considerando o número de outorgas e as vazões, os municípios de Mombaça, Jucás, Cariús e Quixelô são os mais abastecidos por água subterrânea (gráfico 1). Por outro lado, os municípios de Acopiara, Piquet Carneiro, Dep. Irapuan Pinheiro, Saboeiro e Catarina são os menos abastecidos por água subterrânea, sendo que Catarina foi o município mais prejudicado. O gráfico 2 mostra que os municípios de Piquet Carneiro, Acopiara e Mombaça são os mais

abastecidos por água superficial. Nesse caso, os municípios de Quixelô, Cariús e Jucás são os menos abastecidos por águas superficiais.

4.3 Operação Carro-pipa

Para garantir o fornecimento de água para os municípios durante os períodos de escassez hídrica, os municípios da ADS de Iguatu foram atendidos pela Operação Carro-pipa, a qual atuou de diferentes formas. O registro desses atendimentos iniciou no ano de 2014. A figura 6 apresenta a quantidade de meses em que os serviços dos carros-pipa foram acionados para os municípios:

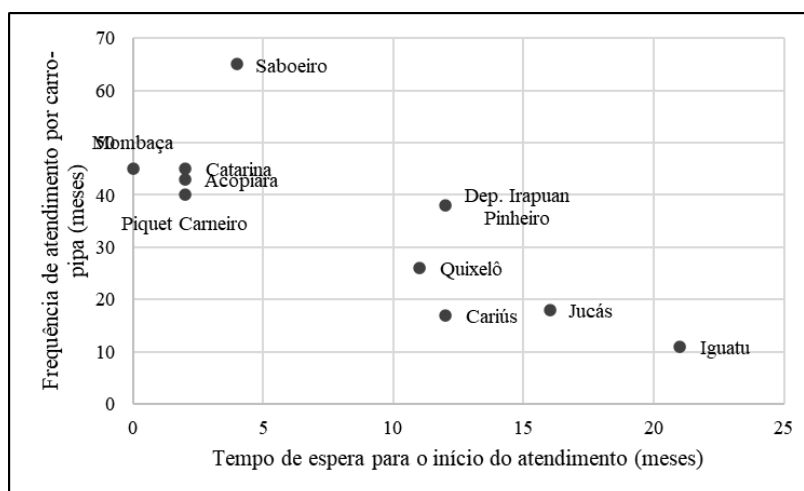
Figura 6 - Ilustração da frequência de atendimento por carro-pipa (meses) nos municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Saboeiro foi o município que mais foi atendido pelos carros-pipa ao longo dos anos estudados (65 meses). Os municípios de Catarina (45 meses), Mombaça (45 meses) e Acopiara (43 meses) também receberam uma frequência significativa de abastecimento por carro-pipa. Iguatu (11 meses), Cariús (17 meses) e Jucás (18 meses) tiveram a menor frequência de acionamento dos carros-pipa ao longo da série histórica. Além da frequência de atendimento por carro-pipa, outro fator importante é o tempo que cada município levou para o início do abastecimento por carro-pipa (quantos meses os municípios esperaram), que variou conforme mostra o gráfico 3.

Gráfico 3 - Associação entre a frequência de atendimento por carro-pipa (meses) e o tempo em meses de espera para o início do atendimento.



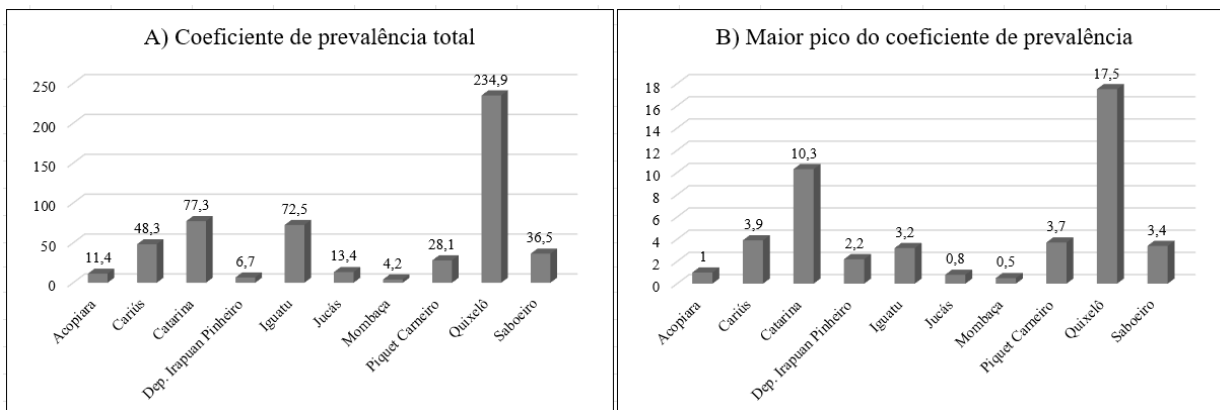
Fonte: Elaboração própria (2024).

Ao considerar a frequência de meses em que os municípios foram atendidos por carro-pipa e o tempo de espera para o início do atendimento, percebe-se que Iguatu teve a menor frequência de atendimento e demorou mais meses para iniciar o abastecimento por carro-pipa (21 meses de espera), ou seja, menor tempo de dependência dessa fonte de abastecimento. Quixelô, Jucás e Cariús também se encaixam na situação mencionada anteriormente. Por outro ângulo, Mombaça teve o atendimento imediato por carro-pipa e em uma elevada frequência de meses (45 meses). Saboeiro demorou um pouco mais, porém, quando o fornecimento de água por carro-pipa iniciou, tornou-se quase frequente, o que fez com que o município ficasse dependente desse serviço.

4.4 Internações por diarreia

Ao fazer o levantamento do CP das internações por diarreia, evidenciou-se que Quixelô teve o maior CP total e apresentou o maior pico de CP ao longo do período estudado. Catarina foi o segundo município que mais registrou internações por diarreia e maior pico do CP mensal. O município de Cariús é o terceiro e se encontra na mesma condição dos municípios mencionados anteriormente. Maiores detalhes podem ser observados na figura 7:

Figura 7 - Distribuição do coeficiente de prevalência total e maior pico das internações por diarreia nos municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

Os períodos em que houveram maiores picos de internações por diarreia podem ser visualizados da seguinte forma: Acopiara - maio de 2012 (CP=1); Cariús - março de 2015 (CP= 3,9); Catarina - janeiro de 2012 (CP= 10,3); Dep. Irapuan Pinheiro - junho de 2014 e setembro de 2019 (CP=2,2); Iguatu - abril de 2018 (CP=3,2); Jucás - janeiro de 2012, agosto e novembro de 2016, agosto de 2018 e 2019 (CP= 0,8); Mombaça - maio de 2017 (CP=0,5); Piquet Carneiro - maio de 2019 (CP=3,7); Quixelô - abril de 2013 (CP=17,5); Saboeiro - abril de 2018 (CP= 3,4). Na maioria dos casos, os maiores picos ocorreram nos períodos com melhores condições de pluviosidade. Essa informação não descarta outros picos de casos que ocorreram nos demais meses dos anos estudados.

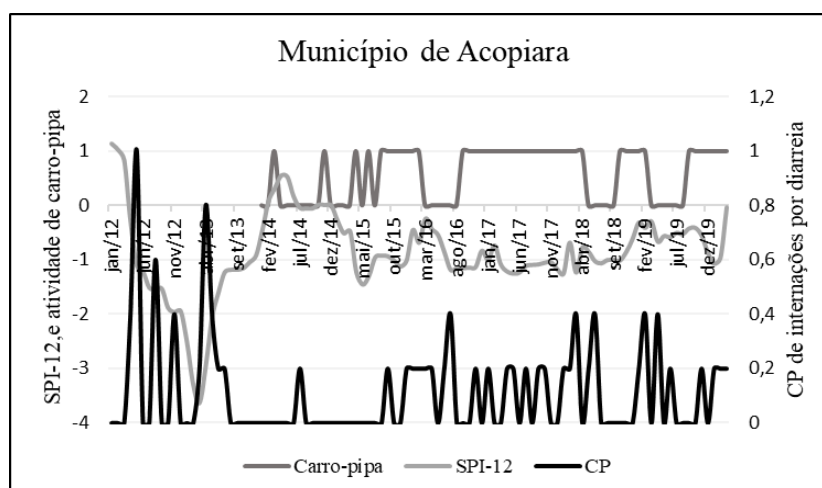
4.5 Análise conjunta das séries temporais

4.5.1 Acopiara

No município de Acopiara, o pico de casos de diarreia ocorre logo na primeira fase da seca hídrica, por volta de junho de 2012 (Gráfico 4). O aumento do CP também ocorreu em abril de 2013, quando o SPI-12 estava com taxas mais negativas ao longo da série histórica. Em 2014, houve um aumento do SPI-12, ou seja, um alívio da seca com redução de carros-pipa, que coincide com os menores valores de CP da série temporal.

Em geral, o abastecimento por carro-pipa é acompanhado pela redução do SPI-12, ou seja, agravamento da seca, e a sua interrupção se dá em período de aumento do SPI-12, ou seja, alívio da seca. Quando esse abastecimento ocorreu de maneira mais contínua (ver 2017, 2018 e 2019), visualiza-se um aumento do CP, ou seja, elevação do número de internações por diarreia.

