



**UNIVERSIDADE DA INTEGRAÇÃO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-
BRASILEIRA - UNILAB**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENFERMAGEM - MAENF INSTITUTO
DE CIÊNCIAS DA SAÚDE - ICS**

TICIANE FREIRE GOMES

**DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA E SUA RELAÇÃO COM A
HIDROCLIMATOLOGIA DO SEMIÁRIDO**

REDENÇÃO – CEARÁ

2021

TICIANE FREIRE GOMES

DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA E SUA RELAÇÃO COM A HIDROCLIMATOLOGIA
DO SEMIÁRIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) como requisito para conclusão do Mestrado Acadêmico em Enfermagem. Área de concentração: Saúde e Enfermagem no Cenário dos Países Lusófonos. Linha de pesquisa: Tecnologias no Cuidado em Saúde no cenário dos países lusófonos

Orientadora: Dr^a Rafaella Pessoa Moreira

Coorientador: Dr Alexandre Cunha Costa

REDENÇÃO – CEARÁ

2021

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

Gomes, Ticiane Freire.

G612d

Doenças sensíveis ao clima e sua relação com a hidroclimatologia do semiárido / Ticiane Freire Gomes. - Redenção, 2021.
120f: il.

Dissertação - Curso de Mestrado Acadêmico em Enfermagem, Programa de Pós-graduação em Enfermagem, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira, Redenção, 2021.

Orientador: Dr^a Rafaella Pessoa Moreira.

Coorientador: Dr. Alexandre Cunha Costa.

1. Doenças - Fatores climáticos. 2. Regiões áridas - Doenças.
3. Dengue. 4. Enfermagem. I. Título

CE/UF/BSP

CDD 610.73

TICIANE FREIRE GOMES

DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA E SUA RELAÇÃO COM A HIDROCLIMATOLOGIA
DO SEMIÁRIDO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Enfermagem da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB) como requisito para conclusão do Mestrado Acadêmico em Enfermagem. Área de concentração: Saúde e Enfermagem no Cenário dos Países Lusófonos. Linha de pesquisa: Tecnologias no Cuidado em Saúde no cenário dos países lusófonos

Aprovada em: 30 de agosto de 2021

BANCA EXAMINADORA



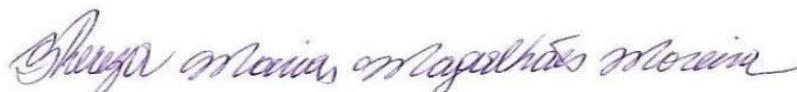
Prof. Dra. Rafaella Pessoa Moreira (Orientadora)

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



Prof. Dr. Alexandre Cunha Costa (Co-orientador)

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



Prof. Dra. Thereza Maria Magalhães Moreira (Membro Externo ao Programa)

Universidade Estadual do Ceará (UECE)



Prof. Dr. George Leite Mamede (Membro Externo ao Programa)

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

A rectangular image showing a handwritten signature in blue ink on a light-colored background. The signature reads "Tahissa Frota Cavalcante".

Profa. Dra. Tahissa Frota Cavalcante (Membro Interno ao Programa)
Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)

RESUMO

As mudanças climáticas são reconhecidas como uma ameaça à saúde mundial. A variabilidade climática em climas extremos, como o semiárido, influenciam e desencadeiam as doenças sensíveis ao clima, como as transmitidas por vetores, por veiculação hídrica e respiratória. Os objetivos deste estudo foram: 1) identificar as principais fontes de abastecimento de água e sua relação com as doenças de veiculação hídrica em regiões semiáridas; 2) descrever as relações entre variáveis climáticas e doenças sensíveis ao clima em regiões semiáridas; 3) identificar a relação das variáveis climáticas com a incidência de casos de dengue no estado do Ceará; 4) mapear as intervenções presentes no Sistema de Classificação das Intervenções de Enfermagem para as doenças de veiculação hídrica e doenças sensíveis ao clima. O estudo foi organizado em três capítulos: 1) revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica no semiárido; 2) revisão sistemática sobre doenças sensíveis ao clima no semiárido; 3) análise de séries temporais sobre a relação das variáveis climáticas com a incidência de casos de dengue no estado do Ceará. Para a seleção das produções das revisões sistemáticas dos dois primeiros capítulos utilizou-se o acesso a cinco bases de dados: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline / PubMed); SCOPUS, Cochrane e Web of Science. Também, foi pesquisado o buscador acadêmico Science Direct. Para o primeiro capítulo utilizou-se os descritores: *water supply, semiarid, dryland, waterborne diseases e health*. Identificaram-se 301 artigos. Após a seleção, resultaram-se em 12 artigos. Os artigos foram publicados na África (58%), no Brasil (33%) e na Palestina (9%). As principais fontes de abastecimento de água foram provenientes de poços (33%), de rios (58%) e da chuva (42%). As doenças diarreicas foram associadas a fontes de água de poços e rios, onde coliformes totais ou *Escherichia coli* foram identificados. Parasitas entéricos estavam presentes nas águas originárias da chuva e na água armazenada nas residências. Entretanto, a maior variedade de contaminantes foi encontrada em poços rasos. Para o segundo capítulo, os descritores utilizados para busca foram: *dryland, semiarid, droughts, climate change, diseases climate-sensitive, water border diseases*. Identificaram-se 542 artigos. Após seleção, restaram 17 artigos para análise. Os artigos foram produzidos na África (30%), no Irã (23%), na Ásia (17%), nos Estados Unidos (12%), no Brasil (6%) e em outros países (12%). Das doenças sensíveis ao clima identificadas, destacaram-se as vetoriais, as hídricas e as respiratórias. As variáveis climáticas mais frequentes relacionadas a essas doenças foram: temperatura do ar (82%), precipitação (64%) e umidade do ar (41%). Apesar da relação evidente entre as doenças vetoriais e essas variáveis, ainda não é possível saber em detalhes como estão associadas a doenças respiratórias, infecciosas e doenças

gastrointestinais. Para o terceiro capítulo, na análise de séries temporais, foram utilizados dados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação de 2008 a 2018 de sete municípios do Ceará: Fortaleza, Sobral, Tauá, Quixeramobim, Iguatu, Jaguaruana e Barbalha. Para analisar a evolução mensal, sazonal e anual dos casos de dengue e sua relação com as variáveis climáticas, foram elaborados gráficos mensais de Diagrama-de-Caixa e gráficos anuais das séries temporais. Além disso, foram utilizadas regressões lineares múltiplas para encontrar relações entre o número mensal de casos de dengue e as variáveis climáticas. O estudo mostrou que a estação de dengue nos municípios dura entre 4 e 5 meses e que o efeito da chuva pode aumentar o risco de dengue em horizontes de tempo diferentes (e.g. um mês ou dois meses à frente) nos municípios do estudo. É possível relacionar o número mensal de casos de dengue com variáveis climáticas (temperatura máxima e mínima, e precipitação) por meio de regressão linear múltipla (Coeficiente de Pearson entre 0.39 a 0.72) durante os meses de maior concentração de casos de dengue. As intervenções de enfermagem identificadas não são direcionadas para as doenças sensíveis ao clima. Ações de saúde pública devem ser implementadas por enfermeiros no semiárido para prevenção das doenças sensíveis ao clima, com destaque para a dengue, levando em consideração a variabilidade climática que favorecem o surgimento dessas doenças.

Palavras-chave: Doenças transmitidas pela água. Doenças transmitidas por vetores. Dengue. Variabilidade climática. Semiárido. Enfermagem.

ABSTRACT

Climate change is recognized as a threat to global health. Climatic variability in extreme climates, such as the semiarid, influence and trigger climate-sensitive diseases, such as those transmitted by vectors, by water and respiratory transmission. The objectives of this study were: 1) to identify the main sources of water supply and their relationship with waterborne diseases in semiarid regions; 2) describe the relationships between climatic variables and climate-sensitive diseases in semi-arid regions; 3) identify the relationship of climate variables with the incidence of dengue cases in the state of Ceará; 4) map the interventions present in the Nursing Intervention Classification System for waterborne diseases and climate-sensitive diseases. The study was organized into three chapters: 1) systematic review of waterborne diseases in the semiarid region; 2) systematic review of climate-sensitive diseases in the semiarid region; 3) analysis of time series on the relationship of climate variables with the incidence of dengue cases in the state of Ceará. To select the productions of the systematic reviews of the first two chapters, access to five databases was used: Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline / PubMed); SCOPUS, Cochrane and Web of Science. Also, the academic search engine Science Direct was searched. For the first chapter, the following descriptors were used: water supply, semiarid, dryland, waterborne diseases and health. 301 articles were identified. After selection, 12 articles resulted. The articles were published in Africa (58%), Brazil (33%) and Palestine (9%). The main sources of water supply came from wells (33%), rivers (58%) and rain (42%). Diarrheal diseases have been associated with water sources from wells and rivers, where total coliforms or *Escherichia coli* have been identified. Enteric parasites were present in rainwater and water stored in homes. However, the greatest variety of contaminants was found in shallow wells. For the second chapter, the descriptors used for the search were: dryland, semiarid, droughts, climate change, climate-sensitive diseases, water border diseases. 542 articles were identified. After selection, 17 articles remained for analysis. The articles were produced in Africa (30%), Iran (23%), Asia (17%), the United States (12%), Brazil (6%) and other countries (12%). Of the climate-sensitive diseases identified, vector, water and respiratory diseases stood out. The most frequent climatic variables related to these diseases were: air temperature (82%), precipitation (64%) and air humidity (41%). Despite the evident relationship between vector diseases and these variables, it is still not possible to know in detail how they are associated with respiratory, infectious and gastrointestinal diseases. For the third chapter, in the analysis of time series, data from the Information System for Notifiable Diseases from 2008 to 2018

from seven municipalities in Ceará were used: Fortaleza, Sobral, Tauá, Quixeramobim, Iguatu, Jaguaruana and Barbalha. In order to analyze the monthly, seasonal and annual evolution of dengue cases and their relationship with climatic variables, monthly cash-diagram graphs and annual time series graphs were created. In addition, multiple linear regressions were used to find relationships between the monthly number of dengue cases and climate variables. The study showed that the dengue season in the municipalities lasts between 4 and 5 months and that the effect of rain can increase the risk of dengue in different time horizons (e.g. one month or two months ahead) in the study municipalities. It is possible to relate the monthly number of dengue cases with climatic variables (maximum and minimum temperature, and precipitation) through multiple linear regression (Pearson coefficient between 0.39 to 0.72) during the months with the highest concentration of dengue cases. The identified nursing interventions are not targeted at climate-sensitive diseases. Public health actions must be implemented by nurses in the semiarid region to prevent climate-sensitive diseases, especially dengue, taking into account the climate variability that favors the emergence of these diseases.

Keywords: Waterborne diseases. Vector-borne diseases. Dengue. Climatic variability. Semiarid. Nursing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Fluxograma de identificação e seleção das publicações (PRISMA) para a revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica.....	29
Figura 2 – Fluxograma de identificação e seleção das publicações (PRISMA) para a revisão sistemática sobre doenças de sensíveis ao clima.....	58
Figura 3 – Incidência mensal de dengue em Fortaleza (2008-2018).....	77
Figura 4 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Fortaleza (2008-2018).....	78
Figura 5 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Fortaleza (2008-2018).....	78
Figura 6 – Incidência mensal de dengue em Sobral (2008-2018).....	80
Figura 7 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Sobral (2008-2018).....	80
Figura 8 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Sobral (2008-2018).....	81
Figura 9 – Incidência mensal de dengue em Tauá (2008-2018).....	82
Figura 10 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Tauá (2008-2018).....	83
Figura 11 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Tauá (2008-2018)	83
Figura 12 – Incidência mensal de dengue em Quixeramobim (2008-2018).....	85
Figura 13 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Quixeramobim (2008-2018)	85
Figura 14 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Quixeramobim (2008-2018).....	86
Figura 15 – Incidência mensal de dengue em Iguatu (2008-2018).....	87
Figura 16 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Iguatu (2008-2018).....	88
Figura 17 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Iguatu (2008-2018).....	88
Figura 18 – Incidência mensal de dengue em Jaguaruana (2008-2018).....	90
Figura 19 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Jaguaruana (2008-2018).....	91
Figura 20 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Jaguaruana (2008-2018).....	91
Figura 21 – Incidência mensal de dengue em Barbalha (2008-2018).....	93
Figura 22 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Barbalha (2008-2018).....	94
Figura 23 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Barbalha (2008-2018).....	94

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Tabela 1 –	Resumo dos resultados da revisão sistemática sobre doenças de veiculação hídrica.....	32
Tabela 2 –	Resumo dos resultados da revisão sistemática de sobre doenças sensíveis ao clima.....	61
Tabela 3 –	Regressão linear Dengue.....	114
Quadro 1 –	Intervenções e atividades de enfermagem para doenças de veiculação hídrica.....	53
Quadro 2 –	Intervenções e atividades de enfermagem para doenças sensíveis ao clima.....	73
Quadro 3 –	Intervenções e atividades de enfermagem para a dengue.....	100

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
OMS	Organização Mundial da Saúde
OPAS	Organização Panamericana de Saúde
SUS	Sistema Único de Saúde
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UNILAB	Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro- Brasileira
DSC	Doenças sensíveis ao clima

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	Geral.....	25
2.2	Específico.....	25
3	PRIMEIRO CAPÍTULO: DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO - REVISÃO SISTEMÁTICA.....	26
3.1	Objetivo.....	26
3.2	Método.....	26
3.3	Questão de pesquisa.....	26
3.4	Critérios de elegibilidade.....	26
3.4.1	Inclusão.....	26
3.4.2	Exclusão.....	27
3.5	Fontes de informação.....	27
3.6	Estratégia de busca.....	27
3.7	Processo de coleta de dados.....	28
3.8	Análise dos dados.....	28
3.9	Resultados.....	29
3.10	Discussão.....	38
3.10.1	O papel das fontes hídricas.....	38
3.10.2	Doenças e contaminantes.....	42
3.10.3	Armazenamento e tratamento da água.....	46
3.10.4	Presença de animais domésticos.....	50
3.11	Intervenções de enfermagem para as doenças de veiculação hídricas presentes na NIC e as implicações para enfermagem.....	52
4	SEGUNDO CAPÍTULO: CLIMA E DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - REVISÃO SISTEMÁTICA.....	55
4.1	Objetivo.....	55
4.2	Método.....	55
4.3	Questão de pesquisa.....	55
4.4	Critérios de elegibilidade.....	56
4.4.1	Inclusão.....	56

4.4.2	Exclusão.....	56
4.5	Fontes de informação.....	56
4.6	Estratégia de busca.....	56
4.7	Processo de coleta de dados.....	57
4.8	Análise dos dados.....	57
4.9	Resultados.....	58
4.10	Discussão.....	65
4.10.1	Doenças transmitidas por vetores sensíveis ao clima.....	65
4.10.2	Doenças respiratórias, fúngicas e bacterianas relacionadas ao clima.....	67
4.10.3	Diarreia e doenças transmitidas pela água.....	70
4.10.4	Intervenções de enfermagem para as DSC presentes na NIC e as implicações para enfermagem.....	72
5	TERCEIRO CAPÍTULO: RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM A INCIDÊNCIA DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DO CEARÁ.....	75
5.1	Objetivo.....	75
5.2	Tipo de estudo.....	75
5.3	Local da coleta de dados.....	75
5.4	Período da coleta de dados.....	76
5.5	Operacionalização da coleta de dados.....	76
5.6	Análise dos dados.....	76
5.7	Aspectos éticos.....	77
5.8	Resultados.....	77
5.8.1	Fortaleza.....	77
5.8.2	Sobral.....	80
5.8.3	Tauá.....	82
5.8.4	Quixeramobim.....	85
5.8.5	Iguatu.....	87
5.8.6	Jaguaruana.....	90
5.8.7	Barbalha.....	93
5.9	Discussão.....	95
5.10	Intervenções de enfermagem para a dengue presentes na NIC e as implicações para enfermagem.....	99

6	CONCLUSÃO.....	101
	REFERÊNCIA.....	103
	APÊNDICE A – TERMO DE ANUÊNCIA.....	112
	APÊNDICE B – TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO DE INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA NO ÂMBITO DA SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ.....	113
	APÊNDICE C – CARTA DE ENCAMINHAMENTO DO PESQUISADOR AO CEP.....	114
	APÊNDICE D – REGRESSÃO LINEAR.....	115
	ANEXO A – PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA.....	116

1 INTRODUÇÃO

Este estudo teve como foco avaliar a influência das variáveis hidroclimáticas na incidência das doenças sensíveis ao clima no semiárido. O conhecimento da relação das variáveis hidroclimáticas com as doenças é extremamente importante já que o clima é considerado um problema de saúde pública para muitos países, especialmente para países em desenvolvimento e pobres de terras secas (DUARTE, 2017), sendo necessário o planejamento de ações de saúde efetivas no combate às doenças sensíveis ao clima por uma equipe multiprofissional.

O enfermeiro é um profissional da saúde que pode coordenar ações de saúde ao desempenhar forte papel na vigilância epidemiológica e vigilância sanitária, na atenção primária em saúde com implementação de políticas públicas de saúde no combate ou prevenção de complicações provenientes de doenças nas regiões semiáridas tão acometidas por variações hidroclimáticas. A magnitude e o padrão dos riscos ocasionados pelo ambiente na saúde humana dependerão de medidas tomadas para fortalecer as ações de redução de danos, devido às mudanças climáticas e seus efeitos em cada clima em escala global (EBI *et al.*, 2018).

A enfermagem tem um papel importante no cuidado ao ambiente geral. Florence Nightingale, por exemplo, reuniu conceitos de pessoa, enfermagem, meio ambiente e saúde para demonstrar a função da assistência e os procedimentos que devem ser praticados de forma interligada. O conceito de ambiente é definido como os fatores internos e externos que afetam uma pessoa (NIKFARID *et al.*, 2018). Esse conceito emerge nas diretrizes atuais para a enfermagem e ambiente até hoje (ALMEIDA *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, pode-se considerar as alterações hidroclimáticas como fatores externos que poderão afetar a saúde das pessoas.

Tendo essa ampla perspectiva de ambiente e percebendo-o como relevante para a saúde da população, há os determinantes de saúde (alimentação, moradia, saneamento básico, meio ambiente, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais para a saúde). Os determinantes ambientais incluem os fatores físicos, químicos e biológicos externos ao indivíduo, bem como todos os outros fatores que impactam comportamentos a fim de prevenir doenças e criar ambientes saudáveis. Sabe-se que a interação complexa e dinâmica entre determinantes ambientais e desfechos de saúde afeta o desenvolvimento do bom sustento, a construção de uma força de trabalho sustentável e comunidades resilientes (SALGADO *et al.*, 2020). Assim, pode-se considerar as doenças

sensíveis ao clima como desfechos de condições hidroclimáticas favoráveis ao desenvolvimento dessas doenças.

Desta forma destaca-se a inegável influência que o clima exerce nos sistemas naturais e na saúde da população mundial (CONCEIÇÃO *et al.*, 2015). Aleixo e Neto (2017), por exemplo, consideram o clima um dos condicionantes para a saúde humana. O clima é um conjunto de fenômenos meteorológicos que caracterizam o estado médio da atmosfera sobre determinado lugar da superfície terrestre (CUNHA; VECCHIA, 2007).

Neste contexto, as alterações no clima ou também chamadas mudanças climáticas são amplamente reconhecidas como uma das mais sérias ameaças globais à saúde da população humana e ao desenvolvimento internacional (MCLVER *et al.*, 2016). As mudanças climáticas estão afetando a morbidade e mortalidade em todo o mundo, com os riscos projetados para aumentar nas próximas décadas (SMITH *et al.*, 2014).

Os caminhos entre as mudanças climáticas e os resultados da saúde são muitas vezes complexos e indiretos, tornando a atribuição desafiadora. Mudanças nos padrões climáticos podem afetar a magnitude e o padrão de doenças e mortes causadas por fenômenos meteorológicos e climáticos extremos (EBI *et al.*, 2016).

Até meados deste século, os riscos adversos à saúde decorrentes das mudanças climáticas serão principalmente a exacerbação de problemas de saúde atuais, com a possibilidade de que doenças (por exemplo, infecções transmitidas por vetores) possam estender sua área geográfica para novas áreas. Os maiores riscos ocorrerão em populações que são atualmente mais afetadas por resultados de saúde relacionados ao clima. Os vulneráveis nos países de baixa e média renda, particularmente as crianças e idosos, são e continuarão sendo os mais afetados (SMITH *et al.*, 2014; EBI *et al.*, 2016). Portanto, é necessário assegurar ações preventivas de saúde pública para a comunidade. O foco não deve ser no estado de saúde individual da pessoa. É necessária uma abordagem de saúde da população.

Os habitantes do clima semiárido se tornam vulneráveis ao clima extremo e imprevisível, com ecossistemas considerados os mais limitantes e ambientalmente variáveis da biosfera (WILCOX *et al.*, 2019). A aridez afeta atualmente 45,4% da área mundial, onde habitam mais de 2,8 bilhões de pessoas, o equivalente a 39% da população mundial. Além disso, futuramente, a expansão de terras áridas e hiper-áridas poderá causar uma crise humanitária que repercutirá no aumento da insegurança alimentar, pobreza, migração humana e instabilidade política (PRÄVÄLIE, 2019).

As populações de regiões semiáridas são influenciadas por fenômenos climáticos frequentes nesses ambientes, como as secas, instabilidades hídricas, umidade entre outros que

impactam o ambiente, a economia local e o perfil de morbidade (PRĂVĂLIE, 2019). Esse perfil inclui doenças infecciosas transmitidas pela água, alimentos e vetores, e as doenças respiratórias relacionadas à qualidade do ar (SOUSA *et al.*, 2018).

Nesse cenário, emergem as Doenças Sensíveis ao Clima (DSC), por exemplo, doenças de veiculação hídrica, respiratórias e vetoriais, definidas, direta ou indiretamente, temporariamente ou geograficamente pelo clima (DUARTE, 2017). No caso dos países lusófonos, como Brasil e África, as DSC são bem presentes. Alterações climáticas que impactam a saúde de pessoas na África estão presentes em diversos estudos (JUSOT *et al.*, 2017; ALEXANDER *et al.*, 2018; ONYANGO *et al.*, 2018; OSIEMO *et al.*, 2019). No Brasil existem várias doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis às variações do clima, principalmente aquelas de transmissão vetorial e, também, por veiculação hídrica (CONFALONIERI, 2003; RUFINO *et al.*, 2016).

O aumento da temperatura, mudanças nos padrões geográficos das chuvas que acarretam enchentes ou secas, como ocorre no semiárido, aumento da variabilidade climática e aumento da frequência e gravidade de eventos climáticos extremos, são fatores que ocasionam mudanças que resultam em alterações para onde e quando os ambientes podem ser adequados para propagação de vetores e patógenos (OGDEN, 2017).

Diante da magnitude dos extremos hidroclimáticos, o padrão dos riscos nas próximas décadas dependerá das medidas tomadas para fortalecer a resiliência dos sistemas de saúde para se preparar e enfrentar as mudanças climáticas. Serão necessárias ações para minimizar os impactos gerados na saúde da população oriundos das mudanças climáticas. Intervenções em saúde serão fundamentais para prevenção das doenças sensíveis ao clima (EBI *et al.*, 2016).

Diante do contexto atual do impacto das mudanças climáticas, a ONU através da Agenda para as Américas sobre Saúde, Meio Ambiente e Mudança Climática 2021–2030, tem como objetivo fortalecer a capacidade dos atores da saúde nos setores da saúde e não-saúde para abordar e se adaptar aos determinantes ambientais da saúde, priorizando as populações que vivem em condições de vulnerabilidade (OMS 2021). Entre 2030 e 2050, espera-se que as mudanças climáticas causem 250 mil mortes a mais por ano, devido à desnutrição, malária, diarreia e estresse por calor. No ano de 2019 também ocorreu a Cúpula do Clima da Organização das Nações Unidas com o objetivo de fortalecer a ação climática e seus esforços em todo o mundo, uma vez que o mundo ainda está em vias de se aquecer por mais de 3°C até o final deste século (OMS, 2019). Diante destes achados, a enfermagem precisa começar a traçar estratégias junto com outros setores para trabalhar questões emergentes mundiais. Há um

despreparo de muitos países, principalmente, os mais pobres, para o enfrentamento às DSC. Assim, os profissionais de saúde devem conhecer as fragilidades relacionadas as questões hidroclimáticas dos países e deve trabalhar insistentemente para prevenir às DSC.

Como resultado deste aquecimento global crescente, historicamente as epidemias de doenças e epizootias têm seguido as mudanças climáticas. Isso se deve ao desenvolvimento de condições ecológicas favoráveis sob as quais vetores de artrópodes e roedores de patógenos humanos e pecuários emergem em grande número com maior sobrevivência e capacidade vetorial, aumentando assim o risco de transmissão de doenças (OGDEN, 2017). A persistência de condições extremas de temperatura ou precipitação afeta: a ecologia e o tamanho do habitat de diferentes vetores; taxas de crescimento populacional, dinâmica, distribuição e sazonalidade; replicação e incubação extrínseca de um vírus no vetor; padrões de transmissão do vírus e sazonalidade (ANYAMBA, 2019).

As mudanças climáticas em andamento também podem afetar a epidemiologia das doenças infecciosas uma vez que poderá favorecer o surgimento de novas doenças infecciosas, alterando os números reprodutivos das doenças transmissíveis além dos valores limiares que permitem a emergência da doença, permitindo que as doenças infecciosas importadas se tornem endêmicas em vez de sofrer extinção (FISMAN; TUIE; BROWN, 2016).

Muitas doenças parasitárias, virais e bacterianas respondem a variações no clima, seja por sua distribuição geográfica, sazonalidade, variabilidade interanual ou tendências temporais e espaciais. Em um estudo de revisão sobre variáveis climáticas e o impacto na dinâmica de patógenos e vetores, refere esta associação resultando em uma ampla gama de doenças. As relações conhecidas de variabilidade e mudança do clima e a sensibilidade ao clima das mais importantes doenças infecciosas que causam considerável morbidade e mortalidade em todo o mundo sugerem o papel potencial da informação climática na melhoria dos resultados de saúde (THOMSON *et al.*, 2018).

Os impactos das mudanças climáticas para as questões hídricas resultam em doenças transmitidas pela água e na saúde humana, continuando a ser uma área de crescente preocupação, especialmente na África e em outros países secos e semiáridos. Pouco se sabe sobre o papel da água e da dinâmica anual de inundações ou secas nas doenças transmitidas pela água em humanos, nem sobre o impacto esperado das mudanças climáticas nas populações dependentes de fontes de águas nessas regiões (ALEXANDER *et al.*, 2018).

A inter relação das fontes hídricas com as variáveis climáticas no cenário das DSC favorece o desenvolvimento não apenas de doenças transmitidas pela água, por exemplo, a diarreia, como também as doenças transmitidas por vetores. Vetores como o mosquito

Anopheles, o *Aedes Aegypti* e o *Aedes Albopictus*, transmissores da malária, dengue, chikungunya e febre amarela possuem forte ligação com fatores climáticos e encontram no clima semiárido características hídricas, além de temperaturas e umidade favoráveis para sua sobrevivência (SOUSA *et al.*, 2018; BAYLIS, 2017).

Foram identificadas na literatura a nível global pesquisas que trabalham com as doenças de veiculação hídrica (DEY *et al.*, 2016; LUTTERODT *et al.*, 2018; KAPWATA *et al.*, 2018; MMEKOA; MOMBA, 2019), pesquisas que trabalham com as DSC de forma geral (SOUSA *et al.*, 2018; DUARTE, 2017) e pesquisas que identificaram a relação das variáveis climáticas com as doenças de veiculação hídrica ou sensível ao clima (GHAZANI *et al.*, 2018; BANWELL *et al.*, 2018; ALEXANDER *et al.*, 2013; TEIXEIRA, 2016; THOMSON *et al.*, 2018; SSEMPIIRA *et al.*, 2018).

No entanto, não foram identificadas pesquisas específicas que abordem as DSC e sua correlação com as variáveis climáticas no semiárido, assim como, focadas nas questões hídricas por meio do detalhamento da relação das fontes de abastecimento de água no contexto do semiárido. Estas lacunas na literatura incitam a necessidades de pesquisas voltadas especificamente para a análise das variáveis climáticas e sua relação a incidência das DSC, assim como uma maior compreensão das interações hídricas com estas doenças, uma vez que possuem uma grande relevância para os formuladores de políticas públicas, devido a sua importância epidemiológica.

Destaca-se que pouco se sabe sobre a carga e os padrões dessas doenças na maioria das regiões do mundo (NGOWI, 2020), incluindo a região semiárida. Desta forma ressalta-se a importância da compreensão dos mecanismos de interação das variáveis climáticas para a saúde por meio do conhecimento da DSC. No mais, diante das peculiaridades climáticas de cada região e da escassez de estudos específicos para o semiárido, buscou-se identificar a interação das variáveis climáticas no surgimento das doenças, compreendendo assim quais as DSC são mais incidentes no semiárido.

Ressalta-se a importância epidemiológica das DSC e o impacto que estas causam à saúde no contexto mundial. Compreender como as variáveis climáticas afetam a incidência das DSC torna-se pertinente principalmente para as doenças de transmissão vetorial em regiões propícias para o desenvolvimento de surtos (PHANITCHAT *et al.*, 2019). Entre as DSC de transmissão vetorial já citadas (malária, dengue, chikungunya e febre amarela), a dengue chama atenção por sua relevância epidemiológica, sendo necessário identificar a relação das variáveis climáticas com a incidência de casos de dengue. Embora existam na literatura estudos voltados para a dengue, e que estes tratem das relações gerais de variáveis climáticas (LOWE *et al.*,

2021; TSHETEN *et al.*, 2020; ASTUTI *et al.*, 2019), há uma notória escassez da relação de variáveis climáticas com a dengue direcionadas para o semiárido e não foi identificado na literatura estudos de análise entre as variáveis climáticas e a dengue com foco, por exemplo, na quantificação da diferença entre o início da estação chuvosa e a dengue.

No cenário das doenças sensíveis ao clima, a dengue é uma doença infecciosa viral transmitida por vetor sensível ao clima e é uma grande ameaça à saúde pública para mais de 120 países, com aproximadamente metade da população global vivendo sob risco. Estima-se que 390 milhões de infecções ocorrem a cada ano e 70% dos casos são registrados somente na Ásia (RAHMAN *et al.*, 2021). É preciso preparar o sistema de saúde para uma abordagem adequada e oferecer diretrizes de tratamento uniformes e baseadas em evidências, especialmente para dengue grave. A garantia de informações adequadas e orientadas por evidências ajudará a diminuir o manejo inadequado da doença (ADHIKARI; BASNYAT; MAHARJAN, 2020).

O Brasil é endêmico para a dengue, com surtos ocorrendo em todas as regiões do país tornando-se um importante problema de saúde pública (LEE *et al.*, 2021). Mais de 1,6 milhão de casos de dengue foram registrados nas Américas nos primeiros cinco meses de 2020, chamando a atenção para a necessidade de continuar eliminando os mosquitos vetores de doenças mesmo em meio à pandemia da COVID-19 (OPAS, 2020).

No estado do Ceará, no Brasil, 40 cidades no ano de 2018 estavam em situação de alerta ou risco de surto de dengue, zika e chikungunya, de acordo com o novo Levantamento Rápido de Índices de Infestação pelo *Aedes aegypti* (LIRAA) (BRASIL, 2018)

O vírus da dengue (DENV) é transmitido pelos mosquitos *Aedes aegypti* (vetor primário) e *Aedes albopictus* (vetor secundário). Os vetores da dengue são intrinsecamente dependentes do clima, especificamente da temperatura, para seu crescimento, sobrevivência e comportamento alimentar, e da chuva, para sua proliferação, os quais, em última análise, regulam a transmissão do vírus (RAHMAN *et al.*, 2021).

Como evidenciado por uma revisão sistemática, foram encontradas apenas oito pesquisas, as quais focaram principalmente na dengue e a variável climática de temperatura, precipitação e umidade. Há, portanto, a necessidade de investigações mais abrangentes e que busquem conhecer a realidade climática e de saúde de regiões específicas para previsão de surtos de dengue (SOUSA *et al.*, 2018).

Muitos são os fatores que parecem atuar a favor dos arbovírus nas endemias com maior ou menor intensidade. No entanto, dada uma alta taxa de infecção assintomática, a carga real da dengue é potencialmente maior, com estimativas que variam até quatro vezes mais. Por

ser uma doença urbana, surge principalmente em áreas densamente povoadas, auxiliada pelas preferências reprodutivas do *Aedes aegypti* (IM *et al.*, 2020).

A prevenção da dengue permanece basicamente limitada ao controle do vetor, que inclui o uso de larvicidas, controle biológico e gestão ambiental. O sistema de saúde não captura infecções assintomáticas, nem são alvo das atuais estratégias de vigilância ou controle. No entanto, foi identificado que as pessoas com infecções assintomáticas da dengue não apenas infectaram os mosquitos, mas eram mais infecciosas para os mosquitos do que as pessoas com os sintomas da dengue. Portanto, a importância epidemiológica dos profissionais de saúde detectarem indivíduos assintomáticos é potencialmente grande, desafiando o quadro atual de epidemiologia, vigilância e controle da dengue. Na ausência de sintomas, os indivíduos tendem a continuar trabalhando e realizando suas atividades habituais enquanto infectados, representando um reservatório silencioso do vírus com importância crucial na dinâmica de disseminação da dengue (CASTRO; WILSON; BLOOM, 2017).

A comparação de dados climáticos espaço-temporais com dados epidemiológicos, clínicos e ambientais sobre a dengue é uma abordagem poderosa para compreender as associações entre os resultados de saúde e a exposição ao clima. Compreender como a variabilidade climática e as mudanças climáticas de longo prazo afetam a transmissão da dengue e de outras doenças transmitidas por vetores é um desafio constante. Em alguns anos, outros fatores terão um efeito mais poderoso sobre a incidência de dengue do que fatores climáticos sazonais (por exemplo, eficiência dos programas de controle de vetores, status de imunidade da população, padrões de assentamento humano, movimento de regiões endêmicas vizinhas, crescimento e densidade populacional, fatores socioeconômicos, ausência de envolvimento da comunidade, cortes no orçamento da saúde) (VIENNET; HARLEY, 2017).

O enfermeiro como profissional da saúde de destaque nas ações de promoção da saúde e prevenção de doenças direcionam com frequência ações à prevenção, ao controle e ao tratamento da dengue em comunidades e hospitais (SUWANBAMRUNG *et al.*, 2020). No entanto, não avaliam as variáveis hidroclimáticas que influenciam o surgimento das doenças sensíveis ao clima, como a dengue, na região que atuam, para traçar intervenções efetivas para prevenir o surgimento ou pelo menos o surto dessas doenças em determinados períodos do ano, nas quais as variáveis climáticas propiciam condições adequadas para o desenvolvimento e propagação do vetor.

O enfermeiro pode atuar no controle do *Aedes aegypti* ao realizar pesquisas e programar estratégias adaptativas, fornecendo orientações à comunidade em um ambiente de constante mudança e adaptação do vetor (ANGELINI, 2017). Para desenvolver uma estratégia

de controle da dengue bem-sucedida, é importante conhecer a adaptação e mitigação das mudanças climáticas para o controle de vetores e a prevenção da dengue nas comunidades afetadas (RAHMAN *et al.*, 2021).

Ações para limitar o aquecimento global e estabilizar o clima devem ser realizadas por profissionais de diversas áreas do conhecimento. Os profissionais de saúde, como o enfermeiro, têm um papel único e necessário para desempenhar um esforço global para reduzir os riscos causados pelas mudanças climáticas na saúde humana (KOTCHER *et al.*, 2021).

Os resultados de um estudo de revisão em 2018 mostraram que a maioria dos profissionais de saúde, incluindo os enfermeiros, entende que a mudança climática está acontecendo e está afetando a saúde daqueles que cuidam. No entanto, muitos ainda acham que não têm conhecimento suficiente sobre o assunto (HATHAWAY; MAIBACH, 2018).

Educar os membros da comunidade de saúde sobre as mudanças climáticas e destacar a prioridade que esta questão é dada pelas principais agências de saúde, como a OMS, deve ajudar a criar uma mudança de cultura em que medidas tradicionais de saúde pública, como educação pública e defesa de políticas, focado nas mudanças climáticas será amplamente aceito e apoiado na comunidade de saúde. Esforços educacionais sob medida são necessários para profissionais de enfermagem, visto que esse grupo de profissionais de saúde trabalha prioritariamente em cenários onde a população sofre os primeiros efeitos das mudanças do clima (KOTCHER *et al.*, 2021).

Como a OMS já sugeriu em 2014, a cooperação dos setores de saúde e do ambiente deve ser estabelecida o mais cedo possível no processo de realização de uma avaliação de impacto (HUMBOLDT-DACHROEDEN *et al.*, 2019). A doença e os encargos econômicos da dengue são consideráveis. Quantificar esses encargos é essencial para que os formuladores de políticas definam prioridades, aloquem recursos, selecionem estratégias de controle e prevenção e avaliem a relação custo-eficácia das intervenções (CASTRO; WILSON; BLOOM, 2017).

O controle sustentável de longo prazo do vírus da dengue é essencial para gerenciar surtos futuros. Ações que podem ser tomadas incluem: vigilância da dengue com base em eventos em todo o país com o desenvolvimento de mapeamento geoespacial e de risco para zonas vulneráveis de definição; envolvimento de pesquisadores na captura de dados sobre a tendência e evolução do vírus ao longo do período geográfico, considerando as influências sazonais e o impacto das mudanças climáticas; e a implementação de sistemas baratos e acessíveis para a detecção precoce da dengue, especialmente em áreas rurais (MONE *et al.*, 2019).

Indicadores de alarme em potencial para clima (por exemplo, temperatura, chuva e umidade) e presença de vetor ou densidade podem ser úteis para prever surtos e minimizar seu efeito (PANDEY; COSTELO, 2019). Destaca-se a falta de financiamento e a capacidade limitada da força de trabalho das cidades em vários países como barreiras para o desenvolvimento de pesquisas que detectem as variáveis que vão influenciar o surgimento da propagação das doenças em determinados períodos do ano. A mudança climática deve ser integrada ao desenvolvimento da atenção primária à saúde por meio de financiamento governamental sustentável e apoio de recursos (CASTRO; WILSON; BLOOM, 2017).

As atividades de vigilância de doenças, gestão de casos, gestão ambiental e controle de mosquitos devem ser coordenadas e possibilitadas por linhas claras de comunicação e cooperação intersetoriais. Pesquisa e desenvolvimento de vigilância de doenças, diagnóstico, gestão de casos e métodos de controle exigirão priorização e financiamento. Infelizmente, o financiamento e a liderança global, regional, nacional e local para o controle da doença viral transmitida por *Aedes* ainda são fragilizados (WILDER-SMITH *et al.*, 2020).

O aumento dos gastos com saúde para mitigar os efeitos negativos dos danos ambientais à saúde é frequentemente promovido por profissionais de saúde. Os sistemas de saúde em primeiro lugar devem adaptar os modelos atuais de prestação de cuidados de saúde aos impactos ambientais já ocorrentes, incluindo ondas de calor mais frequentes, mais intensas e mais longas, inundações, incêndios e outros eventos extremos. Outra prioridade é entender que os serviços de saúde podem não apenas reduzir os danos, mas também agregar benefícios sociais e de saúde às comunidades que atendem, além dos benefícios diretos para a saúde de cuidados de alta qualidade (agregando o chamado valor social) (LENZEN *et al.*, 2020).

Tecnologias de enfermagem têm um papel importante na determinação dos métodos mais econômicos e impactantes para atingir as metas ambientais e de saúde pública, permitindo que uma série de cenários sejam avaliados tanto para os resultados de saúde quanto para a sustentabilidade. Como tal, essas tecnologias são capazes de quantificar o impacto na saúde de múltiplos riscos ambientais, bem como avaliar outras estratégias ambientais que ajudam a facilitar a transição para uma economia de baixo custo e com maior efetividade para a epidemiologia das doenças de importância global (SYMONDS *et al.*, 2019).

Dentro das tecnologias de enfermagem tem-se A Classificação das Intervenções de Enfermagem (NIC), que é um sistema de linguagem padronizada que contém intervenções fisiológicas, psicossociais, para o tratamento ou prevenção de doenças e para a promoção da saúde. A intervenção da NIC é definida como qualquer tratamento que, baseado em julgamento e conhecimento clínico, um enfermeiro ponha em prática para intensificar os resultados do

paciente. Já as atividades de enfermagem, são as condutas ou ações específicas tomadas para implementar uma intervenção e que auxiliam os pacientes a progredir em direção ao resultado desejado (BUTCHER *et al.*, 2020).

Diante do exposto, os enfermeiros podem ser responsáveis na minimização dos efeitos provenientes das mudanças hidroclimáticas na saúde da população, especialmente por serem protagonistas no controle da transmissão de doenças sensíveis ao clima na comunidade, como a dengue, além de poderem traçar ações que subsidiam alocação de recursos financeiros adequados. Uma vez que o clima e a saúde do indivíduo estão em constante mudança, os enfermeiros devem estar preparados para identificar e facilitar inovações para melhorar os resultados dos pacientes e das populações.

Desta forma ressaltamos que estudos foram realizados sobre as DSC de transmissão vetorial, como dengue, malária, chikungunya, febre amarela, doenças entéricas, respiratórias. Elas são sensíveis à ação do clima e associam-se a oscilações nas variáveis climáticas (SOUSA *et al.*, 2018). No entanto, são incipientes pesquisas direcionadas para a identificação das fontes de água que podem se relacionar às doenças de veiculação hídrica, como a gastroenterite ou disenteria, assim como, a relação entre as variáveis climáticas e as doenças sensíveis ao clima no semiárido, como o índice pluviométrico e a temperatura. Ademais, são incipientes as pesquisas sobre quais são as variáveis climáticas que influenciam o surgimento de DSC, como a dengue, no semiárido, com destaque para o Brasil (SOUSA *et al.*, 2018) e não são conhecidas pesquisas com essa abordagem no Ceará. No mais, também não foram identificadas intervenções de enfermagem direcionadas para a prevenção das DSC.

Assim, surgiram as seguintes questões de pesquisa: Quais as principais fontes de abastecimento de água e sua relação com as doenças de veiculação hídrica em regiões semiáridas? Quais as relações entre variáveis climáticas e doenças sensíveis ao clima em regiões semiáridas, com destaque para os diferentes grupos principais de doenças sensíveis ao clima e seus padrões climáticos? Qual a relação das variáveis climáticas com a incidência de casos de dengue no estado do Ceará? Quais as intervenções de enfermagem da NIC são direcionadas às doenças de veiculação hídrica, DSC e específicas para a dengue?

O conhecimento dos enfermeiros relacionados às mudanças climáticas e a dengue reflete diretamente na assistência prestada aos mais vulneráveis com impacto direto na saúde pública (ANGELINI, 2017; LEFFERS; BUTTERFIELD, 2018).

Portanto, diante de condições epidêmicas e endêmicas da dengue e as mudanças climáticas emergentes, é necessária a produção de conhecimento que possa ser aplicado com rapidez e segurança. A OPAS em 2019 enfatizou a importância do treinamento de profissionais

ao enfrentamento e tratamento adequado de pacientes com dengue e outros arbovírus, como Zika e Chikungunya.

Deve-se destacar os esforços feitos pela enfermagem, em comunidades e populações afetadas para fornecer atendimento clínico de alta qualidade em ambientes desafiadores no contexto das mudanças climáticas e os esforços de pesquisas para melhorar o manejo clínico e facilitar o cuidado por meio de estratégias de prevenção e dinâmica da dengue em todo o mundo (GAN; YCOUB, 2019).

A enfermagem como ciência, no âmbito da pesquisa deve ter o compromisso comunitário considerando o contexto da situação atual da dengue, no Brasil e no mundo, a fim de promover metodologias de monitoramento úteis para a tomada de decisões em saúde pública. Por este motivo, espera-se que este trabalho leve a identificação de intervenções de enfermagem a partir do conhecimento das variáveis climáticas que influenciam o desenvolvimento da dengue no Estado do Ceará para posterior desenvolvimento de modelos para utilização como ferramentas na vigilância em saúde pública, para combater a incidência atual desta doença.

Tendo em vista a importância da temática no cenário da saúde pública mundial atual, da compreensão dos eventos climáticos extremos e dos desafios da variabilidade climática exclusivos para as doenças sensíveis ao clima, com foco para a dengue, a pesquisa é importante, relevante e inovadora. Intervenções em saúde precisam ser efetivas para redução da dengue por meio da implementação de ações de políticas públicas mais seguras com um planejamento adequado por parte dos profissionais de saúde, com destaque aos enfermeiros, gestores, cientistas e pesquisadores, de forma a possibilitar, inclusive, redução dos investimentos em saúde relacionados às doenças sensíveis às mudanças climáticas.