Gráfico 4 - Situação do município de Acopiara quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.2 Cariús

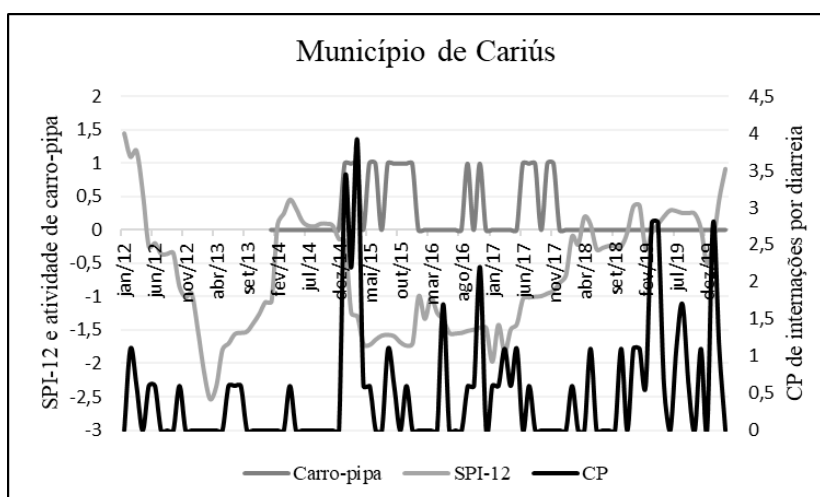
Em Cariús, logo no mês de junho de 2012, nota-se uma queda nos valores do SPI-12, gerando picos do CP de internações por diarreia. No mês de abril de 2013 evidencia-se uma taxa negativa no SPI-12 (> -2), menor que nos demais anos, e redução dos casos de diarreia. Logo após, entre os meses de abril e setembro de 2013, o SPI-12 se elevou (> -1), mas ainda permaneceu abaixo de 0, caracterizando o aumento de registro de internações por diarreia no município.

Referente ao ano de 2014, o SPI-12 alcançou valores positivos (> 0) e os carros-pipa não foram acionados. Nesse período, poucas internações por diarreia foram registradas, apesar de presentes concomitantes ao pico positivo do SPI-12.

Na saída da primeira fase da seca (2014) e entrada na segunda fase (2015), aconteceu o registro dos maiores picos de internações por diarreia, acompanhada por baixo índice SPI-12 e acionamento dos carros-pipa no município. Nos anos subsequentes, pontua-se que, quando os carros-pipa são desativados, logo em seguida o CP se eleva.

Relativo ao período pós-seca, visualiza-se picos do CP, mesmo quando o SPI-12 se positiva e os carros-pipa estão desativados. Novamente se observa, em fevereiro e dezembro de 2019, a situação em que o SPI-12 cai para valores negativos (< 0) e altos picos de internações por diarreia acontecem, após níveis positivos de precipitação, caracterizando um forte efeito de lixiviação.

Gráfico 5 - Situação do município de Cariús quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.3 Catarina

No município de Catarina, observa-se que logo no início da série, em janeiro de 2012, há o maior pico dos casos de diarreia, antes mesmo do SPI-12 alcançar taxas negativas. Nos meses seguintes de 2012 o CP de internações por diarreia sofreu uma redução. Embora houve a redução do SPI-12, os casos de diarreia continuaram sendo registrados em taxas menores que o início do referido ano, marcando o início da primeira fase da seca hídrica severa.

Em meados de abril de 2013, o SPI-12 alcança um valor mais negativo ao longo da série (SPI-12 > -3), concomitante ao aumento no CP dos casos de diarreia. Já em setembro de 2013, houve uma melhora do SPI-12 (>-1,5), porém o número de casos de diarreia voltou a ocorrer.

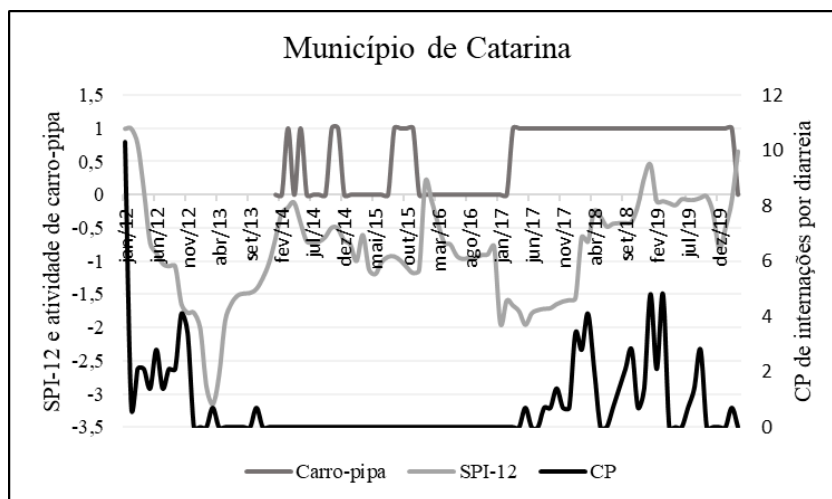
No ano de 2014, fim da primeira fase de seca hídrica severa, há o registro de participação dos carros-pipa no abastecimento de Catarina. Logo no início do ano, por volta do mês de fevereiro, há um aumento do SPI-12, diante da ativação dos carros-pipa. Durante o ano de 2014 não foram registrados casos de diarreia no município (SPI-12 entre 0 e -1).

Já em maio e outubro de 2015, o SPI-12 esteve na faixa de -1 e os carros-pipa continuaram ativos, porém não houve nenhum registro de internações por diarreia. Entre o final de 2015 e início de 2016, o SPI-12 tomou taxas positivas (SPI-12 > 0) e o abastecimento por carros-pipa foi desativado. Em ambos os anos, os casos de internação por diarreia não foram registrados.

Em 2017 o abastecimento por carros-pipa foi contínuo, o SPI-12 se manteve com valores muito baixos e o CP das internações por diarreia em Catarina foi registrado em altas taxas até

o final da série (ver gráfico xx). Em fevereiro de 2019, período pós-seca, o SPI-12 se tornou positivo ($\text{SPI-12} > 0$), caracterizando o fim da seca no município, porém os carros-pipa permaneceram em atividade e taxas mais elevadas de internações por diarreia foram registradas (ver 2018 e 2019 no gráfico 6).

Gráfico 6 - Situação do município de Catarina quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

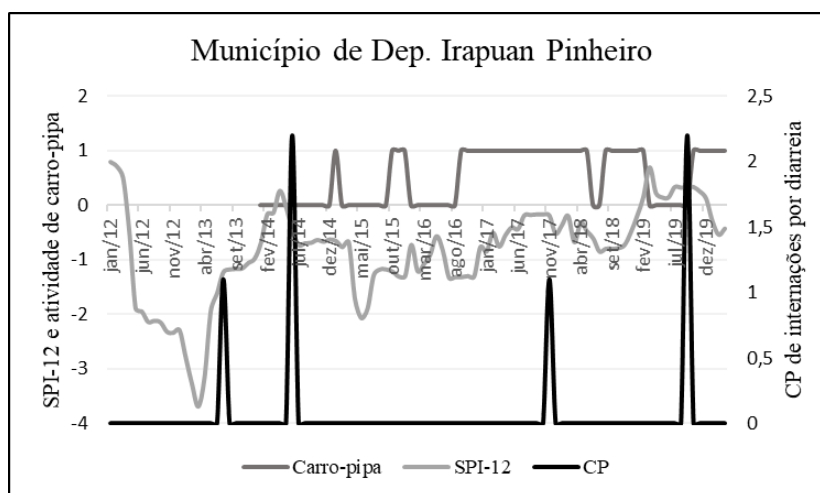
4.5.4 Deputado Irapuan Pinheiro

No ano de 2012, em Deputado Irapuan Pinheiro, não foram registradas internações por diarreia, mesmo diante das baixas taxas do SPI-12. Já em abril de 2013, o SPI-12 sofreu uma queda brusca ($\text{SPI-12} > -3$), porém, o pico do CP só foi observado meses depois, quando o SPI-12 estava próximo de -1. Entre fevereiro e julho de 2014, o SPI-12 se elevou ($\text{SPI-12} > 0$), os carros-pipa estavam desativados e o aumento do CP de internações por diarreia foi observado, representando a possibilidade de ter ocorrido o processo de lixiviação.

A quantidade de internações por diarreia no município não foi registrada entre 2015 e 2016. Em 2017, o município foi abastecido por carro-pipa durante todo o ano. Em novembro de 2017, diante da situação mencionada anteriormente e com uma pequena redução do SPI-12, há o registro de casos de internação por diarreia, caracterizando a elevação do CP nesse período.

Em 2018, não houveram registro de internações por diarreia. Já em julho de 2019, percebe-se a elevação do SPI-12 com inativação do abastecimento por carros-pipa e aumento das internações por diarreia no município, caracterizando o processo de lixiviação pós-seca.

Gráfico 7 - Situação do município de Deputado Irapuan Pinheiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.5 Iguatu

No município de Iguatu, praticamente o ano inteiro de 2012 foi marcado por registros de internações por diarreia sob a condição dos valores do SPI-12 se encontrarem negativos. Por volta de abril de 2013, o SPI-12 sofreu uma queda considerável (> -2) e picos de elevação do CP das internações por diarreia foram registrados. Em setembro de 2013, o SPI-12 se elevou, mas ainda permaneceu negativado (aproximadamente para -1) e o CP de internações por diarreia permaneceu elevado.

Em 2014, logo no início do ano, o SPI-12 aumenta para valores positivos (> 0) e o CP das internações por diarreia são registrados em quantidades menores em relação aos meses anteriores. Em maio de 2015, o SPI-12 reduziu (> -1), os carros-pipas permaneceram inativados e o CP de internações por diarreia aumentou.

Entre outubro de 2015 o SPI-12 reduziu (> -1), os carros-pipa abasteceram o município e internações por diarreia foram registradas. Nesse período, não houve alterações significativas no CP de internações por diarreia que foram percebidas em março de 2016, com a elevação dos valores do SPI-12 (ainda que negativo, esteve próximo de 0), inatividade dos carros-pipa e aumento das internações por diarreia. Os períodos anteriores de SPI-12 muito baixo por ter influenciado no processo de lixiviação nesse período.