2 OBJETIVO

2.1 Geral

Analisar a associação entre variáveis hidroclimáticas e incidência de casos de doenças sensíveis ao clima no semiárido.

2.2 Específicos

- a) Averiguar casos de doenças de veiculação hídrica e sua associação com fontes de abastecimento de água em regiões semiáridas;
- b) Identificar casos de doenças sensíveis ao clima e a associação com variáveis climáticas em regiões semiáridas;
- c) Estimar incidência a de casos de dengue no Estado do Ceará e sua associação com variáveis climáticas;
- d) Descrever possíveis respostas à presença de doenças de veiculação hídrica passíveis de intervenções de Enfermagem, à luz da Classificação Internacional da Prática de Enfermagem (CIPE).

3 PRIMEIRO CAPÍTULO: DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO SEMIÁRIDO - REVISÃO SISTEMÁTICA

3.1 Objetivo

Identificar as principais fontes de abastecimento de água e sua relação com as doenças de veiculação hídrica em regiões semiáridas.

3.2 Método

Esta revisão seguiu um protocolo previamente elaborado conforme as recomendações do PRISMA e os 27 itens do checklist para o relato de revisões sistemáticas ou metanálise.

3.3 Questão de pesquisa

Como se relaciona as fontes de abastecimento de água e as doenças de veiculação hídrica em populações do semiárido? A questão de pesquisa foi elaborada com base na estratégia PICOS:

I - Population (P): populações que residem em regiões de clima semiárido;

II - Exposition (I): as fontes hídricas e sistemas de armazenamento de água;

III -Comparison (C): não foi incluído na questão de pesquisa, pois a revisão não abrangeu apenas ensaios clínicos;

IV - Outcomes (O): as doenças transmitidas pela água;

V - Study (S): pesquisas observacionais (coorte, caso-controle, transversais, qualitativos, quantitativos).

3.4 Critérios de elegibilidade

3.4.1 Inclusão

Os critérios de inclusão foram: artigos completos publicados de 2008 a 2020, sem delimitação do idioma de publicação; artigos que abordam doenças de veiculação hídrica em humanos em regiões semiáridas e fontes de abastecimento de água em regiões semiáridas.

3.4.2 Exclusão

Os critérios de exclusão foram: artigos de revisão e relatos de experiência, editoriais, resenhas, estudos de caso, reflexões teóricas. Artigos duplicados também foram excluídos, com apenas a primeira versão identificada mantida.

3.5 Fontes de informação

As fontes de informação foram as seguintes bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline / PubMed)*; *SCOPUS*, *Cochrane* e *Web of Science*. Também foi pesquisado buscador acadêmico *Science Direct*. Todas as fontes de informação foram acessadas por meio da comunidade acadêmica federada (CAFe) do portal de periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), ao qual os pesquisadores estão vinculados.

3.6 Estratégia de busca

A estratégia de busca incluiu descritores e palavras-chave do Medical Subject Headings (MeSH), a saber: *water supply*, *semiarid*, *dryland*, *waterborne diseases e health*. Esses descritores e palavras-chave foram combinados usando o operador booleano *AND* e *OR*. Parênteses foram usados para agrupar termos sinônimos separados pelo operador *OU*, e aspas foram usadas em frases com mais de uma palavra.

Os termos de pesquisa deveriam estar nos campos título/resumo ou termos MeSH. Assim, a combinação de descritores e palavras-chave resultou na seguinte estratégia de busca: *(water supply [MeSH terms] AND semiarid OR dryland [MeSH terms]) AND (waterborne diseases [MeSH terms] AND health [MeSH terms])*. A mesma estratégia de pesquisa foi usada para todas as fontes de informação.

Para ampliar o escopo da revisão e incluir pesquisas relevantes sobre o tema, os revisores também buscaram referências nos artigos selecionados. As etapas de identificação, triagem, elegibilidade e análise dos artigos foram devidamente registradas no fluxograma PRISMA.

3.7 Processo de coleta de dados

Uma dupla de revisores independentes extraiu os dados dos artigos e um terceiro revisor analisou as diferenças na avaliação dos artigos e dados. Inicialmente, a dupla de revisores fez a triagem dos artigos por meio da leitura do título e do resumo. Em seguida, os artigos selecionados foram transferidos para o gerenciador de referências Mendeley Desktop versão 1.19.4 para Windows.

Este software facilitou a eliminação de artigos duplicados. Os dados dos artigos analisados foram extraídos para formulário eletrônico elaborado no Microsoft Excel 2016 contendo as seguintes variáveis: base de dados, título, país do estudo, abastecimento de água, microrganismos, objetivo do estudo, resultados e considerações sobre os artigos que foram relevantes para a revisão.

3.8 Análise dos dados

A análise dos dados foi feita de forma qualitativa com abordagem narrativa. Os pesquisadores optaram por essa abordagem porque não seria viável a realização de uma metanálise, uma vez que a revisão incluiu pesquisas com diferentes desenhos metodológicos, resultando em alta heterogeneidade dos dados e dificultando a comparação adequada dos achados. Os dados foram organizados em uma tabela com a síntese dos principais resultados que correspondiam à questão de pesquisa e foram agrupados em categorias temáticas considerando as doenças transmitidas pela água e as principais fontes de abastecimento investigadas nesta revisão.

A qualidade das pesquisas foi avaliada por meio de uma lista de verificação modificada desenvolvida por Downs e Black (1998), que avalia a qualidade metodológica de estudos randomizados e não randomizados. Esse instrumento contém 27 itens que avaliam os seguintes aspectos: relato, validade externa, validade interna - viés, validade interna - confusão (viés de seleção) e poder. Cada item possui uma resposta possível, a saber: sim (1), não (2) ou não foi possível determinar (0).

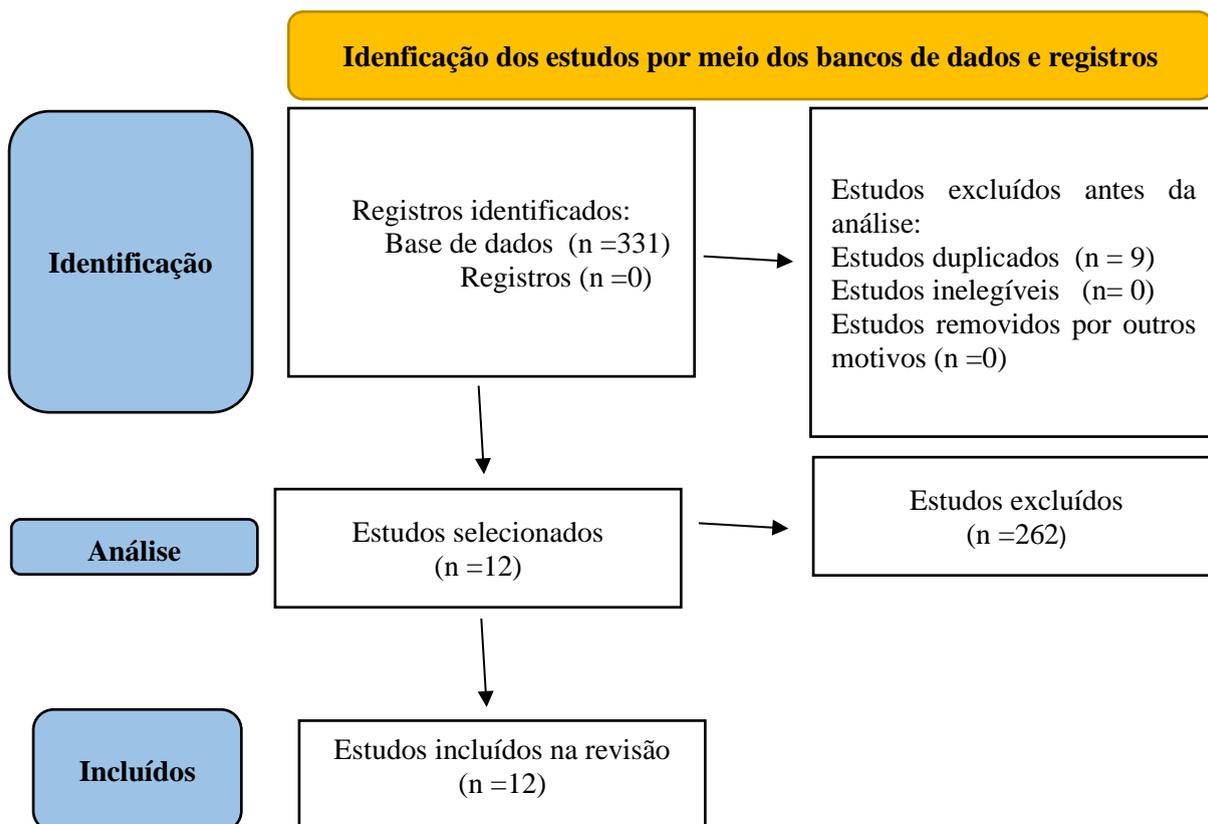
O risco de viés na pesquisa foi avaliado por meio de quatro instrumentos considerando o desenho da pesquisa. Para os inquéritos transversais, utilizou-se o *Cross-sectional/Prevalence Study Quality*. Para a pesquisa de caso-controle e coorte foram usados os estudos de caso-controle da escala de qualidade de Newcastle-Ottawa ou estudos de coorte da

escala de qualidade de Newcastle-Ottawa. Para pesquisas quantitativas, foi usada a ferramenta de avaliação de qualidade para estudos quantitativos (Effective Public Health Practice Project 2010; Rostom et al. 2004).

3.9 Resultados

Após a avaliação de 301 artigos identificados, 30 foram selecionados por meio da leitura do título e resumo. Em seguida, 12 artigos científicos foram incluídos na revisão, após a leitura na íntegra dos artigos anteriores. Todos os trabalhos foram publicados nos últimos oito anos (2012 - 2020) conforme mencionado anteriormente. Assim, foram publicados 2 artigos em 2019, 3 em 2018, 2 em 2016, 3 em 2014, 1 em 2013 e 1 em 2012. Em relação à base de dados, foram encontrados 6 artigos na *Scopus*, 4 no *Pubmed* e 2 na *Web of Science*. O fluxograma a seguir apresenta as etapas de seleção e análise dos artigos desta revisão.

Figura 1 – Fluxograma de identificação e seleção das publicações (PRISMA). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a avaliação da qualidade metodológica o checklist *for the assessment of the methodological quality of both randomized and non-randomized studies* foi utilizado. Os tipos de estudos analisados na revisão foram considerados de boa qualidade ao apresentarem percentual maior ou igual a 50%. Dos resultados, 6 estudos apresentaram boa qualidade, com 1 estudo apresentando a maior pontuação com 92% (FONSECA *et al.*, 2014), seguido por 2 estudos apresentando respectivamente 78% e 74% (OUARDANI *et al.*, 2016; ADDO *et al.*, 2014), 1 estudo com 62% (DIAS *et al.*, 2018) e 2 estudos com 59% e 56%, respectivamente (MULAMATTATHIL *et al.*, 2014; OSIEMO *et al.*, 2019).

A doença de veiculação hídrica de maior incidência foi a diarreia presente em 42% dos artigos (em 5 estudos). Quanto aos microorganismos patógenos causadores da diarreia, 25% dos artigos abordaram a *Escherichia coli* (em 3 estudos), 42% dos artigos coliformes Totais (em 5 estudos), 25% dos artigos coliformes Fecais (em 3 estudos), 33% dos artigos parasitoses entéricas (*Giardia intestinalis*, *Giardia duodenalis*, *Giardia lamblia*, *Ascaris lumbricoides*, *Entamoeba histolytica/Entamoeba díspar*, transmitida por Helmintos) (em 4 estudos). Destaca-se que em 25% dos artigos foram estudados hepatite (em 1 estudo), *Pseudomonas* e *Aeromonas* (em 1 estudo) e Microcistinas e Cilindrospermopsina (em 1 estudo). A tabela 1 resume os resultados.

De acordo com a Tabela 1, as mais frequentes fontes de abastecimento utilizadas pela população dos estudos foram a água proveniente de poços (33%, em 4 estudos), de rios (58%, em 7 estudos) e da chuva (42%, em 5 estudos). Dos estudos que avaliaram a água da chuva, em 2 a água era armazenada em cisternas e em 3 outros tipos de reservatórios, tais como: barril, galões, recipientes de plástico sem tampas, recipientes de plástico com tampas e potes. Uma outra fonte de abastecimento identificada foi *tank trucks* 17% (em 2 estudos).

Fontes de água provenientes de poço ou rio foram associados a incidência da doenças diarreicas, estando presente em 33% dos artigos (em 4 estudos). A água contaminada por coliformes fecais ou *Escherichia coli* foi identificada em 50% das pesquisas (em 6 estudos). Dessas, 67% (em 4 estudos) possuíam como fontes de abastecimento poço ou rio e 33% (em 2 estudos) a água proveniente de represas. Apenas um estudo apresentou associação entre água da chuva armazenada em cisterna e coliformes Totais e coliformes Fecais. A *Pseudomonas* e *Aeromonas* e o vírus da Hepatite A esteve relacionada à contaminação de fontes hídricas por efluentes de estações de tratamento de água provenientes de esgotos (em 2 estudos).

Destaca-se a presença de parasitoses entéricas (helminhos transmitidos pelo solo, *Entamoeba histolytica/Entamoeba díspar*, *Giardia intestinalis* and *Ascaris lumbricoides*,

Cryptosporidium parvum) em 33% das pesquisas (em 4 estudos), sendo associadas à captação da água da chuva e ao seu armazenamento nas residências.

Vale salientar que a água proveniente de poços rasos em 33% dos trabalhos (em 4 estudos) esteve relacionada a uma maior variedade de contaminantes (coliformes Totais e *Escherichia coli*, *Entamoeba histolytica/Entamoeba díspar*, *Giardia intestinalis* and *Ascaris lumbricoides*, *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, *Clostridium pafringens*, *Salmonella*, e protozoários). Em relação ao país onde os artigos foram produzidos, 58% deles eram de estudos realizados na África (7 estudos: 2 artigos da África do sul, 2 do Kenya, 1 de Botswana, 1 de Gana e 1 da Tunísia). Desses, 33% buscaram investigar a diarreia (4 estudos). Além disso, 33% dos artigos foram provenientes do Brasil (4 estudos), cujo tema de investigação foram parasitoses entéricas decorrentes de bactérias, vírus e parasitas e manejo e qualidade da água. Apenas uma pesquisa analisada foi realizada na Palestina, abordando a qualidade da água por meio da presença de microrganismos.

Tabela 1 – Resumo dos resultados da revisão. Redenção (CE), Brasil, 2021

(continua)

Base de dados	Título do artigo	País	Fonte de Água	Microorganismos e doenças	Objetivos	Resultados
Scopus	Microbial Quality of Drinking Water and Prevalence of Water-Related Diseases in Marigat Urban Centre, Kenya Osiero et al., 2019	Kenya	Borehole, river, and well	Total coliforms and <i>Escherichia coli</i> Diarrheal diseases	To assess the microbial quality of drinking water and the prevalence of waterborne diseases.	Typhoid fever was the most prevalent waterborne disease during the dry season. Diarrhea was more prevalent during the rainy season.
Scopus	Water Handling and Hygiene Practices on the Transmission of Diarrheal Diseases and Soil Transmitted Helminthic Infections in Communities in Rural Ghana Addo et al., 2014	Gana	Pipe-borne water, borehole, rainwater, and water from rivers	Soil-transmitted helminthic infections	To analyze the physical-chemical qualities of domestic water, the incidence of diarrheal diseases, and soil-transmitted helminthic infections.	At the Tetegu community, a strong correlation was found between diarrheal diseases and the incidence of soil-transmitted helminths. Out of the respondents from 18 households (60%) who reported the incidence of soil-transmitted helminths, 13 (43%) also reported the incidence of diarrheal diseases
Scopus	Hydrometeorology and flood pulse dynamics drive diarrheal disease outbreaks and increase vulnerability to climate change in surface-water-dependent	Botswana	River	<i>Escherichia coli</i> and total suspended solids Diarrheal diseases	To assess the influence of meteorology, shallow water quality, and flood dynamics on diarrheal diseases and discuss the implications for	Climate change is expected to intensify hydrological variability and the frequency of extreme weather events, amplifying the threat

(continuação)

	populations: A retrospective analysis Alexander et al., 2018				public health and the need for climate preparedness in systems where populations depend on water from shallow sources.	to public health from waterborne diseases.
Scopus	Assessing the Influence of Water Management and Rainfall Seasonality on Water Quality and Intestinal Parasitism in Rural Northeastern Brazil Dias et al., 2018	Brazil	Rainwater, wells, ponds, or bottled water	<i>Entamoeba histolytica/Entamoeba disparate</i> <i>Giardia intestinalis</i> and <i>Ascaris lumbricoides</i>	To evaluate the relationship between enteric parasites, water management, and water quality, correlating them with rainfall seasonality.	There was an increasing trend in commensal protozoa and the <i>Entamoeba histolytica/Entamoeba dispar</i> complex at the beginning of the rainy season, with detection rates of 6% in 2014 and 21.6% in 2016. <i>Giardia intestinalis</i> and <i>Ascaris lumbricoides</i> presented distinct temporal distributions, which peaked in 2015: 20.1% and 30%, respectively.
Scopus	Diarrhea outbreaks in northeastern Brazil in 2013, according to media and health information systems – Surveillance of climate risk and health emergencies	Brazil	Water-holes, improvised tank trucks, home, and community wells	Diarrheal diseases	To analyze information about diarrhea outbreaks in northeastern Brazil in 2013	The study shows that more than 100,000 people were affected by diarrhea to a greater extent, from May to July, due to the alternative use of water sources.

(continuação)

	Rufino et al., 2016					
Scopus	<p>Reducing Occurrence of <i>Giardia duodenalis</i> in Children Living in Semiarid Regions: Impact of a Large Scale Rainwater Harvesting Initiative</p> <p>Fonseca et al., 2014</p>	Brazil	Rainwater cistern, rivers, water from springs, dams, or wells	<i>Giardia duodenalis</i> (syn. <i>G. intestinalis</i> , <i>G. lamblia</i>)	To assess whether access to rainwater harvesting cisterns is associated with a decrease in the occurrence of <i>Giardia duodenalis</i> infection in children compared to children living in households supplied by other water sources.	The results confirm that having a cistern to store rainwater is associated with a reduction in <i>G. duodenalis</i> infection in children aged 4 months to 5 years. However, environmental and family risk factors were independently associated with the risk of giardiasis.
Web of Science	<p>Microbiological Quality and Contamination Level of Water Sources in Isiolo County in Kenya</p> <p>Onyango et al., 2018</p>	Kenya	Borehole, shallow well, spring, river, pan, trough, and rainwater	<p>Diarrheal diseases, giardiasis, dysentery, and gastroenteritis</p> <p>Total coliforms and <i>Escherichia coli</i></p> <p><i>Cryptosporidium parvum</i> <i>Giardia lamblia</i> <i>Clostridium pafringens</i>,</p>	To establish the suitability of water sources for drinking and their use in industrial food processing by small and medium enterprises.	Bacteria and cysts have contaminated surface, underground, and chlorinated water sources in Isiolo at unsafe levels according to drinking water standards.

(continuação)

				Salmonella, and Protozoa		
Web of Science	<p>Cyanobacteria, microcystins, and cylindrospermopsin in public drinking supply reservoirs of Brazil</p> <p>Oliveira et al., 2013</p>	Brazil	Reservoirs	Microcystins and Cylindrospermopsin	To report the occurrence of microcystins and cylindrospermopsin in public reservoirs in northeastern Brazil.	The similarity of the cyanobacteria communities in the investigated reservoirs, associated with the occurrence of microcystins and cylindrospermopsin, and the appropriate environmental conditions, favoring the geographical spread of toxic blooms in the region.
Pubmed	<p>Studies on the bacteriological qualities of the Buffalo River and three source water dams along its course in the Eastern Cape Province of South Africa</p> <p>Chigor et al., 2012</p>	South Africa	Dams and rivers	Total coliforms, fecal coliforms, and enterococci	To evaluate the bacteriological quality of one river water and three spring water dams along its course.	Fecal indicators, including total coliforms, fecal coliforms, and enterococci counts, were high and ranged as follows: 1.9×10^2 – 3.8×10^7 , 0 – 3.0×10^5 , and 0 – 5.3×10^5 cfu/100 ml for total coliform, fecal coliform, and enterococci, respectively.

(continuação)

Pubmed	Quality of Drinking Water from Springs in Palestine: West Bank as a Case Study Daghara et al., 2019	Palestine	Springs in the West Bank of Palestine, rainwater cistern	Total coliforms and fecal coliforms	To evaluate the microbiological and physical-chemical parameters of the quality of drinking water of the main water resource in the West Bank.	The findings indicate that only a minor fraction of the samples (2%) required chlorination treatment, while most of the springs (97% of samples) were classified as having no risk.
Pubmed	Isolation of Environmental Bacteria from Surface and Drinking Water in Mafikeng, South Africa, and Characterization Using Their Antibiotic Resistance Profiles Mulamattathil et al., 2014	South Africa	Sewage treatment plant, dam, reservoir	<i>Pseudomonas</i> and <i>Aeromonas</i> Total coliforms and fecal coliforms	To isolate and identify environmental bacteria from various sources of raw water and the drinking water distribution system in Mafikeng, South Africa, and determine their antibiotic resistance profiles.	Mafikeng drinking water contained several bacterial and sometimes fecal and total coliforms. The various bacteria found were resistant to several classes of antibiotics, including erythromycin, trimethoprim, and amoxicillin.

(conclusão)

Pubmed	<p>Detection and Molecular Characterization of Hepatitis A Virus from Tunisian Wastewater Treatment Plants with Different Secondary Treatments.</p> <p>Ouardani et al., 2016</p>	Tunisia	Sewage treatment plants	Hepatitis A virus	<p>To extend the previous knowledge on the prevalence of the Hepatitis A virus in wastewater in Tunisia by monitoring five sewage treatment plants with different characteristics during 13 months.</p>	<p>The widespread dispersion of Hepatitis A virus in effluents proves the ineffectiveness of Tunisia's current wastewater treatment processes to remove the virus.</p>
--------	--	---------	-------------------------	-------------------	---	--

Fonte: Elaborado pela autora.

3.10 Discussão

3.10.1 O papel das fontes hídricas

As fontes hídricas são utilizadas para a captação e armazenamento de água potável necessárias para o suprimento das necessidades básicas dos seres humanos, extremamente importantes em regiões áridas e semiáridas (ELDRIDGE *et al.*, 2020). De acordo com a OMS/UNICEF, o abastecimento de água potável “melhorado” inclui torneiras públicas ou fontanárias, poços tubulares ou furos, poços escavados protegidos, nascentes protegidas e recolha de água da chuva. Por outro lado, poços escavados desprotegidos, nascentes desprotegidas, carrinhos com pequeno tanque/tambor, caminhões-tanque e água de superfície (rio, represa, lago, lagoa, córrego, canal, canais de irrigação) são considerados abastecimento de água potável "não melhorado" (DEY *et al.*, 2016).

A contaminação microbiana da água armazenada em residências pode apresentar riscos à saúde humana em países de baixa e média renda (SILVA *et al.*, 2020), conforme também identificado nos estudos selecionados para a presente pesquisa (MULAMATTATHIL *et al.*, 2014 ; ONYANGO *et al.*, 2018; OSIEMO *et al.*, 2019). A maior parte da água potável armazenada em residências para consumo pela população de regiões semiáridas é captada pela chuva. Entretanto, um estudo identificou que a água da chuva coletada exibiu nível mediano alto para enterococos intestinais quando comparados aos valores medianos de água canalizada e de poço. A população relata tratar menos a água da chuva, uma vez que consideram a água da chuva pura (SILVA *et al.*, 2020).

Nas regiões semiáridas, a chuva é irregular no tempo e no espaço e a evaporação é extremamente alta. Em períodos em que há diminuição da precipitação (estação seca ou secas prolongadas) ou em locais de alta demanda por água, o uso de fontes de águas superficiais e subterrâneas aumenta. A água superficial não tratada de rios, barragens e riachos é usada diretamente para beber e para outros fins domésticos pela população de comunidades rurais de regiões em desenvolvimento como em grande parte dos locais de clima árido e semiárido, diante da carência de redes de distribuição e de sistemas de tratamento de água. Essas fontes de água desprotegidas podem ser contaminadas com micróbios por meio do escoamento superficial e insumos agrícolas, misturando-se com efluentes de esgoto e fezes de animais, o que as tornam inaceitáveis para o consumo humano (MULAMATTATHIL *et al.*, 2014). Pode-se observar uma grande predominância de fontes de água provenientes de chuva, poços, *boreholes* e rios/barragens na presente pesquisa. Muitas das fontes eram utilizadas diretamente para o

consumo sem passar por um sistema adequado de tratamento de água (ADDO *et al.*, 2014; ONYANGO *et al.*, 2018; OSIEMO *et al.*, 2019).

Em certas regiões, águas superficiais são utilizadas principalmente em períodos chuvosos, enquanto águas subterrâneas em períodos de seca. Em termos de sobrevivência do patógeno, o aumento da morte ocorre com o aumento das temperaturas fora do hospedeiro para bactérias, protozoários e vírus. No entanto, na água subterrânea, a evidência de que a temperatura afeta a sobrevivência do patógeno é mais consistente para vírus do que para bactérias. A inativação com base na temperatura pode ser mais complexa para as bactérias. As taxas de inativação de bactérias coliformes fecais, que podem se replicar em ambientes aquáticos em temperaturas mais altas, dados os níveis de nutrientes adequados, podem ser afetadas por uma combinação de morte, reprodução, predação por organismos maiores, competição por nutrientes, antagonismo bacteriano, inativação enzimática ou química. O aumento da produção de bactérias nos sistemas de distribuição de água potável foi registrado durante os meses mais quentes do verão. Além disso, o aumento das temperaturas pode aumentar as cargas de patógenos bacterianos e protozoários em reservatórios animais e pode prolongar as estações de transmissão (LEVY *et al.*, 2016).

A água subterrânea de poços rasos, *boreholes* e nascentes continua a ser uma importante fonte de água para vários países de terras secas como na África Subsaariana e em outras partes do mundo (ADDO *et al.*, 2014; DIAS *et al.*, 2018; OSIEMO *et al.*, 2019). A captação de água subterrânea de aquíferos rasos apresenta desafios para a qualidade da água, especialmente quando esses poços são fornecidos perto das comunidades que não possuem saneamento básico. Poços profundos são mais protegidos, porém também são susceptíveis à poluição por instalações de saneamento no local quando há uma conexão hidrogeológica entre aquíferos profundos e camadas geológicas mais jovens na superfície, onde os sistemas de saneamento estão localizados (LUTTERODT *et al.*, 2018).

Em um esforço para reduzir a carga de doenças diarreicas, ações de saúde pública, durante os últimos 40 anos em Bangladesh, levaram a maioria da população rural a consumir água potável de aquíferos subterrâneos usando poços rasos em vez de água superficial. Esses poços rasos, com profundidades inferiores a 43 m são relativamente baratos para se instalar, exigem pouca mão de obra e manutenção e fornecem acesso à água potável que é muito menos contaminada com patógenos microbianos do que a água superficial (GOEL *et al.*, 2018). Instalações com saneamento básico precárias foram associadas à presença de contaminantes microbianos na água do poço. Um fator importante para esta contaminação é a construção de latrines em áreas com lençol freático alto (DEY *et al.*, 2016).

Um estudo realizado em Asembo, Condado de Siaya, Sudoeste do Quênia, com 10 aldeias, identificou que 29% das famílias do Condado usavam riachos, rios, represas e outras águas superficiais como sua principal fonte de água em 2011. Embora, algumas famílias usassem água encanada, água da chuva, poços cavados à mão e *boreholes*. A maioria das famílias usava *pit latrines* em 2011 e 16% não tinham instalações sanitárias e ainda conviviam com animais como gado, ovelhas, cabras e aves, que são vetores de doenças. Essas comunidades rurais sofrem concomitantemente com altos níveis de pobreza e alta carga de doenças infecciosas (SILVA *et al.*, 2020).

Um outro estudo realizado em Bangladesh teve como objetivo determinar o risco de poços rasos usados como fonte de água potável. Cerca de 62% dos poços apresentaram risco médio a alto, de acordo com as diretrizes de inspeção sanitária da Organização Mundial de Saúde (OMS). A contaminação microbiológica foi significativamente maior em poços que estavam a uma distância menor ou igual a 10 m da *latrine* mais próxima em comparação com poços que estavam a distâncias de 11 a 20 m da latrina mais próxima. Foi também observado que o nível de contaminação por *Escherichia coli*, coliformes totais e coliformes fecais foram maiores durante a estação chuvosa (DEY *et al.*, 2016).

Um estudo realizado na região da Grande Accra de Gana, África Ocidental e na capital do distrito de Shai Osudoku, avaliou amostras de água de 11 poços cavados à mão e 11 *boreholes* foram coletados para avaliação da qualidade bacteriológica. Os resultados das amostras de água subterrânea de todos os poços e *boreholes* indicaram contaminação fecal com o organismo indicador *Escherichia coli* presente nas amostras desses poços. A partir desse resultado foi concluído que há poluição sistemática das águas subterrâneas na área de estudo (LUTTERODT *et al.*, 2018).

Outro estudo avaliou a qualidade da água potável e seus riscos potenciais à saúde em Swat, Paquistão. A pesquisa descreveu que a maioria da população local usa esquemas de abastecimento de água potável nos últimos 20 anos, 73% de abastecimento de poço, 13% de abastecimento de bomba manual, 11% de abastecimento de nascente e 3% de abastecimento de rio/riachos, o que espalha alta incidência de doenças transmitidas pela água, incluindo hepatite, infecções intestinais, diarreia, disenteria, cólera, febre tifóide, icterícia e doenças de pele em crianças, seguidas por adultos mais velhos e mais jovens. A distância mínima entre fontes de água e *latrines* de fossa/sistemas de esgoto, injeção de esgoto bruto em poços profundos e escoamento urbano amplificado, pastagens e escoamento agrícola com excrementos humanos e animais foram as possíveis fontes de contaminação (KHAN *et al.*, 2018).

O abastecimento intermitente de água é um outro grande desafio, que é comum, por exemplo, nas áreas rurais do Limpopo, na África do Sul. As interrupções frequentes no abastecimento de água também afetam a qualidade da água canalizada devido aos contaminantes na rede de distribuição, durante os períodos de baixa pressão ou quando o abastecimento de água é interrompido. Conexões ilegais, comum em partes da África do Sul, também afetam a continuidade do abastecimento de água. O crescimento do biofilme em tubos quando o abastecimento de água é desligado contribui ainda mais para a baixa qualidade da água. A diarreia foi associada ao fato dos familiares obterem água canalizada de torneiras das residências. Isso pode ter acontecido porque as famílias presumiram que a água da torneira era segura e, portanto, tendiam a não ferver ou tratar a água (KAPWATA *et al.*, 2018).

Um estudo realizado nas comunidades rurais e urbanas do Distrito de Ugu, na Província de Kwazulu-Natal, África do Sul, mostrou que as duas comunidades recebiam água potável da mesma estação de tratamento. Entretanto, a água foi distribuída para diferentes reservatórios. Os moradores das áreas urbanas tinham o privilégio de obter água das torneiras instaladas em suas casas, enquanto as comunidades rurais não tinham os mesmos privilégios, tendo que armazená-la em recipientes domésticos. O acesso direto à água potável em áreas urbanas proporcionou um melhor nível de qualidade de água. A avaliação da qualidade da água potável também revelou que apenas a água potável armazenada e utilizada pela comunidade rural do Distrito de Ugu estava contaminada com alta prevalência de *Escherichia coli* (MMEKOA; MOMBA, 2019).

O armazenamento de água em cisternas, potes e barris também influencia na dinâmica da contaminação da água em terras secas (LEVY *et al.*, 2016). O Programa Um Milhão de Cisternas (P1MC), criado em 1999 pela Articulação no Semiárido Brasileiro (ASA), é um dos programas de aproveitamento de água de chuva que objetiva mudar, por meio da construção de cisternas, a realidade de milhares de famílias do semiárido do Brasil (DE CARVALHO; DE SOUSA; DA SILVA, 2017).

As fontes de água são importantes meios de transmissão de doenças de veiculação hídrica no semiárido. Portanto, é muito importante que políticas públicas sejam implementadas para orientação da população quanto a forma correta de captação, distribuição e armazenamento de água, de acordo com a presença das chuvas e a realidade de cada região.

3.10.2 Doenças e contaminantes

Há inúmeros agentes patológicos causadores de doenças transmitidas pela água, no clima semiárido. Entre eles, destacam-se: *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* e *Vibrio cholerae*, *Ryptosporidium parvum* e *Giardia lamblia* (NYEMBA *et al.*, 2010; SILVA, 2019; PERES *et al.*, 2020), que também estão presentes entre os estudos selecionados para esta pesquisa (ONYANGO *et al.*, 2018; DAGHARA *et al.*, 2019; OSIEMO *et al.*, 2019). Todos comprometem a segurança da água, pois a presença dessas espécies é um provável indicador da existência de *Clostridium pafringens*, *Salmonella* e *Protozoários*, que são responsáveis pelo desenvolvimento de diarreia, giardíase, disenteria e gastroenterite, doenças comuns entre os habitantes rurais de países em desenvolvimento (ONYANGO *et al.*, 2018).

Essas doenças podem ter o seu desenvolvimento provocado pela falta de conhecimento sobre coleta, manuseio e armazenamento adequado da água, bem como de políticas precárias para serviços de saneamento que afetam a qualidade do suprimento de água no semiárido (MOREIRA *et al.*, 2020).

Uma pesquisa realizada nas terras secas do Quênia identificou que as concentrações de coliformes totais (CTs) e a *Escherichia coli* excederam as diretrizes de água potável da Organização Mundial da Saúde de 0 cfu /100 mL. A febre tifóide foi a doença relacionada à água mais incidente durante a estação seca (10%), enquanto a diarreia (3%) foi a mais incidente durante a estação chuvosa. A diarreia por cólera e a febre tifóide estão entre as doenças mais conhecidas, associadas ao consumo de água e alimentos contaminados com fezes (OSIEMO *et al.* 2019). No presente estudo identificou-se a diarreia como a doença mais presente (ADDO *et al.*, 2014; ALEXANDER *et al.*, 2018; RUFINO *et al.*, 2016; ONYANGO *et al.*, 2018; OSIEMO *et al.*, 2019). A precipitação está associada ao aumento das taxas de doenças diarreicas. Isso porque as fortes chuvas contribuem para contaminar o abastecimento de água com patógenos fecais humanos ou animais, liberados dos esgotos e enviados para reservatórios de água, como rios e lagoas. Assim, durante os períodos de pouca chuva e seca, a concentração de patógenos fecais pode aumentar (GHAZANI *et al.*, 2018).

Em outro estudo realizado no Quênia, no condado de Isiolo, caracterizado por sua natureza urbana, investigou um total de 60 amostras de fontes de água potável, como, *borehole*, *shallow well*, *spring*, *rio*, *trough*, e água da chuva. A *Escherichia coli* e os Coliformes foram responsáveis por 29,88% e 88,2%, respectivamente, das amostras do estudo. As fontes de água estavam altamente contaminadas com microrganismos em níveis considerados inseguros pelos padrões do Quênia e da OMS para água potável (ONYANGO *et al.*, 2018).

Semelhante a este estudo, uma pesquisa buscou analisar a qualidade da água e a saúde na cidade de Nouakchott, capital da Mauritânia no semiárido do Sahel. A análise indicou que 93% das fontes de água não canalizadas fornecidas à população estavam contaminadas com bactérias semelhantes a coliformes. A diarreia foi a segunda doença mais importante notificada nos centros de saúde da região, respondendo por 12,8% dos atendimentos (TRAORÉ *et al.*, 2013).

Outro país da África com escassez de água e presença de doenças de veiculação hídrica é Gana, localizado na África Ocidental, de extensas planícies e planaltos áridos. Em Gana, as doenças diarreicas foram identificadas como o segundo problema de saúde mais comum tratado em ambulatórios. Um estudo buscou avaliar a relevância do manuseio da água e práticas higiênicas na transmissão de doenças diarreicas e infecções helmínticas transmitidas pelo solo em três comunidades do país. A maioria das famílias não tratou a água antes do uso e houve uma maior incidência de casos de diarreia. As fontes de água mais comuns utilizadas pelas comunidades incluem água encanada, *boreholes*, água da chuva e água de rios (ADDO *et al.*, 2014).

No Sul da África, um estudo buscou avaliar a influência do nível do Rio Chobe na qualidade da sua água (contagens de *Escherichia coli* e total de sólidos suspensos) em um distrito de mesmo nome, localizado na parte nordeste de Botswana. Um forte padrão sazonal da diarreia foi identificado, com dois surtos ocorrendo regularmente nas estações chuvosa e seca. Medições no Rio Chobe de 2011 a 2017 identificaram a presença de *Escherichia coli* e total de sólidos suspensos, exibindo padrões sazonais. O total de sólidos suspensos aumentou e atingiu o pico durante a estação seca, diminuindo continuamente durante a estação chuvosa. Em contraste, as concentrações de *Escherichia coli* foram relativamente baixas durante a estação seca e atingiram o pico no meio da estação chuvosa. Nesta região, à medida que as águas diminuíram, os níveis de sólidos suspensos totais aumentaram e foram associados positivamente com casos de diarreia. (ALEXANDER *et al.*, 2018).

Outro estudo teve como objetivo isolar e identificar bactérias ambientais de várias fontes de água bruta, bem como do sistema de distribuição de água potável em Mafikeng, na África do Sul. Água bruta de barragem e água tratada (potável) de uma fonte de água subterrânea, o Molopo Eye, foram analisadas quanto à presença de coliformes totais, coliformes fecais, bactérias heterotróficas e espécies de *Aeromonas* e *Pseudomonas*. Espécies de *Pseudomonas*, coliformes fecais e totais foram os mais incidentes durante todas as estações, tanto na água bruta quanto na tratada da barragem. No entanto, as espécies de *Aeromonas* foram isoladas apenas das amostras de água bruta, não da água tratada de todos os locais. O número

dos diferentes organismos isolados foi maior no verão do que no inverno (MULAMATTATHIL *et al.*, 2014).

Outra doença com presença de surtos de veiculação hídrica em todo o mundo é a hepatite, com o vírus da hepatite A sendo o principal agente causador (OUARDANI *et al.*, 2016). Uma revisão sistemática identificou 33 estudos sobre a caracterização da presença ambiental do vírus da hepatite A em países de baixa e média renda. Desses, 22 foram conduzidos na África. A maioria na Tunísia (9 pesquisas) e na África do Sul (6 pesquisas). A incidência da taxa de detecção do Vírus da Hepatite A na Tunísia foi mais alta em esgoto bruto do que em esgoto tratado. Na África do Sul, as taxas de detecção do Vírus da Hepatite A foram maiores em águas superficiais do que em esgoto tratado. Além disso, a avaliação da presença do Vírus da Hepatite A nas águas superficiais urbanas e rurais da África do Sul foi considerada semelhante, o que implica que as populações rurais e urbanas do país podem estar enfrentando riscos de exposição ambiental para a infecção pelo do Vírus da Hepatite A. Os demais estudos foram realizados na Ásia, identificando países que possuem grande densidade demográfica e áreas com clima de terras secas áridas ou semiáridas, com destaque para a Índia (KUODI *et al.*, 2020).

No Oriente Médio, em algumas áreas da Cisjordânia (Palestina), especialmente nas regiões rurais, as populações não possuem acesso à rede de esgoto ou à uma gestão adequada dos resíduos sólidos. Elas dependem principalmente de fossas para coletar águas residuais domésticas. Apesar do exposto, uma pesquisa realizada com amostras de água coletadas em 127 nascentes, identificou uma fração muito pequena das amostras (4%) com presença de coliformes totais acima do limite aceitável, necessitando de tratamento de cloração. Portanto, a maior parte da água subterrânea não continha coliformes fecais e foi classificada sem risco (DAGHARA *et al.*, 2019).

No Brasil, as parasitoses intestinais ainda constituem um importante problema de saúde pública, apesar da reversão do perfil de mortalidade nas últimas décadas. O estudo foi realizado nos municípios de Madalena e Quixeramobim no Estado do Ceará, em quatro comunidades rurais. Houve tendência de aumento nas taxas de detecção de protozoários comensais e do complexo *Entamoeba histolytica* / *Entamoeba dispar* no início da estação chuvosa, com taxas de detecção de 6% em 2014 e 21,6% em 2016. *Giardia intestinalis* e *Ascaris lumbricoides* apresentaram distribuições temporais distintas, atingindo o pico em 2015: 20,1% e 30%, respectivamente. A proporção de habitantes que bebiam água inadequada era de 55% no início da estação seca e de 28,8% no final da estação seca, atingindo 70,9% no início da

estação chuvosa (DIAS *et al.*, 2018), indicando o papel do escoamento superficial na contaminação dos recursos hídricos.

Um outro estudo, realizado na Região Nordeste do Brasil, identificou como possível causa dos surtos de diarreia a água utilizada pela população proveniente de uso de fontes alternativas de água, como lagoas, poços, caminhões-pipa e reservatórios domésticos de água, que estavam contaminadas com bactérias, vírus ou parasitas. Uma vez que os surtos de diarreia foram relacionados a fontes de água provenientes tanto de áreas com baixa cobertura de saneamento básico, quanto em situações em que o abastecimento de água é interrompido ou sofre uma contaminação massiva. Dessa forma a carência de água em quantidade e qualidade pode impedir a higiene do ambiente domiciliar e seu entorno, criando condições para a manutenção do ciclo de transmissão de doenças diarreicas. O colapso de sistemas de abastecimento de água nessas regiões é decorrente principalmente pela má qualidade do tratamento da água que abastece a população, onde metade da água fornecida atende apenas parcialmente aos padrões de potabilidade do Ministério da Saúde. Assim, a má qualidade da água se sobrepõe a problemas de distribuição e acesso tendo sido responsável pela produção de grandes surtos da doença. As condições do ambiente e do clima, externas aos sistemas de abastecimento, podem agravar estas situações de risco em regiões semiáridas ou sujeitas a variabilidades climáticas (RUFINO *et al.*, 2016).

No semiárido do Estado de Minas Gerais, uma pesquisa buscou avaliar se o acesso à cisterna de captação de água da chuva está associado a uma menor incidência de infecções por *G. duodenalis* em menores de cinco anos de idade, em comparação com crianças que vivem em domicílios abastecidos por outras fontes de água. A menor incidência de infecções por *G. duodenalis*, equivalente a 4,8%, foi encontrada nas crianças que viviam em casas que possuíam cisternas, enquanto o maior valor, correspondendo a 16,7%, foi encontrado em crianças cujo o abastecimento de água da casa era proveniente de mananciais sem proteção sanitária, incluindo rios, nascentes e barragens (FONSECA *et al.*, 2014). As infecções entéricas podem ter um impacto de longo prazo no crescimento e desenvolvimento infantil, e a *Giardia*, em particular, demonstrou ter um impacto mesmo quando não está causando diarreia. Uma das formas de transmissão de *G. duodenalis* é a ingestão de água ou alimentos contaminados com cistos de protozoários, que são liberados nas fezes do hospedeiro (FONSECA *et al.*, 2014; ONYANGO *et al.*, 2018)

O Brasil também possui um histórico de florescimento e contaminação de sistemas de água doce por toxinas cianobacterianas. A relevância do monitoramento de toxinas de cianobactérias em reservatórios de abastecimento público é notória devido à sua alta toxicidade

para mamíferos, inclusive humanos. As toxinas mais recorrentes nos reservatórios brasileiros são as microcistinas. Foram coletadas 23 amostras de água de 10 reservatórios do Estado de Pernambuco, nordeste do Brasil, nas estações seca e chuvosa. Foram identificadas 22 amostras com microcistinas, destas oito tinham também a presença de *Cylindrospermopsis*. Ressalta-se que em todas as amostras estavam presentes as cianobactérias potencialmente produtoras de toxinas, exceto *M. tenuissima* (OLIVEIRA *et al.*, 2013).

As doenças de veiculação hídrica são um problema de saúde pública. Observa-se que a maioria das pesquisas realizadas no semiárido identificou a presença desses patógenos em países pobres e em desenvolvimento onde as condições sanitárias são precárias e o acesso a água limpa ainda é um privilégio das pessoas com condições socioeconômicas mais favoráveis que residem em regiões com saneamento básico adequado e acesso a fontes de água seguras, já que no período de seca, as pessoas de baixa renda têm mais dificuldade de obter água potável para consumo.

3.10.3 Armazenamento e tratamento da água

O armazenamento de água é um hábito para os habitantes das regiões semiáridas, devido à ausência de sistema de abastecimento de água e da seca que afeta as fontes de águas disponíveis. A situação é agravada nos países pobres e em desenvolvimento. O armazenamento de água inadequado é um dos fatores determinantes no surgimento de doenças transmitidas por veiculação hídrica por oferecerem condições favoráveis à reprodução de patógenos, decorrentes de práticas não higiênicas.