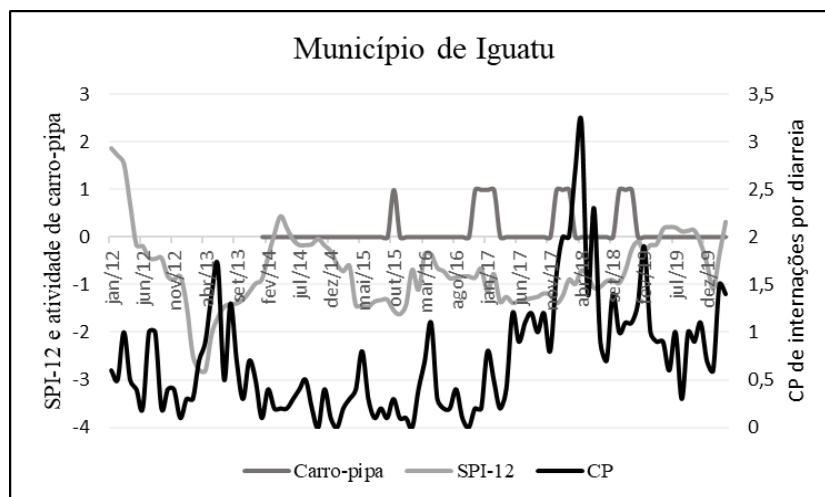
No início do ano de 2017, o SPI-12 diminuiu (> -1), os carros-pipas foram acionados e o CP de internações por diarreia teve vários picos. Um pouco depois desse período, o SPI-12

permaneceu em baixas taxas, o abastecimento por carros-pipa foi interrompido e picos de internações por diarreia são registrados.

O maior pico do CP de internações foi registrado em abril de 2018, após a melhora do SPI-12 (< -1) e interrupção do abastecimento por carros-pipa. O mesmo ocorreu em fevereiro de 2019, com o aumento do CP de internações por diarreia e SPI-12 aumentado (< 0). Ambas as situações podem ser explicadas pelo processo de lixiviação que pode ter ocorrido na transição para a fase pós-seca.

Diferente dos demais municípios, Iguatu teve o abastecimento por carros-pipa em menor frequência do que a maioria dos municípios do estudo, especialmente no ano de 2017, na segunda fase da seca (ver gráfico 8), caracterizando menor dependência dessa fonte de abastecimento superficial.

Gráfico 8 - Situação do município de Iguatu quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.6 Jucás

No município de Jucás, logo no início da série, em 2012, há um pico de internações por diarreia na condição de SPI-12 positivo (> 1) e ausência de registros da atividade de carros-pipa. Em junho e novembro do mesmo ano, o SPI-12 reduziu e os picos de internações por diarreia foram registrados. No ano de 2013, por volta do mês de abril, quando houve a queda do SPI-12 ($-2,5$), picos aproximados do CP de internações por diarreia foram registrados. Entre fevereiro e julho de 2014, houveram picos de internações por diarreia, diante de um aumento dos valores do SPI-12 (< 0) e inatividade dos carros-pipa, levantando a hipótese do efeito de

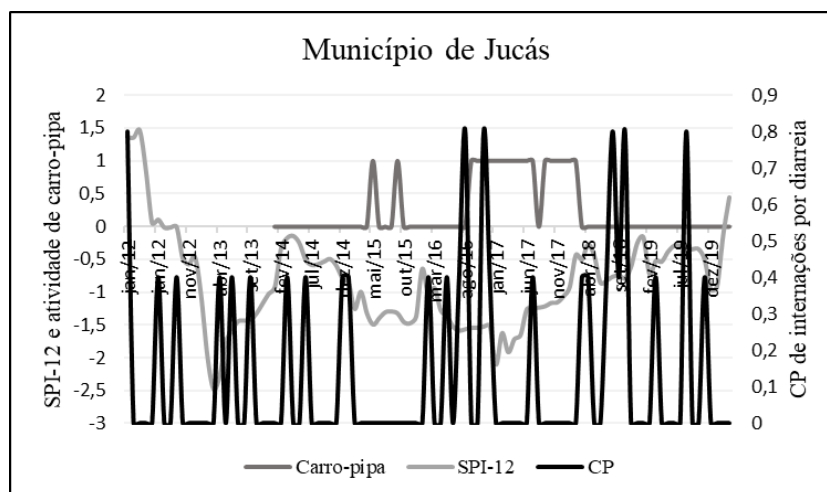
lixiviação. Em dezembro do mesmo ano, logo após a redução do SPI-12 ($> -0,5$), houve um pico sustentado do CP.

Entre maio e outubro de 2015, na medida em que o SPI-12 reduziu, os carros-pipa iniciaram o abastecimento no município e as internações por diarreia não foram registradas no período.

Em seguida, março de 2016, o SPI-12 se elevou ($> -0,5$), os carros-pipa estavam inativos e picos de internações por diarreia foram registrados. Entre agosto de 2016 e o início de 2017, o SPI-12 diminuiu (> -2), os carros-pipa foram acionados e o CP de internações por diarreia indicou dois picos seguidos. Em junho de 2017, abril e setembro de 2018 e julho de 2019, houve a melhora do SPI-12 (> -1), interrupção dos carros-pipa e registros aumentados de internações por diarreia (ver 2017, 2018 e 2019).

Em Jucás, o abastecimento por carro-pipa ocorreu quase que completamente ao longo do ano, com exceção do mês de junho. Diferente dos primeiros anos da seca registrada.

Gráfico 9 - Situação do município de Jucás quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.7 Mombaça

No município de Mombaça, também há o aumento do CP concomitante à redução do SPI-12 nos períodos do primeiro semestre de 2012 e 2013. Diferente dos outros municípios, a redução do SPI-12 e aumento dos casos de diarreia no município é observado mais precocemente. Outro fato é que, em de 2013, quando o SPI-12 se encontrava mais negativo (> -3), o CP das internações por diarreia se elevou. O mesmo aconteceu em julho de 2014, logo

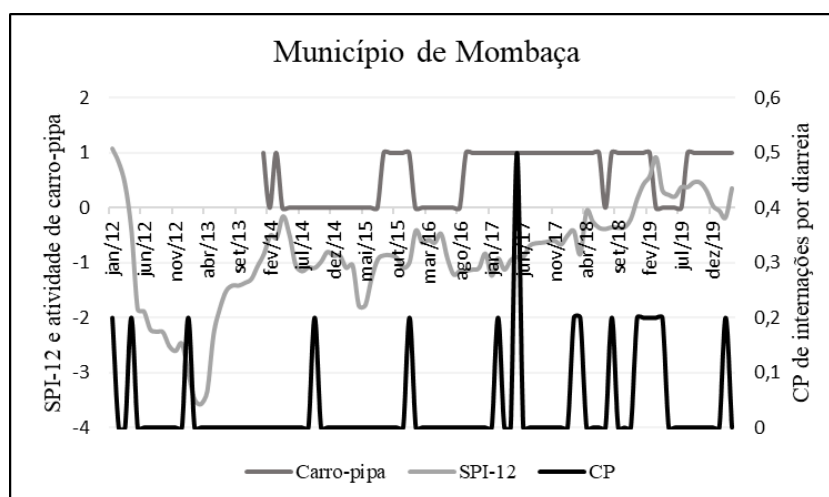
após a interrupção da atividade dos carros-pipa. No final do segundo semestre de 2015, o SPI-12 decaiu, os carros-pipas fortalecem o abastecimento do município e o CP de casos aumenta.

O maior pico do registro das internações por diarreia ocorreu em junho de 2017, na condição de SPI-12 aumentado (< -1), e abastecimento sustentado por carros-pipa iniciado no segundo semestre de 2016 e perpassando por todo o ano de 2017, até o primeiro semestre de 2018.

No Período pós-seca hídrica, por volta de setembro de 2018, casos elevados de internações por diarreia ocorrem, diante da reativação dos carros-pipa e SPI-12 começando a ter seus valores positivos. Em dezembro de 2019, os carros-pipas estavam em atividade e quando o SPI-12 sofreu uma redução, o CP de internações por diarreia se elevou.

No gráfico 10, pode-se notar que ao longo da série, os carros-pipas foram acionados várias vezes, fazendo a cobertura completa do abastecimento em 2017 e quase que completamente em 2018.

Gráfico 10 - Situação do município de Mombaça quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.8 Piquet Carneiro

No município, entre junho de 2012 a abril de 2013, quando o SPI-12 reduziu (entre -2 e -3), houve o aumento nos casos de diarreia. Nessa fase, ainda não tinham registro da participação dos carros-pipa no município. Em abril de 2013, com o menor SPI-12 (> -3), há um pico do CP, mas sem ultrapassar os valores dos meses anteriores em que houveram aumento dos casos.