Os riscos de contaminação da água potável podem surgir durante vários estágios no trajeto da fonte de água até o ponto de uso e estão bem documentados em pesquisas (SILVA *et al.*, 2020; GOEL *et al.*, 2018; MCGUINNESS *et al.*, 2020). As estratégias para aumentar o acesso à água limpa são desafiadas pela recontaminação entre a coleta e o uso da água (HILL *et al.*, 2020). Dessa forma, a contaminação pode ser introduzida na fonte de água, durante a coleta, armazenamento ou acesso (MCGUINNESS *et al.*, 2020), podendo ser fontes de transmissão de doenças diarreicas e infecções helmínticas (OSIEMO *et al.*, 2019).

As tecnologias de tratamento de água fornecem soluções eficazes e de baixo custo para reduzir a exposição a patógenos presentes em água potável (HILL *et al.*, 2020). Entretanto, apenas melhorias na qualidade da água de origem dificilmente evitarão a exposição da água potável à contaminação, a menos que também se dê atenção à melhoria das práticas domésticas de armazenamento, acesso e saneamento de água (MCGUINNESS *et al.*, 2020).

Uma revisão sistemática sobre a qualidade da água potável, em países de baixa e média renda, identificou em 38% dos estudos que mais de um quarto das amostras de fontes de água continham contaminação fecal. Constatou que a qualidade bacteriológica da água potável frequentemente diminui entre a fonte e o ponto de uso devido a fatores de risco como falta de saneamento básico, uso de recipientes de armazenamento descobertos, construção de recipientes de armazenamento e ruralidade. Vários estudos subsequentes destacam a contaminação fecal da água potável de fontes "melhoradas" como consequência do transporte, armazenamento deficiente e práticas de manuseio (SILVA *et al.*, 2020).

Um outro estudo, realizado na zona rural de Bangladesh, com 484 famílias, mediu a qualidade da água coletando duas amostras de água de cada família: uma da fonte *tubewell* e a outra do recipiente doméstico no ponto de uso. Os resultados mostram que, em geral, a contaminação microbiana no ponto de uso foi mais prevalente do que a contaminação na fonte, com recipientes de armazenamento 3,4 vezes mais prováveis de estarem contaminados em comparação com a fonte de retirada de água. Aproximadamente, um em cada dois recipientes de armazenamento doméstico, para poços profundos e rasos, continha água potável classificada como de alto ou muito alto risco. A contaminação na fonte *tubewell* foi muito menor, sugerindo que o aumento na contaminação microbiana está ocorrendo amplamente durante o manuseio e o armazenamento da água (GOEL *et al.*, 2018).

O armazenamento de água potável é comumente praticado na Índia rural. Em um teste de intervenção de abastecimento de água em nível comunitário, cinco pesquisas domiciliares trimestrais foram realizadas para coletar informações sobre água, saneamento e práticas de higiene nas áreas rurais da Índia. Em uma subamostra aleatória de domicílios, as amostras de água potável armazenadas foram testadas para *Escherichia coli*, simultaneamente observando as práticas de armazenamento e acesso. Foram realizadas 9.961 pesquisas e coletadas 3.296 amostras de água armazenada nas comunidades rurais da Índia. As amostras de água armazenadas estavam frequentemente contaminadas com *Escherichia coli* com níveis mais elevados durante a estação chuvosa. Os indicadores de contaminação da água armazenada com *Escherichia coli* incluíram consumo de água do rio e defecação a céu aberto (MCGUINNESS *et al.*, 2020).

Um estudo realizado com 234 famílias no condado de Siaya, área rural do Quênia, mostrou que para armazenar água potável, 60,3% dos domicílios usavam vasilhame pequeno (≤ 20 L); 31,3% usaram um grande recipiente (> 20 L e ≤ 100 L) e 7,5% usaram um tanque de água (> 100 L). Desses, 98,1% eram contêineres/tanques localizados dentro do domicílio. Já, 52,8% afirmaram não realizar nenhum tratamento de água. Dos que o fizeram, 27,2% filtraram

a água em um pedaço de pano, 18,5% usaram cloração; 6,7% ferveram a água; 5,0% de coagulante adicionado; e apenas 0,6% filtraram a água de forma correta (SILVA *et al.*, 2020).

As tecnologias de tratamento de água no local de abastecimento tratam a água potável no domicílio antes de ser consumida, eliminando o risco de contaminação na fonte e durante o transporte para o domicílio. Como é o caso da utilização de filtros. Intervenções sustentáveis, socialmente aceitáveis e de baixo custo com essas tecnologias têm o potencial de melhorar a qualidade microbiana da água doméstica, reduzir a exposição a patógenos em crianças e prevenir doenças diarreicas (HILL *et al.*, 2020).

Um ensaio clínico randomizado controlado realizado na comunidade de Limpopo, na África do Sul, para estimar os efeitos no crescimento infantil na região por meio da melhoria da água fornecida para a comunidade, com a utilização de filtros de cerâmica impregnados com prata, mostrou que embora os filtros de cerâmica reduzam significativamente o total de bactérias coliformes na água tratada, as melhorias na qualidade da água potável doméstica não se traduziram em melhorias significativas no crescimento infantil. Da mesma forma, o acesso ao filtro de cerâmica impregnado com prata não evitou infecções entéricas (HILL *et al.*, 2020).

Um estudo realizado em 4 comunidades rurais do semiárido brasileiro mostrou que a distribuição de filtros de água no ano de 2015 não afetou a incidência de diferentes parasitas intestinais em 2016. No entanto, os filtros influenciaram a qualidade microbiológica da água. Em 2016, a proporção de indivíduos que consumiram água insatisfatória foi de 57,1% (48/84) entre os que receberam o filtro de vela oca de cerâmica, 63,2% (43/68) entre os que receberam o filtro de vela de cerâmica com carvão, 77,4% (24 / 31) entre os que já possuíam filtro e 95,1% (78/82) entre os que não utilizavam nenhum tipo de filtro em casa. Embora não tenha sido observado efeito protetor dos filtros sobre as parasitoses intestinais, foi observada proporção significativamente menor de consumo inadequado de água entre as famílias que receberam os filtros. Isso mostra que os filtros têm um impacto positivo na qualidade da água a ser consumida e podem influenciar na transmissão de doenças bacterianas de veiculação hídrica (DIAS *et al.*, 2018).

Os filtros de cerâmica não são eficientes na remoção de vírus. No entanto, protegem contra a contaminação por bactérias e protozoários (OMS, 2019). Já a desinfecção com cloro protege apenas contra bactérias e vírus. Em resumo, o ideal é que as intervenções de tratamento de água domiciliar devam seguir uma abordagem de barreiras múltiplas, adotando várias tecnologias de tratamento para alcançar uma proteção abrangente (SILVA *et al.*, 2020).

Outro estudo realizado na província de Limpopo na África do Sul com 400 famílias mostrou que o armazenamento de água era comum (97%) com cerca de metade das famílias

armazenando água em recipientes de plástico com uma abertura grande o suficiente para passar uma mão. O estudo mostrou que a fonte de água potável, práticas de armazenamento de água e tratamento, por exemplo, com água sanitária e cloro e práticas de armazenamento de alimentos cozidos perecíveis, foram fatores de risco para diarreia. No total, foram coletadas 192 amostras de água. O maior risco microbiano foi encontrado em amostras de água de recipientes de cozinha, seguidas por amostras de stand-pipe (KAPWATA *et al.*, 2018).

Há várias opções para o tratamento de água. No entanto, a água pode ser recontaminada durante o transporte e o armazenamento nas residências, prejudicando a sua qualidade. Essa contaminação está ligada principalmente a ausência de práticas de higiene. O uso regular de recipientes de água potável sem a devida limpeza leva à formação de um biofilme nas paredes internas dos recipientes. Este biofilme abriga colônias de bactérias, fornece-lhes alimento para o crescimento e as protege da desinfecção, aumentando assim o risco de contaminação da água que é despejada nos recipientes. Estudo no Quênia identificou que a água armazenada em recipientes que recebiam limpeza adequada possuía maior qualidade. No entanto, a prática de transferir água de contêineres de transporte menores para contêineres de armazenamento maiores foi identificada como outra fonte de contaminação (GÄRTNER *et al.*, 2020).

Além disso, a formação de biofilme na superfície interna de recipientes de armazenamento tem sido relatada por oferecer um meio adequado para o crescimento de microrganismos e, conseqüentemente, contribuir para a diminuição da qualidade da água potável nas residências. Estudos têm mostrado altas contagens de bactérias heterotróficas e coliformes fecais na água potável armazenada, que excede em muito os limites estabelecidos para o consumo humano. Em condições adequadas, um pequeno número de microrganismos na água também pode fornecer uma semente, o que permitirá que se multipliquem nos recipientes de armazenamento (BUDELI *et al.*, 2018).

Em síntese, percebe-se que os recipientes de armazenamento seguros, por exemplo, com uma boca estreita, presença de tampas e torneiras, assim como, as instalações de saneamento adequadas, sistemas de água encanada, tratamento adequado da água tem demonstrado reduzir ou mesmo erradicar a carga de doenças transmitidas pela água (HAMZAH *et al.*, 2020). Por outro lado, fatores como práticas de manuseio, as condições em que a água é armazenada nas residências, bem como recipientes de armazenamento inadequados, têm o potencial de reverter o benefício obtido por métodos de tratamento de água potável (BUDELI *et al.*, 2018; GÄRTNER *et al.*, 2020; SILVA *et al.*, 2020).

3.10.4 Presença de animais domésticos

O agente infeccioso da água, em muitos casos, pode ser de origem zoonótica em vez de humana. Resíduos animais manejados inadequadamente podem contribuir para a contaminação da água potável doméstica e a carga de doenças associadas. Existe um alto potencial para a transmissão de doenças entéricas zoonóticas em países de baixa e média renda, onde a pecuária é a principal fonte de renda. Por exemplo, em Bangladesh, a criação de animais como vacas, cabras e galinhas resulta em animais vagando livremente dentro do ambiente doméstico. A proximidade de animais domesticados pode levar à exposição humana às fezes do gado. Muitos patógenos podem ser transmitidos de fezes de animais para hospedeiros humanos e resultar em doenças diarreicas. Dos cinco agentes etiológicos mais comuns de diarreia moderada a grave em crianças de 0-11 meses em Bangladesh, dois (*Cryptosporidium* e *Campylobacter*) são conhecidos por terem importantes reservatórios animais (FUHRMEISTER *et al.*, 2019).

Uma pesquisa domiciliar com 800 famílias foi conduzida em três bairros periurbanos informais de Kisumu, no Quênia. Foram coletadas amostras de água potável armazenada. Foram avaliadas a presença de saneamento e infraestrutura dos domicílios, o comportamento de higiene dos familiares e a presença de animais domésticos. A maioria dos domicílios possuía água potável contaminada com fezes (67%). O status socioeconômico, acesso à água, ao saneamento e a presença de dejetos animais foram associados à contaminação da água potável em domicílio (BARNES *et al.*, 2018).

Um estudo foi realizado com 234 famílias no condado de Siaya, área rural do Quênia, no qual foi observada a presença de gado (gado, cabras, aves) e animais domésticos (gatos, cães) nos ambientes domésticos, juntamente com outros fatores de risco para contaminação da água potável armazenada no local de uso, como saneamento, condições de armazenamento e práticas de higiene. Os entrevistadores observaram aves em 90,5% dos domicílios; gado em 53,7%; cães em 48,5%; gatos em 45,9%; e cabras em 35,1%. 65,7% dos locais que forneciam água potável eram acessíveis a animais domésticos ou selvagens (SILVA *et al.*, 2020).

Outro estudo realizado na zona rural do Quênia com 45 famílias, identificou que para o tratamento de água, 13% das famílias relataram que tratam a água regularmente usando métodos como cloro engarrafado, fervura, peneiramento em um pano ou usando um filtro. Foi identificado que a aplicação de cloro melhorou a qualidade da água microbiana medida por *Escherichia coli*. No entanto, nenhuma das intervenções para tratamento da água reduziu a

contaminação por *Escherichia coli* em crianças e a diarreia infantil. Também, não houve melhora no crescimento infantil. Os investigadores do estudo concluíram que as intervenções não foram capazes de reduzir suficientemente a contaminação fecal no ambiente doméstico. Uma provável explicação é que as fezes de animais ruminantes e das aves foram uma fonte substancial de contaminação fecal nas residências do estudo (HAMZAH *et al.*, 2020).

Destaca-se a alta incidência de doenças entéricas, durante a estação chuvosa, principalmente, após um período de seca. Isso ocorre devido ao alto nível de contaminação microbiana causada pelo escoamento superficial, já que muita matéria fecal é levada para lagoas e rios (OSIEMO *et al.*, 2019). Fatores afetam o transporte de patógenos no escoamento em ambientes agrícolas, tais como: declive, intensidade de chuva, vegetação, taxa de fluxo e taxa de infiltração. As chuvas fortes podem promover o transporte de oocistos de patógenos protozoários transmitidos por esterco, uma vez que a proximidade do gado durante a seca das fontes de água tradicionalmente humanas leva à concentração dos agentes patogênicos, permitindo que estes se distribuam amplamente quando as primeiras chuvas chegam, facilitando a exposição humana (LEVY *et al.*, 2016).

A infecção em crianças da zona rural da Gâmbia foi associada ao consumo de água potável armazenada e à presença de vacas e gatos em residências, levando a contaminação fecal humana e animal de fontes de água da comunidade. Um estudo avaliou a contaminação pós-abastecimento de água potável com fezes de ruminantes em 45 famílias, na periferia de Kisumu, no Quênia. Como resultado, identificaram que a posse de animais e a presença de dejetos de animais em ambientes domésticos foram associados a altas contagens de enterococos na água potável doméstica. Na área rural de Bangladesh, também foram encontrados níveis mais elevados de *Escherichia coli* nas famílias que continham animais (HOSSAIN *et al.*, 2029)

Portanto, a presença de dejetos animais pode estar presente na fonte primária de coleta de água, no transporte da água, no armazenamento em recipientes contaminados, o que acarreta inúmeras doenças de veiculação hídrica, em populações residentes no semiárido (BARNES *et al.*, 2018). A contaminação por dejetos animais pode, inclusive, dificultar o tratamento para consumo da água potável.

Portanto, confirma-se uma relação entre o abastecimento de água e as doenças de veiculação hídrica por meio da contaminação da própria fonte de água, do acesso, da coleta, do armazenamento ou do tratamento inadequado em populações do semiárido, que vivenciam uma escassez hídrica natural, que é agravada nos períodos de seca.

3.11 Intervenções de enfermagem para as doenças de veiculação hídricas presentes na NIC e as implicações para enfermagem

A partir dos dados obtidos no primeiro capítulo, percebe-se a necessidade da atuação dos profissionais de saúde, como do enfermeiro para a prevenção de doenças de veiculação hídrica, com implementação de intervenções direcionadas para coleta de água em fontes sem contaminação e armazenamento adequado da água, com orientações para a população que tem escassez de água, como as que vivem em regiões semiáridas.

Desataca-se que o enfermeiro possui um sistema de classificação das Intervenções de Enfermagem (NIC) que pode nortear a escolha de intervenções, a partir dos problemas de saúde detectados, orientando a tomada de decisão clínica do enfermeiro. No contexto das doenças de veiculação hídrica, identificou-se na NIC, no domínio comportamental, ações de educação do paciente por meio de intervenções que possam facilitar sua aprendizagem. Também, identificaram-se no domínio sistema de saúde os cuidados que dão suporte ao uso eficaz do sistema de atendimento à saúde e no domínio da comunidade, os cuidados que dão suporte à saúde como promoção da saúde e controle de riscos da comunidade (BUTCHER *et al.*, 2020)

Pode-se observar que dentro das intervenções presentes na NIC, as atividades que visam minimizar os riscos decorrentes das doenças de veiculação hídrica estão voltadas para práticas assistenciais, após a doença adquirida. Atividades de enfermagem com práticas que visem implantar ações para comunidades que vivem com escassez de água, além de problemas sanitários e econômicos que potencializam as doenças hídricas não estão presentes na NIC, como pode ser observado no Quadro 1.

Intervenções de enfermagem para populações com recursos hídricos escassos, e saneamento básico precário, com orientações sobre as práticas de acesso a fontes de água limpa e de armazenamento adequado, devem ser elaboradas com o objetivo de prevenir as contaminações por doenças de veiculação hídrica. Posteriormente, poderão ser apresentadas para os gestores de saúde como proposição de intervenções que podem ser implementadas pelo enfermeiro como medida de saúde pública nas regiões do semiárido. Ademais, poderão ser propostas para as Classificações das Intervenções de Enfermagem.

Quadro 1 – Intervenções e atividades de enfermagem. Redenção (CE), Brasil, 2021

(continua)

INTERVENÇÕES DE ENFERMAGEM (NIC)	ATIVIDADES DE ENFERMAGEM
CONTROLE DA DIARREIA	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar história da diarreia - Obter fezes para cultura e antibiograma se a diarreia continuar - Avaliar os medicamentos normalmente utilizados em busca de efeitos colaterais gastrointestinais - Orientar paciente/familiares a registrar a cor, o volume, a frequência e a consistência das fezes - Avaliar os medicamentos normalmente utilizados em busca de efeitos colaterais gastrointestinais - Ensinar o paciente sobre o uso adequado de medicamentos antidiarreicos - Orientar paciente/familiares a registrar a cor, o volume, a frequência e a consistência das fezes - Avaliar os registros de ingestão quanto ao conteúdo nutricional - Encorajar refeições pequenas e frequentes, acrescentando volume gradativamente - Ensinar o paciente a eliminar da dieta alimentos picantes e formuladores de gases - Sugerir a eliminação de alimentos que contenham lactose - Identificar fatores (ex. medicamentos, bactérias) que possam causar diarreia ou contribuir para ela - Monitorar sinais e sintomas de diarreia - Orientar o paciente a notificar a equipe sobre cada episódio de diarreia - Observar turgor da pele regularmente - Monitorar irritação e ulceração da área perianal - Mensurar a quantidade de diarreia/eliminação intestinal - Pesar o paciente regularmente - Notificar o médico sobre aumento da frequência ou da intensidade dos ruídos hidroaéreos - Consultar o médico se os sinais e sintomas de diarreia persistirem - Orientar sobre a dieta com baixo teor de fibras, rica em proteína em calorias, conforme apropriado. - Orientar o paciente a evitar laxativos - Ensinar paciente/família a manter um diário alimentar - Ensinar ao paciente técnicas de redução de estresse, conforme apropriado - Monitorar o preparo seguro dos alimentos - Realizar ações que proporcionem repouso intestinal

(conclusão)

<p>PROTEÇÃO CONTRA RISCOS AMBIENTAIS</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o ambiente em relação a riscos reais e potenciais - Analisar o nível de risco associado com o ambiente - Orientar as populações em risco sobre perigos ambientais - Monitorar as incidências de doenças e lesão relacionadas aos perigos ambientais - Manter o conhecimento associado aos padrões ambientais específicos - Notificar as agências autorizadas a proteger o ambiente sobre perigos conhecidos - Colaborar com outras agências regulatórias para melhorar a segurança ambiental - Defender projetos ambientais mais seguros, sistemas de proteção e o uso de dispositivos de proteção - Apoiar programas para divulgação dos riscos ambientais - Rastrear as populações em risco quanto a evidências de exposição aos perigos ambientais - Participar da coleta de dados relacionados com a incidência e a prevalência da exposição a risco ambientais
<p>CONTROLE DO AMBIENTE: comunidade</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar a avaliação quanto a riscos à saúde provenientes do ambiente - Participar de equipes multiprofissionais para identificar ameaças à segurança na comunidade - Monitorar o estado dos riscos conhecidos à saúde - Participar de programas na comunidade para lidar com os riscos conhecidos - Colaborar na elaboração de programas de atividade na comunidade - Promover políticas governamentais para reduzir os riscos específicos - Encorajar os vizinhos a se tornarem participantes ativos na segurança da comunidade - Coordenar serviços para grupos e comunidades em risco - Conduzir programas educacionais para grupos-alvo de risco - Trabalhar com grupos ambientalistas para assegurar as relações governamentais apropriadas

Fonte: Elaborado pela autora.

4 SEGUNDO CAPÍTULO: CLIMA E DOENÇAS SENSÍVEIS AO CLIMA EM REGIÕES SEMIÁRIDAS - REVISÃO SISTEMÁTICA

4.1 Objetivo

Descrever as relações entre variáveis climáticas e doenças sensíveis ao clima em regiões semiáridas, destacando os diferentes grupos principais de doenças sensíveis ao clima e seus padrões climáticos.

4.2 Método

Esta revisão seguirá um protocolo previamente elaborado conforme as recomendações do PRISMA e os 27 itens do checklist para o relato de revisões sistemáticas ou metanálise.

4.3 Questão de Pesquisa

Qual a relação entre as variáveis climáticas e as doenças sensíveis ao clima em populações de regiões semiáridas? A questão de pesquisa foi elaborada com base na estratégia PICOS:

I - Population (P): populações que residem em regiões de clima semiárido;

II - Exposition (I): clima semiárido e variáveis climáticas (precipitação pluviométrica, temperatura do ar, umidade do ar);

III - Comparison (C): não foi incluído na questão de pesquisa, pois a revisão não abrangeu apenas ensaios clínicos;

IV - Outcomes (O): doença sensível ao clima;

V - Study (S): pesquisas observacionais (coorte, caso-controle, transversais, qualitativos, quantitativos).

4.4 Critérios de elegibilidade

4.4.1 Inclusão

Os critérios de inclusão foram: artigos de texto completo gratuito e publicado entre 2008 e 2019, sem delimitação do idioma de publicação; artigos que abordam as doenças sensíveis ao clima em seres humanos e as variáveis climáticas (temperatura do ar, umidade do ar, precipitação) em regiões de clima semiárido.

4.4.2 Exclusão

Os critérios de exclusão foram: artigos de revisão e de relato de experiência, editoriais, resenhas, estudos de caso, reflexões teóricas. Os artigos duplicados também foram excluídos, sendo mantida apenas a primeira versão identificada.

4.5 Fontes de informação

As fontes de informação foram as seguintes bases de dados: *Medical Literature Analysis and Retrieval System Online (Medline/PubMed)*; *SCOPUS* e *Web of Science*. Foram pesquisados também no buscador acadêmico *Science Direct*. Todas as fontes de informação foram acessadas utilizando a comunidade acadêmica federada (CAFe) do portal de Periódicos da Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES), com a qual os pesquisadores têm vínculo.

4.6 Estratégia de busca

A estratégia de busca incluiu descritores do Medical Subject Headings (MeSH) e palavras-chave, a saber: *dryland, semiarid, droughts, climate change, diseases climate-sensitive, water border diseases*.

Os referidos descritores e palavras-chave foram combinados utilizando o operador booleano AND e OR. Foram utilizados parênteses para agrupar termos sinônimos separados pelo operador OR, e as aspas serão usadas em sentenças com mais de uma palavra.

Os termos da pesquisa deveriam estar nos campos de title/abstract ou MeSH terms. Desse modo, a combinação dos descritores e palavras-chave resultou na seguinte estratégia de

busca: *(dryland[MeSH terms] OR semiarid OR “climate change”[MeSH terms]) AND (diseases[MeSH terms] OR “climate-sensitive health” OR “water borner diseases”)*. Será utilizada a mesma estratégia de busca para todas as fontes de informação.

Para ampliar o alcance da revisão e não deixar de incluir pesquisas relevantes sobre o tema, os revisores também buscaram as referências dos artigos selecionados. As etapas de identificação, triagem, elegibilidade e análise dos artigos foram devidamente registradas no fluxograma do PRISMA.

4.7 Processo de coleta de dados

A extração dos dados dos artigos foi realizada por uma dupla de revisores independentes e as possíveis divergências foram analisadas por um terceiro revisor. Inicialmente, a dupla de revisores fez uma triagem dos artigos por meio da leitura do título do resumo. Em seguida, os artigos selecionados foram transferidos para o gerenciador de referências Mendeley Desktop versão 1.19.4 para o Windows.

O referido software facilitou a eliminação de artigos duplicados. Os dados dos artigos analisados foram extraídos para um formulário eletrônico elaborado a partir do Microsoft Excel 2016 contendo as seguintes variáveis: base de dados, título, país do estudo, variável climática, doença sensível ao clima, objetivo do estudo, resultado e reflexões dos artigos que foram relevantes para a revisão.

4.8 Análise de dados

A análise dos dados foi feita de forma qualitativa, com uma abordagem narrativa. Os pesquisadores optaram por essa abordagem porque não foi viável a realização de uma metanálise, visto que a revisão incluiu pesquisas com diferentes desenhos metodológicos, resultando em uma alta heterogeneidade dos dados e dificultando uma comparação apropriada dos achados. Os dados foram organizados em um quadro com a síntese dos principais resultados que corresponderam à questão de pesquisa e foram agrupados em categorias temáticas considerando as doenças sensíveis ao clima e as variáveis climáticas investigadas nesta revisão.

A avaliação da qualidade das pesquisas foi feita usando um *checklist for the assessment of the methodological quality of both randomized and non-randomized studies* modificado do *checklist* desenvolvido por *Downs e Balck*.^{1,2} Esse instrumento contém 27 itens que avaliaram os seguintes aspectos: relatório, validade externa, validade interna - viés,

validade interna - confusão (viés de seleção) e poder. Cada item tem uma possível resposta, a saber: sim (1), não (2) ou não determinado (0).

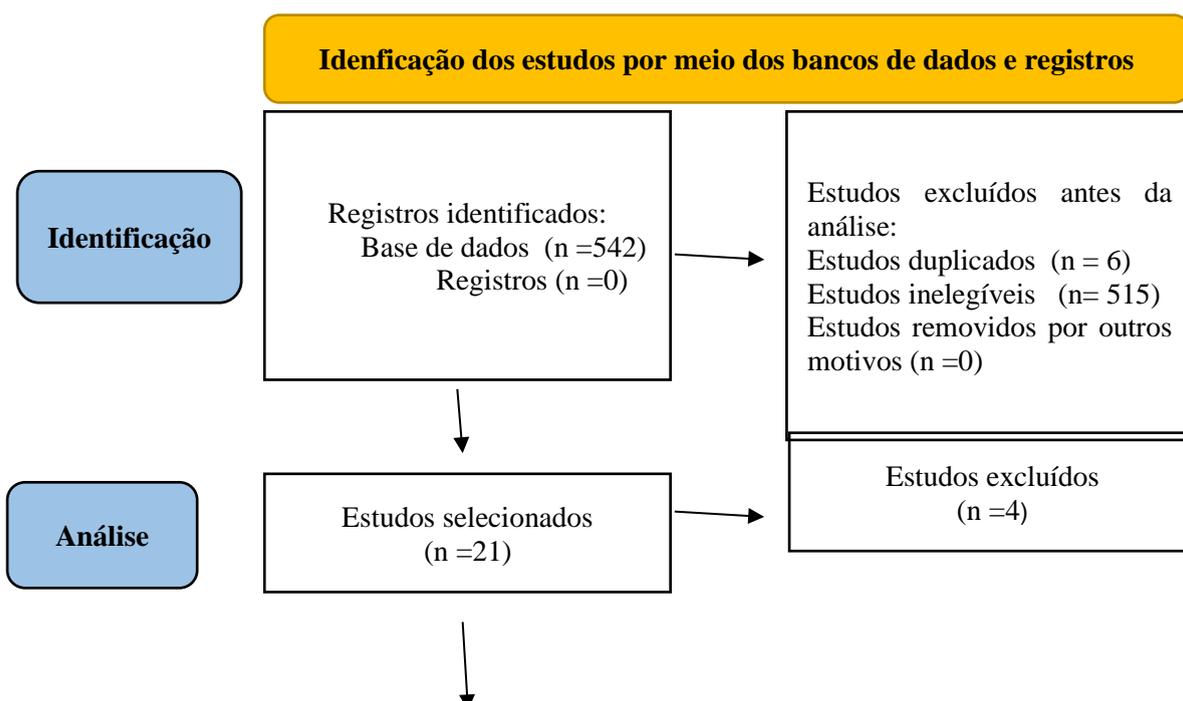
O risco de viés nas pesquisas foi avaliado por meio de quatro instrumentos considerando o desenho da pesquisa. Para as pesquisas transversais foi usado o *Cross-sectional/Prevalence Study Quality*. Para pesquisas de caso-controle e de coorte, foi utilizada a *Newcastle-Ottawa quality scale case control studies or Newcastle-Ottawa quality scale cohort studies*. Para pesquisas quantitativas, será utilizado o *Quality assessment tool for quantitative studies*.

4.9 Resultados

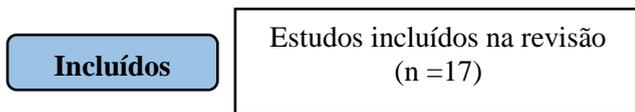
Após a avaliação de 542 artigos identificados, 21 foram selecionados por meio da leitura do título e resumo. Em seguida, foram incluídos na revisão 17 artigos científicos, após a leitura na íntegra dos artigos. Destas, as doenças transmitidas por vetores sensíveis ao clima, com destaque para leishmaniose, malária, dengue, chikungunya, febre amarela e zika vírus, foram as mais abordadas, aparecendo em 11 estudos. Outro grupo de doenças sensíveis ao clima encontrados nos artigos foram os do trato respiratório, como febre do vale, meningite bacteriana e asma. A Tabela 2 resume os resultados, incluindo as variáveis climáticas e as doenças por elas influenciadas.

Figura 2 – Fluxograma de identificação e seleção das publicações (PRISMA). Redenção (CE), Brasil, 2021

(continua)



(conclusão)



Fonte: Elaborado pela autora.

Para a avaliação da qualidade metodológica o *checklist for the assessment of the methodological quality of both randomized and non-randomized studies* foi utilizado, entretanto nem todos os itens puderam ser contemplados por não estarem no escopo da pesquisa, como por exemplo a tentativa de cegar os sujeitos ou grupo de intervenção entre outros. Desta forma o checklist de qualidade metodológica dos estudos foi adaptado pelos pesquisadores. Dos 27 itens que compõem o *checklist*, foram utilizados 9 nove (item 1, 2, 3, 4, 6, 9, 10, 18 e 27) para o cálculo, por se encaixarem com os resultados da pesquisa. Diante da adaptação feita, os tipos de estudos analisados na revisão foram considerados de boa qualidade ao apresentarem percentual maior ou igual a 50%. Dos resultados, 14 estudos apresentaram boa qualidade, 5 estudos (JUSOT *et al.*, 2017; NAZARI *et al.*, 2017; CHOWDHURY *et al.*, 2018; JUNIOR *et al.*, 2016; KIM *et al.*, 2015) apresentaram a maior pontuação com 88,8 de qualidade, seguidos por 3 estudos com 77,7% (MACHERERA *et al.*, 2017; GHATEE *et al.*, 2013; GARCÍA-PANDO *et al.*, 2014) e 3 estudos com 66,6% (AKTER *et al.*, 2017; RAKOTOARISON *et al.*, 2018; WEAVER; KOLIVRAS, 2018) .

Para o risco de viés foi utilizada a escala *Quality assessment tool for quantitative studies* para a avaliação dos estudos quantitativos, nos quais foram identificados 10 estudos com desenho de pesquisa classificados como fortes. Dentre os estudos identificados na pesquisa houve um predomínio de estudos (11) do tipo série temporal. É importante ressaltar também que 2 estudos identificados foram de projeções futuras, no qual podemos sugerir um interesse em pesquisas sobre a previsão de DSC em cenários futuros.

De acordo com a Tabela 2, as variáveis climáticas mais frequentes nos artigos foram temperatura do ar (em 14 estudos), precipitação (em 11 estudos) e umidade do ar (em 7 estudos). A combinação mais frequente de variáveis climáticas foi temperatura, precipitação e umidade do ar (em 06 estudos); seguido por temperatura e precipitação (em 4 estudos); temperatura, umidade do ar e vento (em 1 estudos) e precipitação, temperatura, vento e seca (em 1 estudos). Em 3 estudos, foram verificados apenas os efeitos da temperatura nas DSC. A precipitação e o vento apareceram uma vez como variáveis climáticas únicas. A umidade do ar não foi

considerada isoladamente. O vento atua como fator de disseminação de doenças e, por esse motivo, em 3 artigos apresentou forte associação com a dispersão de patógenos.

Em relação ao país onde os artigos foram produzidos, 5 deles foram provenientes de estudos realizados na África (Uganda, Zimbábue, Níger e Madagascar) e focados principalmente na malária e meningite. Também foram produzidos 4 artigos no Irã, cujo tema de investigação foi a leishmaniose. Na Ásia, 3 trabalhos foram relatados na Austrália (dengue), Nova Guiné (pneumonia) e Bangladesh (malária, diarreia, pneumonia e meningite). Encontramos duas publicações sobre a febre do vale nos EUA e apenas uma sobre asma no Brasil, a única publicação da América Latina. Além disso, houve dois artigos que envolveram estudos de caso em múltiplos países. Esses estudos foram relacionados ao impacto das mudanças climáticas na transmissão de doenças transmitidas por vetores. A maioria dos trabalhos foi publicada nos últimos dois anos (2018 e 2017). Assim, foram publicados 6 artigos em 2018, 7 em 2017, 1 em 2016, 1 em 2015, 1 em 2014 e 1 em 2012. Em relação à base de dados, foram encontrados 8 artigos no *Medline*, 5 no *Science Direct* e 4 na *Web Science*.

Tabela 2 – Resumo dos resultados da revisão. Redenção (CE), Brasil, 2021

(continua)

Base de Dados	Título do Artigo	País	Variáveis Climáticas	DCS	Objetivos	Resultados
Science Direct	Interactions between climatic changes and intervention effects on malaria spatio-temporal dynamics in Uganda Ssempiira et al. 2018	Uganda	Precipitation and air temperature	Malaria	Investigate the effects of climate on space-time trends in the incidence of malaria in Uganda	Association of increased temperature and precipitation with increased incidence of malaria.
Science Direct	Indigenous environmental indicators for malaria: A district study in Zimbabwe Macherera et al. 2017	Zimbabwe	Precipitation and temperature	Malaria	Determine the environmental indicators for the occurrence of malaria	Relation between rain and malaria in communities of the district of Gwanda. The association of temperature with mosquitoes.
Science Direct	Airborne dust and high temperatures are risk factors for invasive bacterial disease Jusot et al. 2017	Niger	Temperature, winds, dust storm and air humidity	Bacterial meningitis	Assess the relation between climatic factors and the occurrence of invasive respiratory bacterial diseases in Sahel, a region of Niger	High temperatures and low visibility due to high dust concentrations in the air were significant risk factors for bacterial meningitis.
Science Direct	Situation analysis of cutaneous leishmaniasis in an endemic area, south of Iran Nazari et al. 2017	Iran	Air temperature	Cutaneous Leishmaniasis	Analyze the current situation of Cutaneous Leishmaniasis in Kazerun County, southern Iran and the epidemiological aspects of the disease.	Association of the highest prevalence of Cutaneous Leishmaniasis with higher temperatures.

(continuação)

Web of Science	Socio-demographic, ecological factors and dengue infection trends in Australia Akter et al. 2017	Australia	Precipitation, air temperature and air humidity	Dengue	Assess the epidemiology of dengue and trends of future vulnerability of the disease in Australia.	The projected rise in temperature may pose a future threat to local dengue transmission if the distribution of Aedes mosquitoes expands to other parts under altered climate.
Web of Science	Assessment of Risk, Vulnerability and Adaptation to Climate Change by the Health Sector in Madagascar Rakotoarison et al. 2018	Madagascar	Air temperature	Malaria, dengue, chikungunya and yellow fever.	Assess the vulnerability of the health sector to climate change.	Rising temperatures will increase the incidence of malaria, dengue, chikungunya and yellow fever.
Web of Science	The association between temperature, rainfall and humidity with common climate-sensitive infectious diseases in Bangladesh Chowdhury et al. 2018	Bangladesh	Precipitation, air temperature and air humidity	Malaria, diarrhea, pneumonia and meningitis.	Examine the association of temperature, humidity and precipitation with six climate-sensitive infectious diseases in adults.	There were higher incidences of encephalitis and meningitis in low precipitation. Incidences of diarrhea, malaria and enteric fever increased with the rains
Web of Science	Health risks of warming of 1.5°C, 2°C, and higher, above pre-industrial temperatures Ebi et al. 2018	Multiple countries	Air temperature	Malaria, dengue, chikungunya, yellow fever and zika.	Analyze the projections of health risks associated with extreme temperatures with the increase of heating by 1.5 ° C, 2 ° C and above.	It is projected that the CSDs will be bigger at an increase of 1.5 ° C to 2 ° C in the average temperature.

(continuação)

Medline	Vector-borne diseases and climate change: a European perspective Semenza and Suk 2017	European Countries	Precipitation, air temperature, air humidity.	Dengue, chikungunya and zika, leishmaniasis	Summarize the knowledge related to the observed and projected impacts of climate change on the transmission of vector-borne diseases in Europe.	Diseases are influenced by precipitation, temperature and humidity.
Medline	Investigating the Relationship Between Climate and Valley Fever (Coccidioidomycosis) Weaver and Kolivras 2018	United States of America (USA)	Precipitation, drought, air temperature, wind	Valley fever	Analyze the relationship between valley fever and climatic factors in Kern County, California	Association of higher rainfall with higher incidence rates of valley fever
Medline	Spatial correlations of population and ecological factors with distribution of visceral leishmaniasis cases in southwestern Iran Ghatee et al. 2013	Iran	Precipitation and air temperature	Visceral Leishmaniasis	Determine the distribution of cases of visceral leishmaniasis in relation to population, climatic and environmental factors in the province of Fars, southwest Iran.	The findings show that the distribution of visceral leishmaniasis in the province of Fars is influenced by the combination of temperature and precipitation variables.
Medline	Lower prevalence and greater severity of asthma in hot and dry climate Junior et al. 2016	Brazil	Precipitation, air temperature and air humidity	Asthma	Estimate the prevalence, severity and factors associated with asthma in adolescents living in a region of low relative air incidence	In low humidity, it is observed a lower prevalence, but greater severity of asthma
Medline	Impact of Climate Variability on the Occurrence of Cutaneous Leishmaniasis in Khuzestan Province, Southwestern Iran Azimi et al. 2017	Iran	Precipitation, air temperature and air humidity	Cutaneous Leishmaniasis	Assess the impact of climate variability on human cases and its distribution in southwestern Iran.	The number of rainy days, temperatures and relative humidity of the air are significant variables that can predict their incidence of Cutaneous Leishmaniasis

(conclusão)

Medline	Situational Analysis of Visceral Leishmaniasis in the Most Important Endemic Area of the Disease in Iran Moradi-Asl et al. 2017	Iran	Precipitation, air temperature and air humidity	Visceral Leishmaniasis	Determine the spatial and temporal distribution of visceral leishmaniasis, as well as its correlation with climatic factors.	The occurrence of visceral Leishmaniasis showed significant correlation with mean temperature and mean relative humidity.
Medline	Soil dust aerosols and wind as predictors of seasonal meningitis incidence in Niger García-Pando et al. 2014	Niger	Winds and dust	Meningococcal meningitis	Examine the potential of climate-based statistical forecasting models to predict the seasonal incidence of meningitis in Niger.	Information and the incidence of wind and dust at the beginning of the dry season predict part of the variability in the seasonal incidence of meningitis.
Medline	Effect of Climate Factors on the Childhood Pneumonia in Papua New Guinea: A Time-Series Analysis Kim et al. 2015	New Guinea	Precipitation and air temperature	Pneumonia	Assess quantitatively the association between climatic factors and the incidence of childhood pneumonia in Papua New Guinea	The risk of pneumonia was higher in the dry season than in the rainy season.
Science Direct	Molecular detection of Coccidioides spp. from environmental samples in Baja California: linking Valley Fever to soil and climate conditions Baptista-Rosas et al. 2012	USA	Precipitation	Valley Fever	Study the impact of global climate change on the distribution of the fungus that causes the valley fever in the Baja region, California	Association between Coccidioides spp. and a dry seasonal pattern and rainy.

Fonte: Elaborada pela autora.

4.10 DISCUSSÃO

4.10.1 Doenças transmitidas por vetores sensíveis ao clima

A presença frequente das doenças transmitidas por vetores sensíveis ao clima nos estudos selecionados pode estar associada à dependência desses vetores com as condições climáticas. O ciclo de vida, os reservatórios e os hospedeiros estão diretamente ligados à dinâmica dos ecossistemas onde os vetores vivem e às variáveis climáticas (SOUSA *et al.*, 2018). Observou-se, ainda, que a temperatura, a precipitação e a umidade foram as variáveis climáticas mais associadas com esse tipo de doença.

Esse achado pode ser explicado pelas características climáticas do semiárido, no qual predominam as altas temperaturas, precipitações escassas e irregulares e baixa umidade do ar (BAYLIS, 2017). A média de temperatura de regiões com esse clima varia entre 23°C e 27°C (TEIXEIRA, 2016). Essa variação favorece o processo reprodutivo de vetores sensíveis ao clima, como o mosquito *Anopheles*, o *Aedes Aegypti* e o *Aedes Albopictus*, transmissores da malária, dengue, chikungunya e febre amarela.

A duração do desenvolvimento dos parasitas, a fase larval e a sobrevivência do vetor dependem de uma faixa de temperatura ideal, que está entre 28°C e 32°C. Dessa forma, valores muito baixos (<17°C) ou altos (> 35°C) atrasam o desenvolvimento do vetor ou aumentam sua mortalidade (THOMSON *et al.*, 2018; SSEMPIIRA *et al.*, 2018).

Um estudo mostrou que a transmissão da dengue ocorre dentro de uma faixa de temperatura específica, com 80% dos casos acontecendo em uma média de 27 a 29,5°C. Também, foi verificado que, à medida que a temperatura ambiente eleva, o potencial epidêmico da dengue também aumenta, atingindo um pico em torno de 29°C e depois diminui (PHANITCHAT *et al.*, 2019).

Durante pesquisa realizada em Uganda em 2013-2017, o aumento da temperatura foi associado ao crescimento da incidência da malária. Contudo, quando acima de 29°C, essa variável climática foi relacionada com uma redução de novos casos da doença (SSEMPIIRA *et al.*, 2018). Além da temperatura, as chuvas contribuem para a formação e continuação de criadouros de mosquitos, aumentando a população de vetores (THOMSON *et al.*, 2018; SSEMPIIRA *et al.*, 2018).

Os estágios imaturos do vetor, ou seja, ovos, larvas e pupas são formas aquáticas e requerem ambientes adequados (THOMSON *et al.*, 2018; SSEMPIIRA *et al.*, 2018). Os

mosquitos precisam de água, mas a relação entre a sua reprodução e a chuva é variável. Isso pode estar associado a condições extremas, como chuvas fortes, que podem matar e levar as larvas ou seus criadouros, e a seca, que, em certas regiões, contribui para o armazenamento de água em recipientes abertos, formando um habitat favorável para a reprodução dos vetores (HARRIS; CALDWELL; MORDECAI, 2019).

O semiárido possui períodos de chuva restritos com índice pluviométrico baixo, em torno de 800 mm ao ano (TEIXEIRA, 2016). Em Zimbábue, foi identificado que a transmissão da malária ocorre principalmente durante a estação chuvosa, com precipitação anual inferior a 700 mm (MACHERERA; CHIMBARI; MUKARATIRWA, 2017).

Com relação à variável umidade, o semiárido possui baixos índices de umidade relativa do ar, resultantes das altas temperaturas e longos períodos de estiagem. Os mosquitos adultos são dependentes da umidade, pois são predispostos à desidratação em condições secas, afetando diretamente sua sobrevivência. Assim, uma umidade relativa média (>75%) beneficia a reprodução do vetor (THOMSON *et al.*, 2017; SSEMPIIRA *et al.*, 2018). Em Bangladesh, um estudo realizado entre 2008 e 2012 mostrou que um maior número de casos de malária ocorreu com a umidade maior que 77,5% (CHOWDHURY *et al.*, 2018).

A presença destes vetores sensíveis ao clima no semiárido, mesmo possuindo uma umidade relativa do ar média abaixo do adequado para sua disseminação, pode estar relacionada aos períodos de precipitação, que mesmo mal distribuídos, alteram o padrão de umidade do ar tornando este clima propício para a sua reprodução. Outra hipótese sugerida é a adaptação dos vetores aos parâmetros das variáveis climáticas destas regiões.

A leishmaniose foi outra doença transmitida por vetores sensíveis ao clima destacada pelos estudos selecionados. O semiárido é um clima favorável à incidência de doenças transmitidas por flebotomíneos causadores da leishmaniose. Essa doença possui dois agentes etiológicos: a *Leishmania infantum*, que causa leishmaniose visceral, e a *Leishmania tropica*, patógeno da leishmaniose cutânea (SEMENZA; SUK, 2017). Esta doença possui três principais agentes etiológicos na região do Mediterrâneo e também nos países do Oriente Médio como o Irã: *L. infantum* (agente causador da leishmaniose visceral), *L. major* (agente causador da leishmaniose cutânea zoonótica) e *L. tropica* (causador agente de leishmaniose cutânea antroponótica) (HASHEMI *et al.*, 2018; BADIRZADEH *et al.*, 2017).