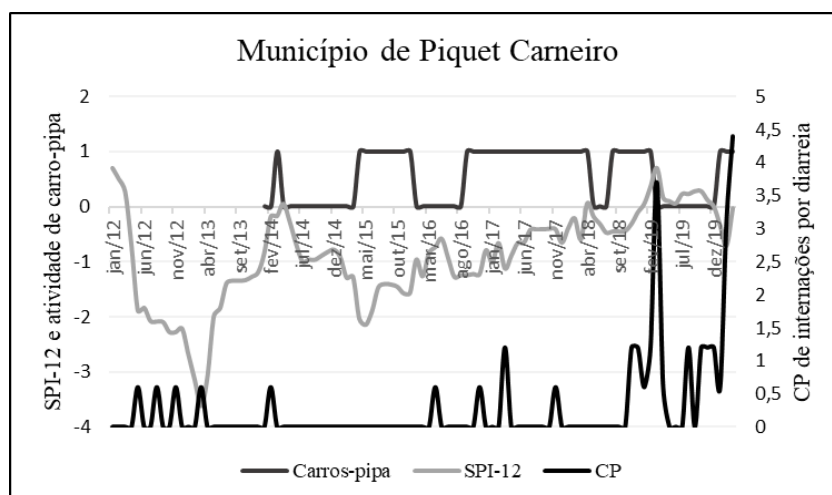
Já em fevereiro de 2014, mesmo com a melhora do SPI-12 (> 0 em um mês), os carros-pipa foram inativados e houve um aumento do CP dos casos de diarreia, o que leva a pensar em um possível efeito de lixiviação. No ano de 2015, os carros-pipa foram acionados ao longo de todo o ano de queda no SPI-12 (entre -1 e -2,5). Nesse período, não houveram registros de casos de diarreia em Piquet Carneiro.

Em maio de 2016, logo em seguida da interrupção da atividade dos carros-pipa, com valores aumentados de SPI-12 (< 0), houve o aumento do CP de internações. Ressalta-se que, entre agosto de 2016 e novembro de 2017, o município teve o abastecimento constante dos carros-pipa, com SPI-12 entre 0 e -1, diante da elevação do CP de internações por diarreia.

Por volta de abril de 2018, houve uma elevação da precipitação acompanhada da interrupção da atividade dos carros-pipa e ausência de registros de casos de diarreia em Piquet Carneiro, diferente dos meses seguintes do mesmo ano, em que houve uma queda no SPI-12 (< 0), ativação dos carros-pipa e elevação do CP de internações por diarreia.

Por fim, aponta-se que as maiores taxas do CP de internações por diarreia do município não foram registradas durante as fases da seca, mas no período pós-seca hídrica severa, em 2019 e 2020. Em fevereiro de 2019, o SPI-12 alcançou valores positivos (> 0), e as atividades dos carros-pipa foram encerradas, apresentando aumento das internações por diarreia. Nos meses seguintes, em que o SPI-12 permanece positivo e os carros-pipas permanecem inativos, diante da ocorrência de internações por diarreia em Piquet Carneiro, remetendo a um possível efeito de lixiviação no período pós-seca. No final de 2019, o SPI-12 volta a ser negativo (< 0), os carros-pipas são ativados e o CP de internações por diarreia no município alcança seu maior pico, considerando os valores anteriores da série temporal estudada.

Gráfico 11 - Situação do município de Piquet Carneiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

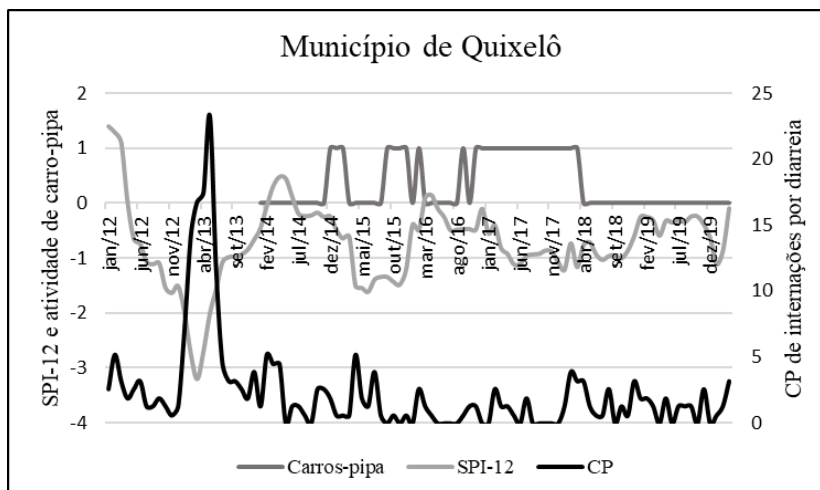
4.5.9 Quixelô

No município de Quixelô, na medida em que o SPI-12 foi tomando rumos negativos, em 2012 as internações de diarreia foram registradas. Em abril de 2013, diante de um menor SPI-12 (>-3), o município se deparou com o maior pico de prevalência de internações por diarreia. Entre fevereiro e julho de 2014 o SPI-12 se eleva positivamente (> 0), os carros-pipa não foram ativados e as internações por diarreia continuam sendo registradas. O que pode explicar essa situação é a ocorrência do processo de lixiviação na transição entre a primeira e segunda fase da seca no município. Com a redução do SPI-12 em dezembro de 2014, os carros-pipa foram acionados.

Em maio de 2015, apesar da redução do SPI-12 (> -1), os carros-pipa foram inativados e o CP de internações por diarreia se elevou. Entre maio e outubro de 2015, o SPI-12 aumentou (ainda que < -1), os carros-pipas permaneceram inativados e os picos de CP de internações por diarreia estiveram presentes. Entre março e agosto de 2016, houve uma melhora no SPI-12, interrupção da atividade dos carros-pipa e queda no CP de internações por diarreia, mas ainda foram registradas.

Em 2017, o SPI-12 reduziu, os carros-pipa abasteceram Quixelô o ano inteiro até abril de 2018 e o CP de internações por diarreia continuou sendo registrado, com um maior pico ao final de 2017 e início de 2018. A partir de abril de 2018, o SPI-12 alcançou taxas melhores (entre 0 e -1), o abastecimento por carros-pipa foi interrompido e as internações por diarreia continuaram presentes no município, caracterizando a lixiviação no final da segunda fase da seca. O mesmo padrão da transição entre a primeira e segunda fase de seca.

Gráfico 12 - Situação do município de Quixelô quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das internações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.5.10 Saboeiro

No município de Saboeiro, em 2012, a medida em que o SPI-12 reduziu, houve picos de internações por diarreia. Já em abril de 2013, com a redução do SPI-12 (> -3), houve um pico do CP de internações por diarreia mais sustentado. Nos meses seguintes do ano, com a melhora progressiva do SPI-12, não foram registradas internações por diarreia.

O ano de 2014 é caracterizado pela melhora do SPI-12, intenso abastecimento por carros-pipa e ausência de registro de internações por diarreia. Em maio de 2015, no momento em que o SPI-12 caiu (> -1), houveram registros de internações por diarreia, diante do abastecimento de carros-pipa mantido.

No início de 2016, o SPI-12 melhorou significativamente (> 0). Por volta do mês de março, houve uma queda do SPI-12 (< 0), inativação dos carros-pipa e registro de casos de internações por diarreia.

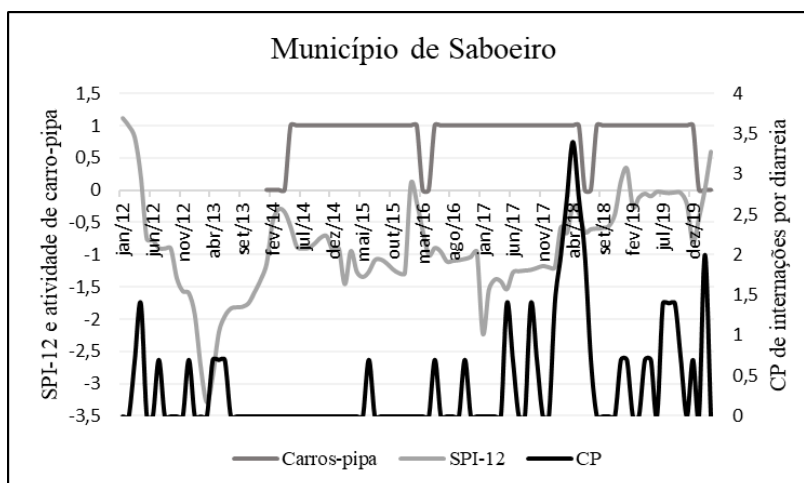
Em 2017, o município de Saboeiro foi abastecido continuamente por carros-pipa. No início do ano houve uma redução no SPI-12 (> -2), mas o registro de internações por diarreia só foi visualizado meses depois, quando o SPI-12 alcançou valores melhores. Nos meses posteriores de 2017, mesmo com a melhora do SPI-12, os carros-pipa continuaram ativos atendendo a população e os picos de internações por diarreia foram registrados por volta de junho e novembro.

Destaca-se que a maior quantidade de casos de internações por diarreia foi registrada em abril de 2018, no cenário do aumento do SPI-12 (> 0), além da continuidade da ativação dos carros-pipa que vinha abastecendo o município desde março de 2016. Em abril de 2018 há a inativação dos carros-pipa que, rapidamente retornam. No início de 2019 o SPI-12 se tornou

positivo (> 0), porém os carros-pipas continuaram ativos e ocorreram interações por diarreia ao longo dos meses de 2019. No final da série, o SPI-12 se tornou positivo ($> 0,5$), os carros-pipa não foram acionados e um pico do CP de interações por diarreia pode ser observado (ver no gráfico 13). O quadro remete a um possível processo de lixiviação.

Saboeiro foi o único município que foi, quase que completamente, abastecido por carros-pipas ao longo dos anos do estudo, desde o registro de início do abastecimento em 2014.

Gráfico 13 - Situação do município de Saboeiro quanto ao SPI-12, atividade de carro-pipa e CP das interações por diarreia.



Fonte: Elaboração própria (2024).