Na região do Mediterrâneo, a *Leishmania infantum* é endêmica, enquanto a *Leishmania tropical* surge periodicamente na Grécia e nos países vizinhos. A transmissão desses dois parasitas é altamente influenciada pela temperatura (SEMENZA; JONATHAN; SUK, 2017). Estudo verificou que há um impacto diferente na transmissão de leishmaniose,

dependendo do clima, das várias espécies de *Leishmania* e de seus vetores particulares nas diferentes regiões do mundo (AZIMI *et al.*, 2017).

Um dos fatores para a disseminação dessa doença está associado à adaptação ao clima semiárido, uma vez que a ocorrência de altas temperaturas e umidade favorece a distribuição dos vetores. Por isso, a leishmaniose é comumente conhecida como uma doença própria de climas secos, com precipitação pluviométrica anual inferior a 800 mm (AZIMI *et al.*, 2017).

A frequência da variável umidade nos estudos que abordaram essas doenças pode ser porque os vetores precisam de umidade na fase de ovo e larva. Embora necessitem dessas condições climáticas, as formas imaturas também podem se desenvolver em ecossistemas mais hostis, como em áreas desmatadas e regiões semiáridas. Os ovos dos flebotomíneos possuem características peculiares que impedem sua desidratação, permitindo-lhes sobreviver em ambientes secos (MARCONDES; ROSSI, 2013).

Na Europa, a leishmaniose é a doença mais prevalente, transmitida por flebotomíneos. Em algumas regiões do sul do continente, que são mais quentes e secas para a sobrevivência do vetor, o risco de transmissão da doença diminui (SEMENZA; SUK, 2017). No sudeste do Irã, um estudo encontrou que a maioria dos casos de leishmaniose visceral ocorreu em áreas temperadas e semiáridas, onde a média de temperatura de quatro meses esteve entre 13 e 25°C (GHATEE *et al.*, 2013).

No Estado do Rio Grande do Norte, Brasil, uma pesquisa realizada na cidade de Mossoró registrou 18 óbitos por leishmaniose visceral de um total de 158 casos confirmados no período de 2007 a 2011, apresentando uma letalidade de 11,4%. Quanto à distribuição anual, percebeu-se que a letalidade estava ascendente nos últimos três anos (2009 a 2011), situação preocupante diante das tendências para projeções futuras de aumento de regiões secas e com altas temperaturas (LEITE; ARAÚJO, 2013).

4.10.2 Doenças respiratórias, fúngicas e bacterianas relacionadas ao clima

Nos estudos selecionados, identificou-se doenças respiratórias e bacterianas. Algumas regiões áridas e semiáridas, são caracterizadas pela presença de tempestades de areia. Esse fenômeno envolve a ação de ventos fortes que carregam partículas de poeira para áreas extensas, influenciando a qualidade do ar local e global. As regiões que sofrem com as tempestades de areia possuem alto índice de aerossóis e baixa precipitação média anual (SCHWEITZER *et al.*, 2018).

Uma grande variedade de doenças infecciosas e não infecciosas têm sido associadas à exposição à poeira. A inalação de partículas e sua relação com as doenças respiratórias, como a coccidiodomicose pulmonar, pneumonia bacteriana e meningite meningocócica, indicam a influência das variáveis climáticas no adoecimento por essas morbidades (SCHWEITZER *et al.*, 2018).

Na patogênese da meningite bacteriana, alguns fatores ainda são pouco compreendidos. Todavia, o clima e a poeira mineral têm um grande impacto em seu desenvolvimento. A persistência de baixa umidade do ar e as altas cargas de poeira afetam a mucosa faríngea, facilitando sua colonização pelos meningococos (AGIER *et al.*, 2013).

A região semiárida do Sahel, entre o deserto do Saara ao norte e a savana do Sudão ao sul, possui condições quentes e secas, sendo influenciada por ventos e pela precipitação muito baixa e irregular, com média anual de 200 a 600 mm. O Sahel é conhecido pela alta taxa de ataques (10 de 10.000 habitantes) e de mortalidade por casos de meningite bacteriana (15%) no mundo (JUSOT *et al.*, 2017).

As associações mais marcantes entre fatores climáticos e a meningite foi a frequência de casos relacionados com altas temperaturas, redução da visibilidade e baixa umidade relativa. Um aumento na umidade do ar de 38% para 72% demonstrou uma diminuição do número de casos de meningite (JUSOT *et al.*, 2017).

Em Bangladesh, uma pesquisa observou uma correlação negativa entre o aumento da temperatura ($>25^{\circ}\text{C}$) e da umidade média ($\geq 76,5\%$) com a incidência de meningite e pneumonia. Os altos índices de precipitação (>275 mm) estiveram associados ao surgimento da pneumonia, enquanto os índices inferiores (<275 mm) relacionaram-se ao aumento de caso de meningite (CHOWDHURY *et al.*, 2018).

Um estudo analisou os efeitos dos fatores climáticos na pneumonia infantil em Papua, Nova Guiné. O risco combinado de pneumonia em crianças por cada aumento de 10 mm de precipitação foi de 0,24%. Com relação à temperatura, uma elevação de 1°C da média mensal aumentou o risco de pneumonia em 4,88% (KIM *et al.*, 2015).

Além disso, uma revisão mostrou que as diferenças climáticas podem ter uma influência significativa na incidência de asma. Em regiões com maior umidade relativa e precipitação, verifica-se um número maior de casos da doença. Isso ocorre devido a proliferação de ácaros da poeira doméstica, que não conseguem sobreviver em ambientes de baixa umidade (JUNIOR *et al.*, 2016).

Desse modo, em regiões de clima seco, outros agentes, em vez de ácaros, podem ser responsáveis pelo desencadeamento da asma. Esses agentes podem ser os alérgenos

transportados pelo ar, como pólen, poluição do ar, pequenas partículas presentes no solo (JUNIOR *et al.*, 2016).

No Brasil, um estudo em uma cidade de clima semiárido identificou que, embora a asma seja menos incidente nessa localidade, os asmáticos relataram um maior grau de gravidade da doença. Acredita-se que a temperatura e umidade podem ter contribuído para uma menor incidência e gravidade da asma nesta região (JUNIOR *et al.*, 2019).

Pesquisa verificou a mortalidade por asma em Cuba e sua relação com o clima, entre os anos de 1989 a 2003. Foi observado que, durante o período investigado, 61% das mortes relacionadas à asma ocorreram entre novembro e abril, meses do inverno seco no país. Além disso, no estudo, as variáveis climáticas associadas ao risco de mortalidade por asma foram a pressão atmosférica (997,7-1024,3 hPa), a temperatura (21,3-24,3°C) e nebulosidade (2,99-5,51%) (FERNÁNDEZ *et al.*, 2008).

Outra doença respiratória relacionada ao clima identificada pela revisão foi a coccidioidomicose, uma doença fúngica que pode infectar o hospedeiro pelo trato respiratório. Os fungos causadores dessa doença são o *Coccidioides immitis* e o *Coccidioides posadasii*. Esses patógenos habitam normalmente o solo, podendo ser transportados pelo ar e inalados por seres humanos. Cerca de 40% dos que inalam os esporos desses fungos adoecem (WEAVER; KOLIVRAS, 2018). A coccidioidomicose é endêmica no oeste dos Estados Unidos, no Norte e no centro do México e em partes da América Central e do Sul. Essas regiões apresentam clima árido ou semiárido (WEAVER; KOLIVRAS, 2018).

Na Baixa Califórnia, uma pesquisa investigou a relação da coccidioidomicose com as condições do solo e do clima nas regiões semiáridas. Verificou-se que a baixa precipitação sazonal, os verões secos e a alta taxa de evapotranspiração do solo influenciaram o desenvolvimento e a disseminação do fungo (BAPTISTA-ROSAS *et al.*, 2012).

Outra variável importante foram os ventos, que atuam na dispersão de *Coccidioides* spp. e na contaminação do trato respiratório do hospedeiro. Modelos climáticos mostram uma tendência de seca nas áreas endêmicas de *Coccidioides*, o que aumenta a probabilidade de tempestades de poeira (KOLLATH; MILLER; BARKER, 2019).

Um estudo mostrou que as tempestades de poeira aumentaram 240%, de 1990 a 2000, no sudoeste dos Estados Unidos. Esse aumento apresentou uma correlação positiva com os casos relatados de coccidioidomicose. Propõe-se que, com o aumento da frequência de tempestades de poeira, haja maior risco de inalação de patógenos dessa doença (KOLLATH; MILLER; BARKER, 2019).

4.10.3 Diarreia e doenças transmitidas pela água

A doença diarreica é um importante desafio à saúde, sendo responsável pela maioria das mortes infantis no mundo. Estima-se que as mudanças climáticas aumentem a carga global dessa patologia, mas pouco se sabe sobre os fatores climáticos a ela associados, particularmente na África. É possível que os impactos das mudanças climáticas nessas doenças e na vulnerabilidade da população sejam maiores entre as comunidades que vivem em ambientes com restrição de água (ALEXANDER *et al.*, 2013).

A transmissão da diarreia é complexa e depende de vários fatores, incluindo a suscetibilidade do hospedeiro e os componentes ambientais. Além disso, a doença pode surgir como resultado da ação de múltiplos patógenos cuja importância relativa varia regionalmente (ONOZUKA *et al.*, 2019).

O índice pluviométrico associa-se ao aumento das taxas de doenças diarreicas. Isso porque as chuvas fortes contribuem para contaminar o suprimento de água com patógenos fecais humanos ou animais, liberados de esgotos e enviados para reservatórios hídricos, como rios e lagoas. Dessa forma, durante os períodos de baixa precipitação e seca, a concentração de patógenos fecais pode se elevar (GHAZANI *et al.*, 2018). Dentre os principais agentes patológicos causadores de doenças transmitidas pela água e diarreia no clima semiárido podemos citar *Escherichia coli*, *Streptococcus faecalis* e *Vibrio cholerae* (NYEMBA *et al.*, 2010; SILA, 2019; PERES *et al.*, 2020).

Nesse contexto, as áreas extensas de elevação de temperatura e seca estão potencialmente em risco de surtos de doenças transmitidas pela água, onde temperaturas mais altas causam maior proliferação e concentração de patógenos (BANWELL *et al.*, 2018). Um estudo descobriu que a elevação da temperatura aumenta a incidência de patógenos não virais, enquanto sua redução colabora para maiores quantidades de vírus (GHAZANI *et al.*, 2018). Em Botsuana, país da África Subsaariana, foi observado mais casos de diarreia na estação seca, com uma média de 20% a mais em relação a períodos chuvosos (ALEXANDER *et al.*, 2013).

Na região de Amhara, no noroeste da Etiópia, os períodos de alto risco para o crescimento da incidência de diarreia começavam na estação seca, com a temperatura média mensal entre 14,5°C e 34,5°C e as chuvas e a umidade em um intervalo de 0 mm a 77 mm e de 33% a 73,4%, respectivamente (AZAGE *et al.*, 2017).

Uma pesquisa realizada no Afeganistão encontrou uma associação positiva entre a temperatura média diária e a aridez com a incidência de diarreia. Cada aumento de 1°C e uma

variação de 0,01 unidade no índice de aridez foram relacionadas a um crescimento de, respectivamente, 0,70% e 4,79% no risco de diarreia (ANWAR; WARREN; PITZER, 2019).

O clima e as condições de vida das populações vulneráveis fora dos sistemas de abastecimento de água tratada, podem se agravar no semiárido. Fontes alternativas para armazenamento de água como cisternas e poços de água nestas regiões durante os períodos de seca tornam-se potenciais fontes de infecção gastrointestinais. Um estudo buscou analisar surtos de diarreia no nordeste do Brasil, região caracterizada pelo clima semiárido, no ano de 2013, segundo sistemas de mídia e informação em saúde. Esses surtos foram associados, em grande parte, com a utilização de água contaminada por bactérias, vírus ou parasitas (RUFINO *et al.*, 2016).

Em concordância com esse estudo, uma pesquisa buscou analisar a qualidade da água e saúde na cidade de Nouakchott, capital da Mauritânia no semiárido do Sahel. A análise indicou que 93% das fontes de água não canalizadas, fornecidas em pontos de abastecimento para a população, estavam contaminadas por bactérias do tipo coliformes. A diarreia foi à segunda doença mais importante relatada nos centros de saúde da região, respondendo por 12,8% dos atendimentos (TRAORÉ *et al.*, 2013).

Em estudo realizado no Líbano, foi identificado que o número de casos de doenças transmitidas pela água, como cólera, disenteria, hepatite A entre outras, aumenta com a temperatura além do limite de 19,2° C (EL-FADEL *et al.*, 2012). Entretanto, um estudo em Senegal identificou a influência da precipitação, onde um padrão de chuvas que gerou inundações levou concomitantemente a um aumento significativo no número de casos de cólera em Dakar e Thiès, Senegal (MAGNY *et al.*, 2012).

Na cidade de Qom, Irã, um maior número de casos de cólera são observados nos meses mais quentes, onde foi identificada uma correlação significativa entre diminuição da precipitação e infecção por cólera. As chuvas podem influenciar diretamente a transmissão do cólera. Elevadas quantidades de chuva podem aumentar o risco de contaminação da água por promoverem o contato de resíduos humanos, provenientes da falta de saneamento básico e higiene, com a fonte de água utilizada para consumo (transmissão de pessoa para o ambiente). No entanto, menores quantidades de chuva também podem aumentar a concentração de patógenos nos meios aquáticos das fontes de água utilizadas para consumo ou armazenamento (transmissão do ambiente para a pessoa) (ASADGOL *et al.*, 2019).

Há uma forte evidência que baixas precipitações e altas temperaturas nos meses mais quentes podem proporcionar uma replicação bacteriana mais rápida (ASADGOL *et al.*, 2019). Podemos sugerir que estas variáveis e sua combinação com outros mecanismos não

afetem apenas a replicação do *Vibrio cholerae*, causador da cólera, mas também de outros patógenos de veiculação hídrica.

Em outro estudo, realizado em Botsuana, na África, buscou-se analisar surtos diarreicos causados por *Escherichia coli* em populações que utilizavam o rio Chobe como fonte de água potável. Foi identificado que estes surtos ocorreram regularmente nas estações chuvosa e seca. Entretanto, a recessão de inundações e a diminuição da qualidade das águas superficiais, levou a um maior número de casos ocorrendo na estação seca (ALEXANDER; HEANEY; SHAMAN, 2018).

Como mostram as pesquisas, a prevalência da diarreia no semiárido está fortemente relacionada ao suprimento de água, que emana principalmente de fontes hídricas contaminadas. A relação das variáveis climáticas na morbidade diarreica, mesmo que ainda não se encontre totalmente compreendida, se espelha nas características de distribuição e qualidade da água deste clima.

4.10.4 Intervenções de enfermagem para as DSC presentes na NIC e as implicações para enfermagem

A partir dos achados do segundo capítulo, observa-se a necessidade de intervenções em saúde e de enfermagem direcionadas para prevenção de doenças sensíveis ao clima. Foi realizado um mapeamento das intervenções presentes na NIC para identificar o que há de intervenções com aproximação para DSC. No livro *Classificação das Intervenções de Enfermagem (NIC)*, não foram identificadas intervenções e atividades de enfermagem que abordam as questões climáticas, como as variáveis precipitação, umidade e temperatura.

Pode-se também observar que dentro das intervenções presentes na NIC, as atividades que visam minimizar os riscos decorrentes das variáveis climáticas e suas respostas para as DSC não foram descritas. Destacamos que as intervenções de enfermagem descritas estão voltadas para práticas assistenciais, após as doenças adquiridas, como no caso da asma. Atividades de enfermagem com práticas que visem implantar ações para as comunidades para o enfrentamento dos agravos resultantes das variáveis climáticas no surgimento das DSC, são importantes diante de todos os achados de relevância epidemiológica. Entretanto, não estão presentes na NIC, como pode ser observado no Quadro 2.

Quadro 2 – Intervenções e atividades de enfermagem. Redenção (CE), Brasil, 2021

(continua)

INTERVENÇÕES DE ENFERMAGEM (NIC)	ATIVIDADES DE ENFERMAGEM
CONTROLE DA ASMA	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar o estado respiratório inicial para utilizar como ponto de comparação - Documentar as medidas basais no prontuário - Comparar o estado atual com o estado anterior para detectar alterações no estado respiratório - Obter medidas de espirometria antes e após o uso de um broncodilatador de curta duração - Monitorar o pico de fluxo expiratório, conforme apropriado - Ensinar o paciente sobre o uso do medidor PFE (MPFE) em casa - Monitorar reações asmáticas - Determinar a compreensão do paciente /família sobre a doença e seu controle - Orientar o paciente/família sobre medicamentos anti-inflamatórios e broncodilatadores e seu uso apropriado - Ensinar técnicas adequadas para utilização de medicamentos e equipamentos - Verificar a adesão aos tratamentos prescritos - Encorajar a verbalização de sentimentos sobre o diagnóstico, o tratamento e o impacto no estilo de vida - Identificar os desencadeadores conhecidos e a reação usual - Ensinar o paciente a identificar e a evitar desencadeadores se possível - Estabelecer um planejamento por escrito com o paciente para controlar exacerbações - Auxiliar no reconhecimento de sinais/sintomas de reação asmática iminente e na implantação de medidas de resposta apropriadas - Monitorar a frequência, o ritmo, a profundidade e o esforço respiratório - Observar o surgimento, as características e a duração da tosse - Observar o movimento do tórax, inclusive simetria, uso de musculatura acessória e retração dos músculos supraventriculares e intercostais - Auscultar os sons respiratórios, atentando a áreas de ventilação diminuída/ausente e ruídos adventícios - Administrar medicamentos, conforme apropriado, e/ou conforme diretrizes e protocolos - Auscultar os sons pulmonares após o tratamento para verificar os resultados - Oferecer bebidas quentes, conforme apropriado - Ensinar técnicas de respiração/relaxamento - Utilizar abordagem calma e reconfortante durante uma crise de asma

(conclusão)

	<ul style="list-style-type: none"> - Informar paciente/família sobre política e os procedimentos para carregar e administrar medicamentos para asma na escola - Informar os pais/responsáveis quando a criança precisar ou utilizar medicamentos prescritos “se necessário” na escola, conforme apropriado - Encaminhar para avaliação médica, conforme apropriado - Estabelecer um programa regular de cuidados de seguimento - Orientar e monitorar a equipe da escola sobre procedimentos de emergência - Prescrever e/ou renovar os medicamentos para asma, conforme apropriado.
PROTEÇÃO CONTRA RISCOS AMBIENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o ambiente em relação a riscos reais e potenciais - Analisar o nível de risco associado com o ambiente - Orientar as populações em risco sobre perigos ambientais - Monitorar as incidências de doenças e lesão relacionadas aos perigos ambientais - Manter o conhecimento associado aos padrões ambientais específicos - Notificar as agências autorizadas a proteger o ambiente sobre perigos conhecidos - Colaborar com outras agências regulatórias para melhorar a segurança ambiental - Defender projetos ambientais mais seguros, sistemas de proteção e o uso de dispositivos de proteção - Apoiar programas para divulgação dos riscos ambientais - Rastrear as populações em risco quanto a evidências de exposição aos perigos ambientais - Participar da coleta de dados relacionados com a incidência e a prevalência da exposição a risco ambientais
CONTROLE DO AMBIENTE: comunidade	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar a avaliação quanto a riscos à saúde provenientes do ambiente - Participar de equipes multiprofissionais para identificar ameaças à segurança na comunidade - Monitorar o estado dos riscos conhecidos à saúde - Participar de programas na comunidade para lidar com os riscos conhecidos - Colaborar na elaboração de programas de atividade na comunidade - Promover políticas governamentais para reduzir os riscos específicos - Encorajar os vizinhos a se tornarem participantes ativos na segurança da comunidade - Coordenar serviços para grupos e comunidades em risco - Conduzir programas educacionais para grupos-alvo de risco - Trabalhar com grupos ambientalistas para assegurar as relações governamentais apropriadas

Fonte: Elaborada pela autora.

5 TERCEIRO CAPÍTULO: RELAÇÃO DAS VARIÁVEIS CLIMÁTICAS COM A INCIDÊNCIA DE CASOS DE DENGUE NO ESTADO DO CEARÁ

5.1 Objetivo

Estimar a incidência de casos de dengue no estado do Ceará e sua associação com variáveis climáticas.

5.2 Tipo de estudo

Este estudo trata-se de análise de série temporal, que é um conjunto de observações feitas sequencialmente no tempo. Eventos que ocorrem de ano a ano podem ser definidos como sazonais. Se um evento ocorre com um período definido e se repete ao longo do tempo, este evento pode ser definido como um evento sazonal (BOX *et al.*, 2015).

Em uma série temporal a presença de sazonalidade pode ser identificada pela análise gráfica ou por testes de sazonalidade. A sazonalidade de uma série pode ser determinística ou estocástica. Segundo Estatcamp (2014), a sazonalidade determinística é caracterizada por possuir um padrão sazonal regular e estável no tempo, neste cenário, o comportamento sazonal pode ser pressuposto a partir de dados anteriores. Este procedimento pode e normalmente é utilizado, quando temos um padrão sazonal constante (BOX *et al.*, 2015).

5.3 Local da coleta de dados

Esta pesquisa foi realizada no estado do Ceará que está localizado na região Nordeste do Brasil. Sua área total é de 148.825,6 km², o que equivale a 9,57% da área pertencente à região Nordeste e 1,74% da área do Brasil. Desta forma, o Estado do Ceará tem a quarta extensão territorial da região Nordeste e é o 17º entre os Estados brasileiros em termos de superfície territorial (IPCE).

O Estado do Ceará está dividido em 5 macrorregiões, Fortaleza, Sobral, Sertão Central, Cariri e Litoral Leste/Jaguaribe e possui 22 regiões de saúde. Neste estudo, foram selecionadas sete municípios, Fortaleza, Sobral, Tauá, Quixeramobim, Iguatu, Jaguaruana e Barbalha por possuírem uma maior representatividade populacional/econômica para o Estado e um maior número de dados para análise da pesquisa.