4.6 Síntese

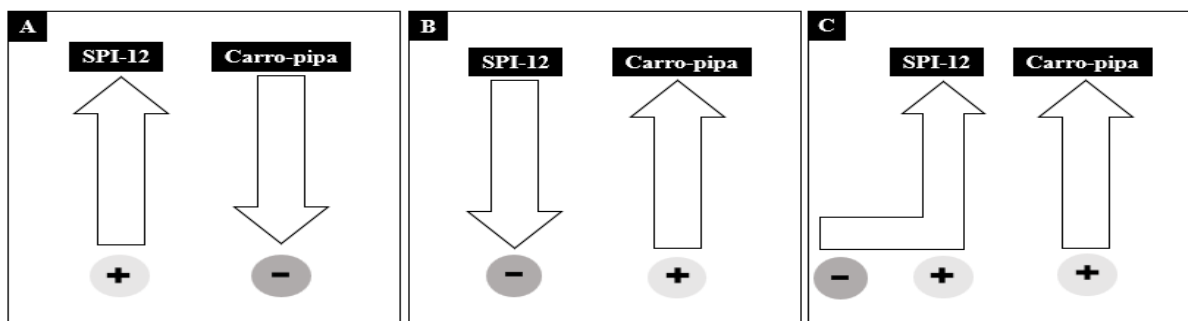
4.6.1 Standardized Precipitation Index-12 versus Carro-pipa

Para que o abastecimento seja efetivo e a população não fique sem acesso à água para o consumo é preciso avaliar, dentre outras coisas, como se apresenta a dinâmica entre o SPI-12 e o acionamento dos carros-pipa para subsidiar a população impactada pela escassez hídrica. Nesse sentido, mediante os resultados da pesquisa, foram encontradas associações entre a precipitação (SPI-12) e atividade dos carros-pipas nos municípios analisados.

Com isso, percebeu-se três situações geradas entre o SPI-12, calculado por meio dos dados mensais de precipitação (janeiro de 2012 a março de 2020) e o abastecimento por carro-pipa (janeiro de 2014 a março de 2020). A situação (a) exemplifica o aumento do SPI-12 e redução da ativação dos carros-pipas. A situação (b) demonstra que quando há uma redução do SPI-12, os carros-pipas começam a ser ativados. Já a situação (c) refere-se à condição em que,

na medida que o SPI-12 aumenta progressivamente, os carros-pipas continuam ativos no abastecimento da população. Ambas as situações estão ilustradas na figura 8.

Figura 8 - Situações que explicam a relação entre o SPI-12 e o abastecimento por carro-pipa nos municípios.



Fonte: Elaboração própria (2024).

As situações a e b caracterizam os municípios de Cariús, Iguatu, Jucás, as quais se apresentam de forma dinâmica ao longo da série de dados (ver gráficos 5, 8 e 9). Os municípios de Quixelô e Saboeiro estão representados em a e c, ou seja, há momentos em que o SPI-12 se eleva e os carros-pipas encerram o abastecimento e há momentos em que na medida que o SPI-12 aumenta, os carros-pipa continuam ativos colaborando com o abastecimento dos municípios (gráficos 12 e 13). Algo semelhante ocorre com Dep.Irapuan Pinheiro e Mombaça, em que na situação b, quando o SPI-12 reduz, os carros-pipa são acionados (gráficos 7 e 10). Em Acopiara, Catarina e Piquet Carneiro, é possível encontrar ambas as situações (gráficos 4, 6 e 11).

4.6.2 Acesso a água subterrânea versus Carros-pipa versus Coeficiente de prevalência

Os resultados demonstram que Jucás, Cariús, Quixelô e Mombaça possuem melhores condições referentes a vazão e quantidade de outorgas para o abastecimento por água subterrâneas do que os demais municípios. Com o acréscimo de Iguatu, os municípios mencionados possuem uma quantidade de outorga relativamente maior que as demais fontes de abastecimento humano superficiais. Cariús, Iguatu e Jucás estiveram menos dependentes do abastecimento por carro-pipa em períodos de escassez hídrica, ao passo que Quixelô e Mombaça tiveram alta frequência de atendimento por carro-pipa. Os dois municípios anteriormente mencionados possuem boas condições de abastecimento por água subterrânea, no entanto, houve uma certa dependência dos carros-pipa.

Acopiara, Catarina e Saboeiro tiveram baixas taxas de abastecimento por águas subterrâneas e altas taxas para o abastecimento por carro-pipa que os demais municípios estudados. Durante a atividade dos carros-pipas nos municípios, percebeu-se um aumento do número de internações por diarreia. A situação dos municípios pode ser explicada da seguinte forma: quanto menos disponibilidade água subterrânea, maior necessidade de acionamento dos carros-pipa e, quanto maior a frequência de abastecimento por carro-pipa, maior a exposição para que os quadros de diarreia aconteçam, elevando as taxas de internação.

4.6.3 Standardized Precipitation Index-12 versus Coeficiente de prevalência

Além da compreensão entre o acesso a água subterrânea, carros-pipa e coeficiente de prevalência de internações por diarreia, também é válido ressaltar a relação entre o SPI-12 e CP das internações por diarreia. Dessa forma, averiguou-se que, quando houve o aumento do SPI-12 nos municípios, em alguns momentos, principalmente ao final das séries de dados, o CP dos casos de diarreia aumentou. E quando o CP se elevou, os carros-pipa encontravam-se inativos devido a melhora da precipitação.

A situação mencionada anteriormente pode ser encontrada em diferentes intervalos do ano de 2019 nos municípios de Cariús (fevereiro de 2019); Dep. Irapuan Pinheiro (julho de 2019); Iguatu (fevereiro de 2019); Mombaça (fevereiro de 2019); Piquet Carneiro (fevereiro de 2019) e Saboeiro (janeiro de 2020). Os períodos mencionados coincidem com os meses do ano com maior quantidade de chuvas (ver gráficos 5, 7, 8, 10, 11 e 13).

Por outro ângulo, quando o SPI-12 esteve com valores baixos e o CP dos casos de internação por diarreia se elevaram, a maior parte dos municípios estavam dependendo do abastecimento por carro-pipa. Os municípios com melhor acesso a águas subterrâneas (a exemplo de Cariús, Dep. Irapuan Pinheiro, Iguatu, Jucás, Mombaça e Quixelô), resistiram alguns períodos de baixa pluviosidade, até que os carros-pipa foram acionados para complementar o abastecimento.

5 DISCUSSÃO

O estudo encontrou alguns mecanismos associados à prevalência de internações por diarreia nos municípios da ADS de Iguatu-Ce: a) baixos valores do SPI-12; b) baixo acesso a água subterrânea; c) dependência do abastecimento por carro-pipa; d) valores elevados do SPI-12, gerando um alívio da seca e efeito de lixiviação nas águas subterrâneas. Os mecanismos podem ser explicados por dois pontos: 1) relação entre o aumento/redução do CP de internações

por diarreia no fornecimento/interrupção de água por carros-pipa, em que a frequência do serviço de carro-pipa acompanha a dinâmica do agravamento da seca meteorológica. Porém a resposta do acionamento dos carros-pipa é modulada pelo acesso do município à água subterrânea. Dessa maneira, o acesso à água subterrânea reduz a necessidade de carros-pipa na seca severa, levando a diminuição das internações por diarreia; 2) aumento do CP das internações por diarreia no pós-seca e na transição da fase 1 para a fase 2 da seca, devido ao aumento das chuvas (SPI-12), depois de um período prolongado de baixa pluviosidade. O alívio da seca pode ser acompanhado com o aumento das internações por diarreia, com a ocorrência das chuvas, em consequência ao efeito de lixiviação.

O efeito da precipitação pode ser observado em dois aspectos. Tanto as chuvas intensas, quanto a baixa pluviosidade influenciam na ocorrência de surtos de doenças diarreicas. Durante os períodos de seca pode haver uma concentração de patógenos entéricos no solo e quando chove, a precipitação pode atuar na mobilização desses agentes, gerando a contaminação da água potável (Façanha; Pinheiro, 2005; Levy; Smith; Carlton, 2018). Processo mais conhecido como efeito de lixiviação, associado com a chuva intensa após longos períodos de seca, que leva a contaminação da água potável, elevando a ocorrência de casos de diarreia (Carlton *et al.*, 2014). Os mesmos autores apontam que o tratamento da água potável é capaz de reduzir os efeitos deletérios gerados pelas chuvas intensas, após períodos prolongados de baixa pluviosidade.

Ao passar dos anos, a temperatura global se eleva ainda mais e os efeitos das mudanças climáticas nos problemas ambientais, em especial no estresse hídrico, são notáveis (Hajat *et al.*, 2022). Há uma crescente preocupação sobre os impactos das mudanças climáticas na saúde humana, com ênfase nas doenças transmitidas pela água (Alexander; Heaney; Shaman, 2018). Um estudo realizado em Nepal enfatizou que, a elevação de 1°C na temperatura e aumento de 10 mm na precipitação média mensal, culminou com a elevação dos casos de diarreia em crianças menores de 5 anos (Bhandari *et al.*, 2019).

Dessa maneira, alguns indivíduos não têm acesso a água potável e acabam consumindo a água de fontes superficiais, como a água da chuva armazenada em cisternas ou abastecimento por carro-pipa em períodos mais secos. Em momentos anteriores, a qualidade da água distribuída nos municípios cearenses por carros-pipa já foi levantada como pauta diversas vezes, por intermédio de denúncias realizadas (Assembleia Legislativa do Ceará, 2013). Além disso, durante os meses mais secos com pouco recurso hídrico, o uso da água é reduzido para atividades de higiene pessoal e limpeza de banheiros e dimensionado para atividades essenciais de consumo humano, como beber e cozinhar (Ikeda *et al.*, 2019).

Ao longo dos períodos de seca, os municípios cearenses presenciaram os maiores desafios relacionados com a segurança hídrica quanto ao acesso universal em quantidade e qualidade da água. O maior deles está relacionado com o sistema de distribuição de água tratada (Formiga-Johnsson; Britto, 2020). Com ênfase nessa informação, destaca-se que as águas subterrâneas representam um recurso vital de água doce, com padrões mais seguros de potabilidade para a segurança hídrica da população, no contexto das mudanças climáticas (Amanambu *et al.*, 2020). Representam uma fonte hídrica que, se racionalizada adequadamente, será capaz de garantir o desenvolvimento socioeconômico e ambiental de uma região (Da Silva *et al.*, 2023).

O impacto da escassez hídrica não depende apenas de fenômenos meteorológicos, mas também da infraestrutura de distribuição da água e saneamento, da exposição e capacidade adaptativa da população (Levy; Smith; Carlton, 2018; Charnley; Kelman; Murray, 2022). Dessa maneira, por intermédio de medidas que melhorem a qualidade da água, saneamento básico e condições de higiene da população, a ocorrência de quadros da doença pode ser reduzida (Correia *et al.*, 2021). Sobre isso, um estudo apresentou a organização de intervenções em saúde para a prevenção de doenças sensíveis ao clima em três níveis de gestão: macro (elaboração de modelos epidemiológicos e elaboração de políticas públicas); meso (criação de mapas ambientais para entender a dinâmica das doenças e outras) e nível micro (intervenções comunitárias que podem ser conduzidas pelos profissionais de saúde, por exemplo) (Moreira *et al.*, 2022). Com isso, é possível observar que, tanto o enfermeiro, quanto os profissionais de diversas áreas podem atuar na realização de intervenções em saúde para as doenças sensíveis ao clima, tendo em conta os níveis de gestão.

Na atenção primária à saúde, o enfermeiro como membro da equipe de saúde da família (eSF), deve desenvolver ações preventivas de doenças em detrimento dos fatores de risco clínico, ambiental e comportamental (Fittipaldi *et al.*, 2019). Dessa maneira, ações que colaboram com a melhoria da higiene pessoal e qualidade da água para o consumo são cruciais para a prevenção de diarreia e promoção da saúde do indivíduo e da comunidade na qual ele está inserido, com foco na redução da quantidade de internações hospitalares.

Essa pesquisa limitou-se em alguns aspectos. Não foi possível realizar a estratificação de dados socioeconômicos e relacionados a faixa etária das internações por diarreia ao longo dos anos estudados. Entende-se que são dados complementares e relevantes para compreender a caracterização das internações por diarreia. Destaca-se ainda que, rotineiramente, muitos casos de diarreia são atendidos inicialmente na atenção primária à saúde em sua fase aguda, até

que ocorra o agravamento levando a necessidade de internação hospitalar. Tais dados não foram coletados nesse estudo.

Apesar das limitações mencionadas, o estudo apresenta pontos fundamentais que contribuem para a saúde pública e vigilância epidemiológica, infraestrutura local e regional, apresentando-se como uma iniciativa para a elaboração de estudos futuros mais robustos, com maior abrangência geográfica e aplicação de testes estatísticos. Tais aspectos poderão beneficiar a população que vive em regiões semiáridas e que são expostas aos impactos da seca severa.

6 CONCLUSÃO

Com base nos resultados apresentados, conclui-se que o impacto da seca na ocorrência de internações por diarreia nos municípios, depende de vários fatores tais como: o início, duração e magnitude da seca, acesso a águas subterrâneas, dependência de águas superficiais e fornecimento de serviços por carros-pipa. Em resumo, os índices do SPI-12 (sejam eles altos ou baixos), a frequência de acionamento dos carros-pipas e a disponibilidade de águas subterrâneas nos municípios do estudo estruturam a base para a dinâmica da prevalência de internações por diarreia (aumento ou redução) no período estudado.

Dessa maneira, medidas de prevenção e controle devem ser estabelecidas, diante dos mecanismos que levam ao aumento das internações por diarreia nos municípios estudados. Uma das medidas a serem tomadas é a realização e fortalecimento de intervenções em saúde para a prevenção da diarreia, envolvendo a participação multidisciplinar de profissionais de diferentes áreas e também, entre os níveis de gestão (macro, meso e micro).

Em conjunto com as intervenções em saúde, o monitoramento da qualidade físico-química e microbiológica da água devem ser implementados para que a população desses municípios faça o consumo seguro da água, sem que esta forneça riscos adicionais à saúde durante os períodos de seca (e fora deles). A elaboração e reformulação de políticas públicas relacionadas com a infraestrutura e distribuição das águas subterrâneas devem ser discutidas como medida alternativa e/ou complementar, diante da maior vulnerabilidade apresentada pela população dos municípios. Por fim, planos emergenciais e de contingência devem ser elaborados pela gestão municipal e regional, com a finalidade de executar ações direcionadas e efetivas durante e as fases críticas de escassez hídrica, levando em consideração o acesso à água de qualidade para a prevenção de doenças diarreicas.

REFERÊNCIAS

- ALEXANDER, K. A.; HEANEY, A. K.; SHAMAN, J. Hydrometeorology and flood pulse dynamics drive diarrheal disease outbreaks and increase vulnerability to climate change in surface-water-dependent populations: A retrospective analysis. **PLOS Medicine**, v. 15, n. 11, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1002688>.
- ALEMAYEHU, B.; AYELE, B.T.; MELAK, F.; AMBELU, A. Exploring the association between childhood diarrhea and meteorological factors in Southwestern Ethiopia. **Science of the Total Environment**. v. 1, n. 741, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140189>.
- AMANAMBU, A.C. et al. Groundwater system and climate change: Present status and future considerations. **Journal of Hydrology**, v. 589, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2020.125163>.
- ASSEMBLEIA LEGISLATIVA DO CEARÁ (ALECE). Ministério Público discute qualidade da água de carros-pipa. 2013. Disponível em: <https://www3.al.ce.gov.br/index.php/component/k2/item/16556-minist%C3%A9rio-p%C3%BAblico-discute-qualidade-da-%C3%A1gua-de-carros-pipa>. Acesso em: 29 set. 2024.
- BARROS, A. C. L. et al. Conceitos de gestão e gerência do cuidado de enfermagem: revisão de escopo. **Revista Brasileira de Enfermagem**, v. 6, n.1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2022-0020pt>.
- BHANDARI, D.; BI, P.; SHERCHAND, J. B.; DHIMAL, M.; HANSON-EASEY, S. Assessing the effect of climate factors on childhood diarrhoea burden in Kathmandu, Nepal. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, v. 223, n. 1, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijheh.2019.09.002>.
- BOAFO, Y. A. et al. Unraveling diarrheal disease knowledge, understanding, and management practices among climate change vulnerable coastal communities in Ghana. **Front Public Health**, v. 14, n. 12, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpubh.2024.1352275>.
- BRASIL. Ministério da Educação. Seca de 2012 a 2017 no semiárido foi a mais longa na história do Brasil (março 2018). 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/fundaj/pt-br/destaques/observa-fundaj-itens/observa-fundaj/documentarios-e-estudos-sobre-as-secas/seca-de-2012-a-2017-no-semiarido-foi-a-mais-longa-na-historia-do-brasil-marco-2018>. Acesso em: 28 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional (MIDR). 2024. Operação Carro-Pipa: 26 anos levando água para o povo brasileiro. Disponível em: <https://www.gov.br/mdr/pt-br/noticias/operacao-carro-pipa-26-anos-levando-agua-para-o-povo-brasileiro>. Acesso em: 27 set. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). 2024. Doenças diarreicas agudas. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda#:~:text=S%C3%A3o%20caracterizadas%20por%20uma%20s%C3%ADndrome,v%C3%B4mito%2C%20febre%20e%20dor%20abdominal>. Acesso em: 05 nov. 2024.
- BRASIL. Ministério da Saúde (MS). 2024. Manejo do paciente com diarreia: avaliação do estado de hidratação do paciente. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de->

[conteudo/publicacoes/svsa/doencas-diarreicas-agudas/manejo-do-paciente-com-diarreia-avaliacao-do-estado-de-hidratacao-do-paciente-arquivo-com-marcas-de-corte/view](#). Acesso em: 05 nov. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). 2021. Regionalização. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/se/dgip/regionalizacao#:~:text=Ela%20%C3%A9%20o%20eixo%20estruturan te.com%20ganho%20de%20escala%2C%20o>. Acesso em: 12 set. 2024.

BRASIL. Ministério da Saúde. Gabinete do Ministro. **Portaria nº 2.436, de 21 de setembro de 2017**. Brasília, 2017.

BÜHLER, H. F.; IGNOTTI, E.; NEVES, S. M. A. S.; HACON, S. S. Análise espacial de indicadores integrados de saúde e ambiente para morbimortalidade por diarreia infantil no Brasil, 2010. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 9, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-311X00078013>.

BÜHLER, H. F.; IGNOTTI, E.; NEVES, S. M. A. S.; HACON, S. S. Análise espacial de indicadores integrados determinantes da mortalidade por diarreia aguda em crianças menores de 1 ano em regiões geográficas. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 10, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-812320141910.09282014>.

CALVO, Maria Cristino Marino et al. Estratificação de municípios brasileiros para avaliação de desempenho em saúde. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 25, n. 4, 2016. DOI: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000400010>.

CARLTON, E. J.; EISENBERG, J. N.; GOLDSTICK, J, CEVALLOS, W.; TROSTLE, J.; LEVY, K. Heavy rainfall events and diarrhea incidence: the role of social and environmental factors. **Am J Epidemiol**, v. 179, n. 3, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1093/aje/kwt279>.

CESARIO, R. R.; TAVARES-NETO, J. Prevalência de diarreia na população do Distrito Docente-Assistencial do Tucumã, Rio Branco, Estado do Acre, Brasil, em 2003. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 15, n. 3, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742006000300003>.

CHARNLEY, G. E. C.; KELMAN, I.; MURRAY, K. A. Drought-related cholera outbreaks in Africa and the implications for climate change: a narrative review. **Pathog Glob Health**, v. 116, n. 1, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1080/20477724.2021.1981716>.

CHART WATER. Aquíferos são opções para garantia hídrica no Ceará. 2020. Disponível em: <https://tratamentodeagua.com.br/aquiferos-seguranca-hidrica-ceara/>. Acesso em: 05 nov. 2024.

COELHO, Tânia Mara Silva et al. 2023. Plano de Saúde Regional. Disponível em: https://www.saude.ce.gov.br/wp-content/uploads/sites/9/2023/08/PSR_CARIRI_FINAL.pdf. Acesso em: 12 set. 2024.

COMPANHIA DE GESTÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS (COGERH). Comitês de Bacias Hidrográficas. 2022. Disponível em: <https://portal.cogerh.com.br/comites-de-bacias-hidrograficas/>. Acesso em: 23 set. 2024.

Companhia de Gestão dos Recursos Hídricos (COGERH). Comitês de Bacias Hidrográficas. 2024. Disponível em:

https://outorgasvigentes.cogerh.com.br/paginaSemValidacao/outorgaVigente/outorgas_fh.xhtml. Acesso em: 23 set. 2024.

CONSELHO FEDERAL DE ENFERMAGEM (COFEN). Resolução COFEN n° 629/2022 - alterada pelas Resoluções n°s 707/2022 e 717/2023. Disponível em:

<https://www.cofen.gov.br/resolucao-cofen-no-696-2022/>. Acesso em: 29 set. 2024.

CORREIA, C. V.; HUZCZ, G. B.; PAES, B. A.; DOS SANTOS, A. G. E.; MARTENS, L. B. DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA E SEU GRANDE IMPACTO NO BRASIL: CONSEQUÊNCIA DE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS OU INEFICIÊNCIA DE POLÍTICAS PÚBLICAS? **Brazilian Medical Students Journal**, v. 5, n.8, 2021. DOI: <https://doi.org/10.53843/bms.v5i8.100>.

DA SILVA, M. I., et al. Groundwater quality assessment in a peri-urban Brazilian semi-arid microbasin. **Environmental Earth Sciences**, v. 82, n. 73, 2023. DOI: <https://dx.doi.org/10.1007/s12665-023-10752-2>.

DE CARVALHO, J. D.; DE MELO, M. C.; GALVÃO, P. G. P.; MIRANDA, W. L.; LASMAR, B. E. Água subterrânea em contexto de escassez hídrica na bacia hidrográfica do Rio São Francisco (MG). **Ambiente & Sociedade**, v. 27, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc0177r5vu27L2AO>.

DE MELO, A. R. F. F., et al. Análise epidemiológica de óbitos por diarreia e gastroenterite de origem presumível em crianças menores de 10 anos no Brasil e suas macrorregiões. **Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences**, v. 5, n. 4, 2023. DOI: <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2023v5n4p608-617>.

DE OLIVEIRA, T. A.; SOUSA FILHO, F. A.; VASCONCELOS JUNIOR, F. C. Análise da Relação entre Diferentes índices de Seca: Caso de Estudo na Bacia do Alto Jaguaribe. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 38, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863810014>.

DE SANTANA, A. S.; DOS SANTOS, G. R. IMPACTOS DA SECA DE 2012-2017 NA REGIÃO SEMIÁRIDA DO NORDESTE: NOTAS SOBRE A ABORDAGEM DE DADOS QUANTITATIVOS E CONCLUSÕES QUALITATIVAS. Boletim regional, urbano e ambiental. 2020. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/10392/1/brua_22_ensaio_ambiental_artigo_9.pdf. Acesso em: 07 out. 2024.

FAÇANHA, M. C.; PINHEIRO, A. C. Comportamento das doenças diarréicas agudas em serviços de saúde de Fortaleza, Ceará, Brasil, entre 1996 e 2001. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 21, n. 1, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2005000100006>.

FITTIPALDI, A. L. M.; O'DWYER, G.; HENRIQUES, P. Educação em saúde na atenção primária: as abordagens e estratégias contempladas nas políticas públicas de saúde. **Interface**, v. 25, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/interface.200806>.

FORMIGA-JOHNSON, R. M.; BRITTO, A. L. Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro. **Revista Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190207r1vu2020L6TD>.

GÄRTNER, N.; GERMANN, L.; WANYAMA, K.; Henry OUMA, H.; Regula MEIERHOFER, R. Keeping water from kiosks clean: Strategies for reducing recontamination during transport and storage in Eastern Uganda. **Water Research X**, v. 10, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.wroa.2020.100079>.

GONÇALVES, S. T. N., et al. Índices e metodologias de monitoramento de secas: Uma revisão. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 36, n. 6, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/0102-77863630007>.

HAJAT, S.; GAMPE, D.; SARSOOR, A.; ABUZERR, S. Climate Change and Diarrhoeal Disease Burdens in the Gaza Strip, Palestine: Health Impacts of 1.5 °C and 2 °C Global Warming Scenarios. **Int J Environ Res Public Health**, v. 19, n. 8, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph19084898>.

HAMMIOUI, Y. E., et al. Evaluation of the physicochemical and bacteriological quality of water wells in Khenifra province (Morocco). **Modeling Earth Systems and Environment**, v. 10, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s40808-023-01902-3>.

HENIG, E. V. Breves reflexões sobre os resultados do Programa 1 Milhão de Cisternas. **Serviço Social em Revista**, v. 26, n. 1, 2023. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-4842.2023v26n1p305>.

HYLLESTAD, S., et al. Estimating the risk of gastrointestinal illness associated with drinking tap water in Norway: a prospective cohort study. **BMC Public Health**, v. 24, n. 1, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1186/s12889-024-19607-2>.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). IBGE cidades. 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 01 out. 2024.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTRATÉGIA ECONÔMICA DO CEARÁ (IPECE). Sistema de Informações Geossocioeconômicas do Ceará - IPECEDATA. 2022. Disponível em: <http://ipecedata.ipece.ce.gov.br/ipece-data-web/>. Acesso em: 10 out. 2024.

IKEDA, T.; KAPWATA, T.; BEHERA, S.K.; MINAKAWA, N.; HASHIZUME, M.; SWEIJ, N.; MATHEE, A.; WRIGHT, C.Y. Climatic Factors in Relation to Diarrhoea Hospital Admissions in Rural Limpopo, South Africa. **Atmosphere**, v. 10, n.9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/atmos10090522>.

KEMAJOU, D. N. Climate variability, water supply, sanitation and diarrhea among children under five in Sub-Saharan Africa: a multilevel analysis. **Journal of water and health**, v. 20, n. 4, 2022. DOI: <https://doi.org/10.2166/wh.2022.199>.

KUIAVA, V. A.; PERIN, A. T.; CHIELLE, E. O. Hospitalização e taxas de mortalidade por diarreia no Brasil: 2000-2015. **Ciência&Saúde**, v. 12, n. 2, 2019. DOI: <https://doi.org/10.15448/1983-652X.2019.2.30022>.

LEVY, K.; SMITH, S. M.; CARLTON, E. J. Climate Change Impacts on Waterborne Diseases: Moving Toward Designing Interventions. **Curr Environ Health Rep**, v. 5, n. 2, 2018. DOI: <https://doi.org/10.1007/s40572-018-0199-7>.

LIMA, M. T. V.; OLIVEIRA, C. W. Validação estatística dos dados climáticos disponíveis na plataforma climate-data.org para o estado do Ceará. **Revista GEAMA - Ciências Ambientais e Biotecnologia**, v. 7, n. 2, 2021.

LORA-ARIZA, B.; PIÑA, A.; DONADO, L.D. Assessment of groundwater quality for human consumption and its health risks in the Middle Magdalena Valley, Colombia. **Sci Rep**, v. 14, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41598-024-61259-0>.

MALTA, M. et al. Iniciativa STROBE: subsídios para a comunicação de estudos observacionais. **Revista de Saúde Pública**, v. 44, n. 3, 2010. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0034-89102010000300021>.

MCKEE, T. B.; DOESKEN, N. J.; KLEIST, J. The Relationship of Drought Frequency and Duration to Time Scales. 8th Conference on Applied Climatology, Anaheim, 17-22 January 1993, 179-184.

MEIMANDI, J.B.; BAZRAFSHAN, O.; ESMAELPOUR, Y.; ZAMANI, H.; SHEKARI, M. Risk assessment of meteo-groundwater drought using copula approach in the arid region. **Stoch Environ Res Risk Assess**, v. 38, 2024. DOI: <http://dx.doi.org/10.1007/s00477-023-02641-8>.

MERCHÁN-HAMANN, E.; TAUILL, P. L. Proposta de classificação dos diferentes tipos de estudos epidemiológicos descritivos. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 30, n. 1, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1679-49742021000100026>.

MOREIRA, R. P.; COSTA, A. C.; GOMES, T. F.; FERREIRA, G. O. Climate and climate-sensitive diseases in semi-arid regions: a systematic review. **International Journal Public Health**, v. 65, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00038-020-01464-6>.

MOREIRA, R. P. et al. Health Interventions for Preventing Climate-Sensitive Diseases: Scoping Review. **Journal of Urban Health**, v. 99, n. 3, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11524-022-00631-9>.

NATIONAL DROUGHT MITIGATION CENTER (NDMC). SPI Generator [software]. 2018. Universidade de Nebraska–Lincoln. Disponível em: <https://drought.unl.edu/Monitoring/SPI/SPIProgram.aspx>. Acesso em: 07 out. 2024.

NEVES-SILVA, P.; HELLER, L. O direito humano à água e ao esgotamento sanitário como instrumento para promoção da saúde de populações vulneráveis. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 21, n. 6, 2016. DOI: <https://doi.org/10.1590/1413-81232015216.03422016>.

NGOWI, H. A. Prevalence and pattern of waterborne parasitic infections in eastern Africa: A systematic scoping review. **Food Waterborne Parasitol**, v. 8, n. 20, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.fawpar.2020.e00089>.

PONTES FILHO, J. D; PORTELA, M. M.; STUDART, T. M. C.; SOUZA FILHO, F. A Continuous Drought Probability Monitoring System, CDPMS, Based on Copulas. **Water**, v. 11, n. 9, 2019. DOI: <https://doi.org/10.3390/w11091925>.

PORTAL DA OPERAÇÃO CARRO-PIPA. Operação Pipa. 2013. Disponível em: <https://sedec.5cta.eb.mil.br/>. Acesso em: 27 out. 2024.

RODRIGUES, B. D.; COUTINHO, M. D. L.; SAKAMOTO, M. S.; JACINTO, L. V. Uma análise sobre as chuvas do Ceará baseada nos eventos de El niño, La niña e no dipolo do servain durante a estação chuvosa. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 28, 2021.

SMITH, C. D.; JACKSON, K.; PETERS, H.; LIMA, S. H.; Lack of Safe Drinking Water for Lake Chapala Basin Communities in Mexico Inhibits Progress toward Sustainable Development Goals 3 and 6. **Int J Environ Res Public Health**, v. 17, n. 22, 2020. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijerph17228328>.

TALLAKSEN, L. M.; MADSEN, H.; CLAUSEN, B. On the definition and modelling of streamflow drought duration and deficit volume. **Hydrological Sciences Journal**, v. 42, 1997. DOI: <https://doi.org/10.1080/02626669709492003>.

VAZ, F. P. C.; NASCIMENTO, L. F. C. Distribuição espacial das internações por diarreia no Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Saúde Materno Infantil**, v. 17, n. 3, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/1806-93042017000300004>.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). SDG Goal 6 Ensure availability and sustainable management of water and sanitation for all. 2024. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/data/themes/topics/sdg-target-6-ensure-availability-and-sustainable-management-of-water-and-sanitation-for-all>. Acesso em: 07 out. 2024.

ZHENG, J. et al. A novel framework for investigating the mechanisms of climate change and anthropogenic activities on the evolution of hydrological drought. **Sci Total Environ**, v. 20, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.165685>.

APÊNDICES

APÊNDICE A:

Tabela 4 - Distribuição das outorgas nos municípios por tipo de manancial.

Município	Açude	Adutora	Poço	Riacho	Rio	Total	
Acopiara		26	0	13	0	1	40
Cariús		1	0	3	0	0	4
Catarina		4	1	1	0	0	6
Dep. Irapuan Pinheiro		4	0	3	0	0	7
Iguatu		1	0	9	0	0	10
Jucás		1	0	6	0	0	7
Mombaça		17	0	35	0	1	53
Piquet Carneiro		25	0	17	1	0	43
Quixelô		7	0	3	0	0	10
Saboeiro		5	0	3	0	2	10

Fonte: Elaboração própria (2024).

APÊNDICE B:

Tabela 5 – Apresentação do coeficiente de prevalência anual das internações por diarreia.

Município	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	TOTAL
Acopiara	2,5	1,9	0,2	0,4	1,7	1,2	1,5	1,5	0,6	11,4
Cariús	3,4	1,7	0,6	12,9	5,1	4,5	3,9	12,4	3,9	48,3
Catarina	32,4	1,4	0,0	0,0	0,0	4,8	21,4	16,6	0,7	77,3
Dep. Irapuan Pinheiro	0,0	1,1	2,2	0,0	0,0	1,1	0,0	2,2	0,0	6,7
Iguatu	6,5	9,6	3,1	3,0	3,9	11,2	19,8	11,8	3,6	72,5
Jucás	1,7	1,3	1,3	0,4	3,4	0,4	3,4	1,7	0,0	13,4
Mombaça	0,5	0,2	0,2	0,2	0,0	0,7	1,0	1,0	0,2	4,2
Piquet Carneiro	1,9	0,6	0,6	0,0	1,2	1,9	2,5	11,2	8,1	28,1
Quixelô	26,5	110,0	25,9	16,2	7,8	7,8	22,0	13,6	5,2	234,9
Saboeiro	3,4	2,0	0,0	0,7	1,4	4,1	15,5	7,4	2,0	36,5

Fonte: Elaboração própria (2024).

APÊNDICE C:**Tabela 6** – Tempo esperado para o acionamento dos carros-pipa e frequência de atendimento nos municípios do estudo.

Município	Início do atendimento (meses)	Frequência de atendimento (meses)
Acopiara	2	43
Cariús	12	17
Catarina	2	45
Dep. Irapuan Pinheiro	12	38
Iguatu	21	11
Jucás	16	18
Mombaça	0	45
Piquet Carneiro	2	40
Quixelô	11	26
Saboeiro	4	65

Fonte: Elaboração própria (2024).

ANEXOS

ANEXO 1:

STROBE Statement—checklist of items that should be included in reports of observational studies

	Item No	Recommendation	Page No
Title and abstract	1	(a) Indicate the study's design with a commonly used term in the title or the abstract	3
		(b) Provide in the abstract an informative and balanced summary of what was done and what was found	3
Introduction			
Background/rationale	2	Explain the scientific background and rationale for the investigation being reported	12
Objectives	3	State specific objectives, including any prespecified hypotheses	14
Methods			
Study design	4	Present key elements of study design early in the paper	14
Setting	5	Describe the setting, locations, and relevant dates, including periods of recruitment, exposure, follow-up, and data collection	15
Participants	6	(a) <i>Cohort study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants. Describe methods of follow-up <i>Case-control study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of case ascertainment and control selection. Give the rationale for the choice of cases and controls <i>Cross-sectional study</i> —Give the eligibility criteria, and the sources and methods of selection of participants	18
		(b) <i>Cohort study</i> —For matched studies, give matching criteria and number of exposed and unexposed <i>Case-control study</i> —For matched studies, give matching criteria and the number of controls per case	N/A
Variables	7	Clearly define all outcomes, exposures, predictors, potential confounders, and effect modifiers. Give diagnostic criteria, if applicable	N/A
Data sources/ measurement	8*	For each variable of interest, give sources of data and details of methods of assessment (measurement). Describe comparability of assessment methods if there is more than one group	19
Bias	9	Describe any efforts to address potential sources of bias	N/A
Study size	10	Explain how the study size was arrived at	N/A
Quantitative variables	11	Explain how quantitative variables were handled in the analyses. If applicable, describe which groupings were chosen and why	20
Statistical methods	12	(a) Describe all statistical methods, including those used to control for confounding	N/A

(b) Describe any methods used to examine subgroups and interactions	N/A
(c) Explain how missing data were addressed	N/A
(d) <i>Cohort study</i> —If applicable, explain how loss to follow-up was addressed <i>Case-control study</i> —If applicable, explain how matching of cases and controls was addressed <i>Cross-sectional study</i> —If applicable, describe analytical methods taking account of sampling strategy	N/A
(e) Describe any sensitivity analyses	N/A

Continued on next page

Results

Participants	13*	(a) Report numbers of individuals at each stage of study—eg numbers potentially eligible, examined for eligibility, confirmed eligible, included in the study, completing follow-up, and analysed	N/A
		(b) Give reasons for non-participation at each stage	N/A
		(c) Consider use of a flow diagram	N/A
Descriptive data	14*	(a) Give characteristics of study participants (eg demographic, clinical, social) and information on exposures and potential confounders	N/A
		(b) Indicate number of participants with missing data for each variable of interest	N/A
		(c) <i>Cohort study</i> —Summarise follow-up time (eg, average and total amount)	N/A
Outcome data	15*	<i>Cohort study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures over time	N/A
		<i>Case-control study</i> —Report numbers in each exposure category, or summary measures of exposure	N/A
		<i>Cross-sectional study</i> —Report numbers of outcome events or summary measures	21
Main results	16	(a) Give unadjusted estimates and, if applicable, confounder-adjusted estimates and their precision (eg, 95% confidence interval). Make clear which confounders were adjusted for and why they were included	N/A
		(b) Report category boundaries when continuous variables were categorized	N/A
		(c) If relevant, consider translating estimates of relative risk into absolute risk for a meaningful time period	N/A
Other analyses	17	Report other analyses done—eg analyses of subgroups and interactions, and sensitivity analyses	29

Discussion

Key results	18	Summarise key results with reference to study objectives	42
Limitations	19	Discuss limitations of the study, taking into account sources of potential bias or imprecision. Discuss both direction and magnitude of any potential bias	44
Interpretation	20	Give a cautious overall interpretation of results considering objectives, limitations, multiplicity of analyses, results from similar studies, and other relevant evidence	43
Generalisability	21	Discuss the generalisability (external validity) of the study results	44

Other information

Funding	22	Give the source of funding and the role of the funders for the present study and, if applicable, for the original study on which the present article is based	N/A
---------	----	---	-----

*Give information separately for cases and controls in case-control studies and, if applicable, for exposed and unexposed groups in cohort and cross-sectional studies.

Note: An Explanation and Elaboration article discusses each checklist item and gives methodological background and published examples of transparent reporting. The STROBE checklist is best used in conjunction with this article (freely available on the Web sites of PLoS Medicine at <http://www.plosmedicine.org/>, Annals of Internal Medicine at <http://www.annals.org/>, and Epidemiology at <http://www.epidem.com/>). Information on the STROBE Initiative is available at www.strobe-statement.org.