5.4 Período da coleta de dados

Este estudo utilizou dados coletados do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN), Ministério da Saúde do Brasil, referentes ao período de 2008 a 2018, sobre casos de dengue registrados nos municípios de Fortaleza, Sobral, Tauá, Quixeramobim, Iguatu, Jaguaruana e Barbalha, no Estado do Ceará. Já os dados climáticos foram obtidos no site do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

5.5 Operacionalização da coleta de dados

Os dados de dengue foram coletados do início dos sintomas (dia/mês/ano) e do município de residência do paciente, disponíveis no SINAN. Os dados climáticos obtidos no site do INMET utilizados na pesquisa foram: as variáveis chuva, temperatura máxima e temperatura mínima dos municípios selecionados.

Os dados extraídos foram compilados em um formulário eletrônico no Microsoft Excel 2016, com as seguintes variáveis: município, número de casos de dengue por mês, mês, ano, pluviometria por mês, temperatura máxima por mês e temperatura mínima por mês.

5.6 Análise dos dados

Para analisar a evolução mensal, sazonal e anual dos casos de dengue e sua relação com as variáveis climáticas, foram elaborados gráficos mensais de Diagrama-de-Caixa e gráficos anuais das séries temporais. Para a criação dos gráficos de Diagrama-de-Caixa foi utilizado o BOXPLOT, uma ferramenta disponível na WEB <http://shiny.chemgrid.org/boxplotr/> para a geração do Diagrama-de-Caixa. Para a criação dos gráficos anuais das séries temporais foi utilizado o MS Excel 2016. Além disso, foram utilizadas regressões lineares múltiplas para encontrar relações entre o número mensal de casos de dengue e as variáveis climáticas. Essas regressões foram produzidas utilizando o aplicativo WEB <https://www.statskingdom.com/index.html>.

5.7 Aspectos éticos

Este estudo respeitou todos os princípios éticos da pesquisa, conforme as recomendações do Conselho Nacional de Ética e Pesquisa (CONEP) (BRASIL, 2012), durante a coleta de dados junto à SESA.

Assim, em consonância com a Resolução 466/12, o projeto foi submetido à apreciação de um Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira. Foi aprovado. Número CAAE: 33428920.0.0000.5576.

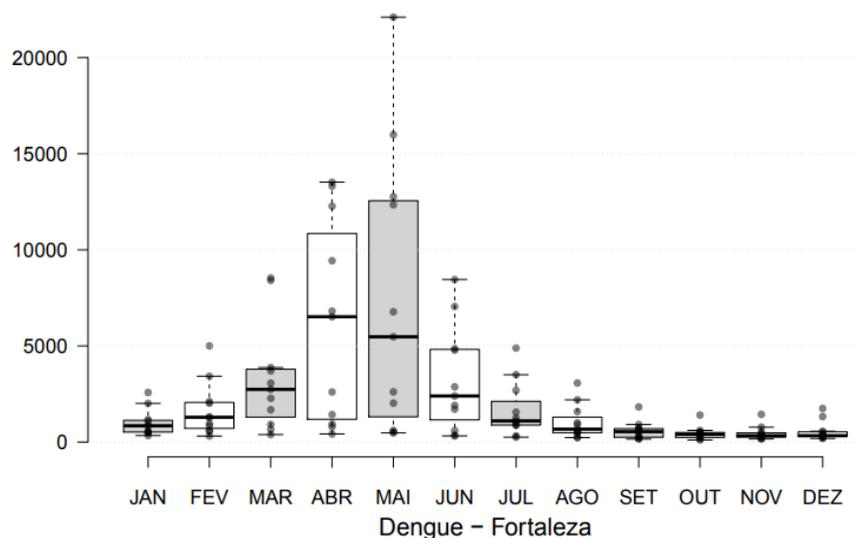
Asseguramos a inexistência de conflito de interesses entre o pesquisador e a instituição de pesquisa. Os resultados individuais e coletivos da pesquisa serão utilizados apenas em publicações científicas para contribuir com a melhoria das condições de saúde.

5.8 Resultados

5.8.1 Fortaleza

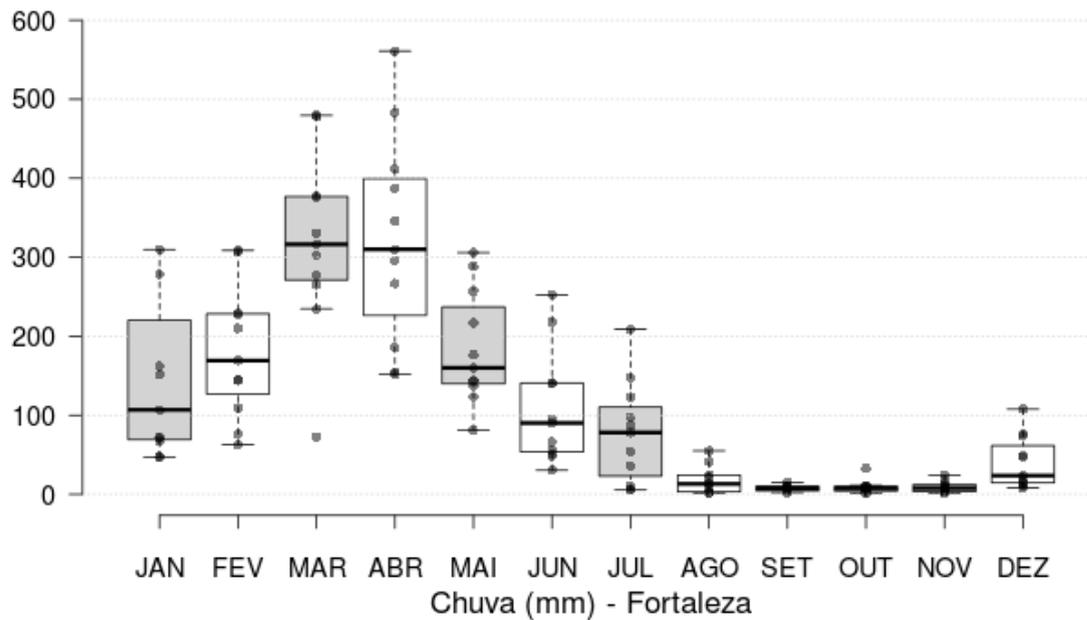
Nas figuras 3, 4 e 5 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Fortaleza.

Figura 3 – Incidência mensal de dengue em Fortaleza (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



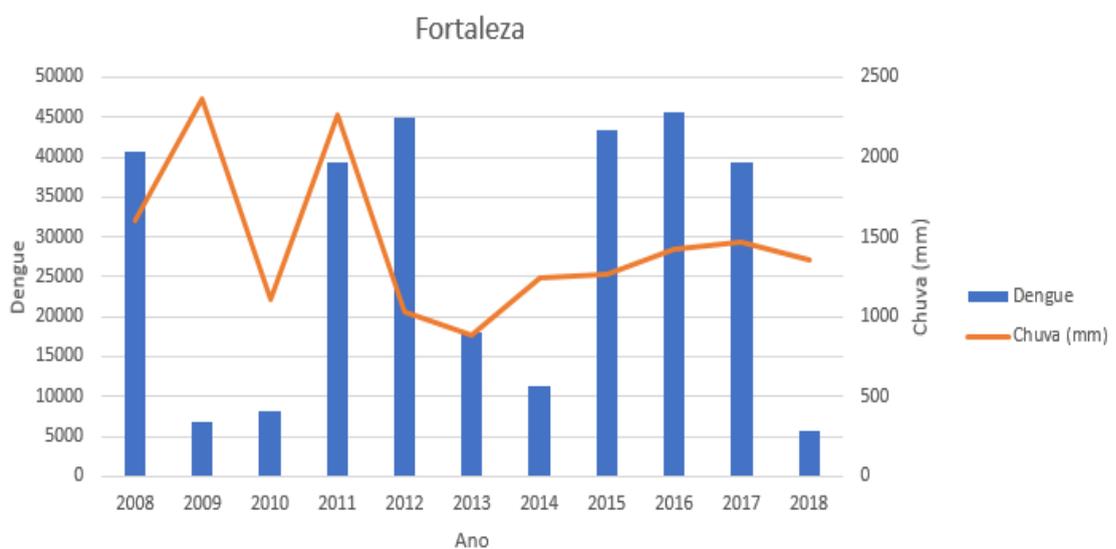
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 4 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Fortaleza (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 5 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Fortaleza (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Fortaleza, o maior número de casos de dengue foi registrado entre os meses de Março e Junho (4 meses) (75,7%, considerando a mediana de casos), sendo os meses de Abril e Maio concentrando a maior quantidade no ano (53%). Os meses de Julho a Fevereiro possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (24,3%), sendo os meses de Outubro a Dezembro concentrando a menor quantidade de casos no ano (4,7%). Considerando a estação da dengue em Fortaleza de Março a Junho, uma mediana pluviométrica acima de 100 mm no mês anterior ocasionou um aumento dos casos de dengue nos meses subsequentes. Os meses de maior concentração de casos de dengue no ano, Abril e Maio, possuíram nos meses anteriores, Março e Abril, respectivamente, os maiores índices pluviométricos registrados (mediana acima de 300 mm). De Junho a Dezembro, a mediana pluviométrica foi inferior a 100 mm, ocasionando, assim, um menor número de casos registrados durante o ano. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

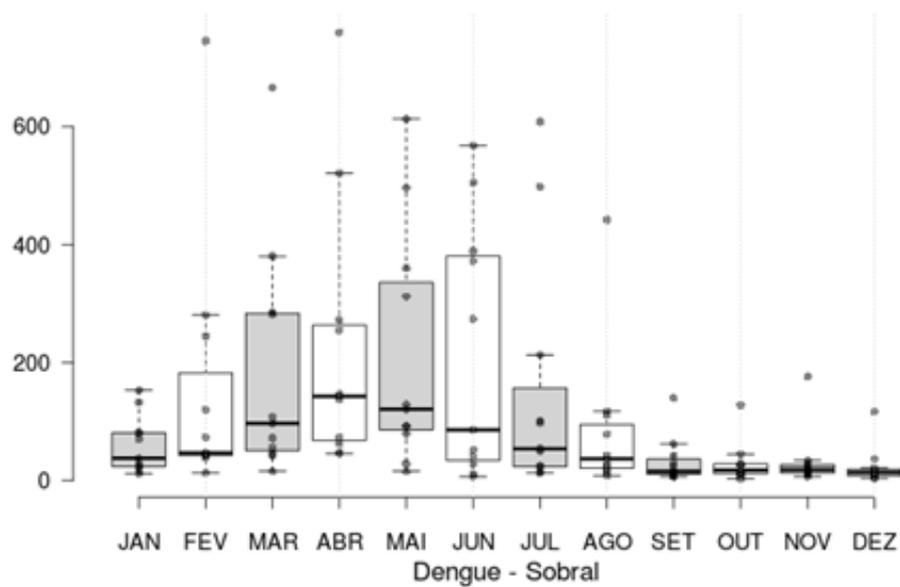
Na escala anual, o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2008, 2011, 2012, 2015, 2016 e 2017 (83,6%). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (16,4% ao todo). Os anos de 2008, 2011, 2012, 2015, 2016 e 2017, mesmo concentrando o maior número de casos de dengue, possuíram valores pluviométricos muito discrepantes. O índice pluviométrico total de cada ano pareceu não influenciar o número anual de casos de dengue. Os anos de 2009 e 2011 possuíram, por exemplo, os maiores índices pluviométricos anuais, 2.360 mm e 2.261 mm, respectivamente. Entretanto, o registro de casos de dengue no ano de 2009 foi muito menor (6.731 casos) quando comparado com o registro do ano de 2011 (39.233 casos). Os anos de 2010 e 2012 também possuíram índices pluviométricos aproximados, 1.109 mm e 1.033 mm, respectivamente. No entanto, no ano de 2010 se registrou um número de casos muito menor de dengue (8.039 casos) quando comparado com o número do ano de 2012 (44.860 casos). Da mesma forma, foi constatado um menor número de casos de dengue no ano de 2014 (11.307 casos) quando comparado com o número do ano de 2015 (43.455 casos), mesmo possuindo índices pluviométricos similares.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas o número de casos de dengue não pode ser explicado linearmente pelas chuvas. A variação da temperatura máxima e mínima não explicou a variação da intensidade dos casos de dengue na escala mensal e anual em Fortaleza (não apresentado). Entretanto, o monitoramento dessas variáveis em uma única estação meteorológica pode não ser suficiente para representar a complexidade desse processo em uma metrópole como Fortaleza (Apêndice D).

5.8.2 Sobral

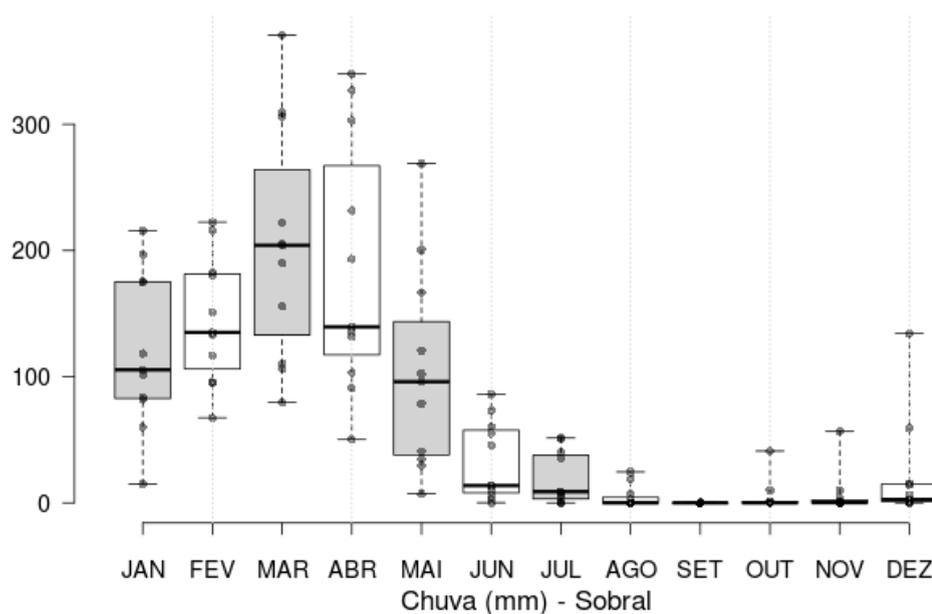
Nas figuras 6, 7 e 8 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Sobral.

Figura 6 – Incidência mensal de dengue em Sobral (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



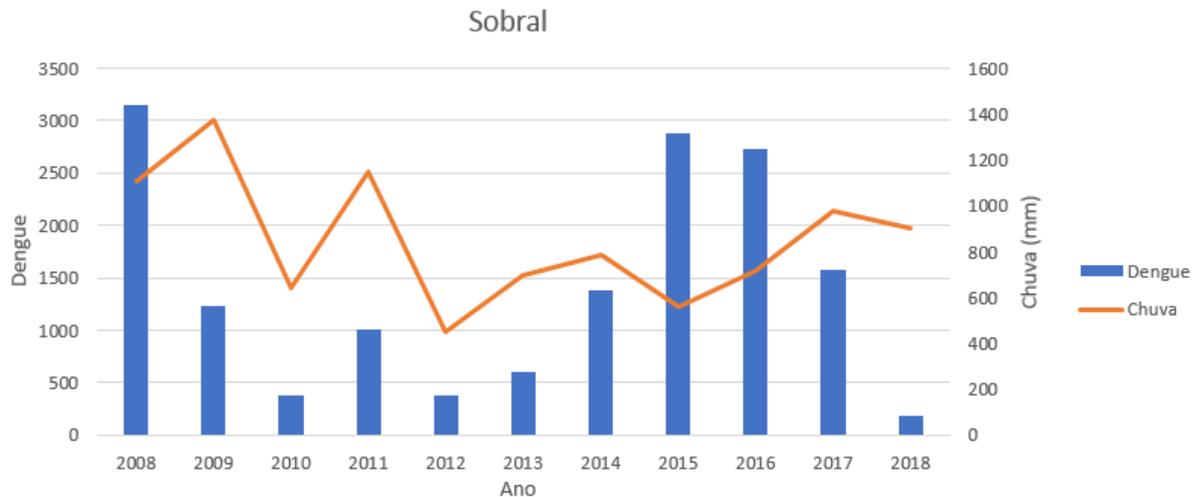
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 7 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Sobral (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 8 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Sobral (2008-2018).
Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Sobral, o maior número de casos de dengue foi registrado entre os meses de Fevereiro e Junho (5 meses) (71% considerando a mediana de casos), sendo os meses de Abril e Maio concentrando a maior quantidade de casos no ano (38,3%). Os meses de Julho a Janeiro possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (29%), sendo os meses de Setembro a Dezembro concentrando a menor quantidade de casos no ano (9,7%). Para a estação da dengue em Sobral, de Fevereiro a Junho, a mediana pluviométrica acima de 100 mm no mês anterior ocasionou um aumento dos casos de dengue nos meses subsequentes. Os meses de maior concentração de casos de dengue, Abril e Maio, possuíram no mês anterior, Março e Abril, respectivamente, os maiores índices pluviométricos. Os meses de Julho a Dezembro apresentaram os menores índices pluviométricos (mediana muito inferior a 100 mm). Esses valores estão relacionados a um menor número de casos de dengue registrados em Sobral. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

Na escala anual, o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2008, 2015 e 2016 (56,6% considerando a mediana de casos). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (43,4%). Os anos de 2008, 2015 e 2016, mesmo concentrando o maior número de casos de dengue, possuíram valores pluviométricos muito discrepantes. Os anos de 2008 e 2011, por exemplo, possuíram índices pluviométricos anuais semelhantes, 1.107 mm e 1.150 mm, respectivamente. Entretanto, o registro de casos de dengue no ano de 2008 foi muito maior (3.149 casos) quando comparado com o registro do ano de 2011

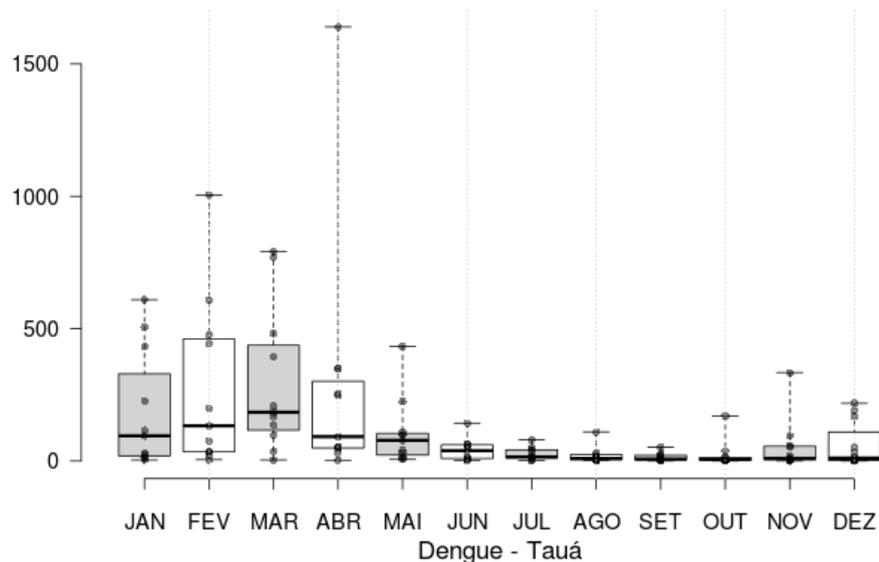
(1.009 casos). Os anos de 2010 e 2015 também possuíram índices pluviométricos anuais semelhantes, 644 mm e 561 mm, respectivamente. Entretanto, para o ano de 2010 o número de casos de dengue foi muito menor (383 casos) quando comparado com o número de casos de 2015 (2.882 casos). Os anos de 2014 e 2016 também possuíram índices pluviométricos anuais semelhantes, 782 mm e 717 mm, respectivamente. Entretanto, os registros de casos de dengue no ano de 2014 foram menores (1.374 casos) quando comparados aos registros do ano de 2016 (2.731 casos).

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas o número de casos de dengue não pode ser explicado linearmente pelas chuvas. A variação da temperatura máxima no mês anterior explicou parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para meses de maior concentração de casos (Março, Abril e Maio) em Sobral (Apêndice D).

5.8.3 Tauá

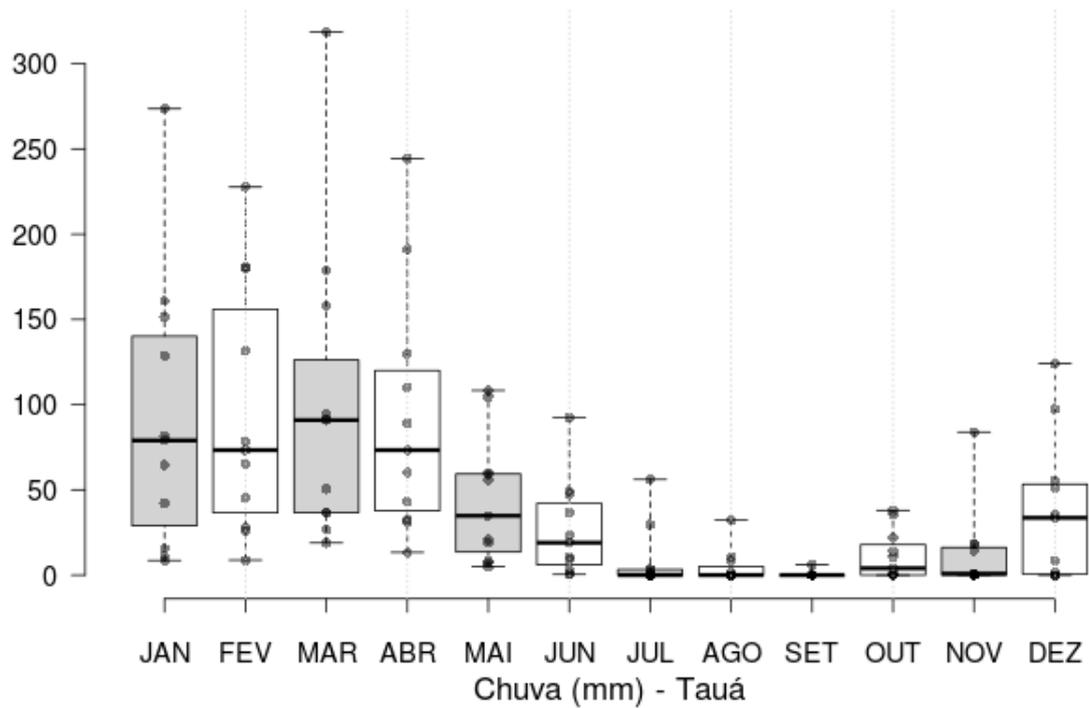
Nas figuras 9, 10 e 11 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Tauá.

Figura 9 – Incidência mensal de dengue em Tauá (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



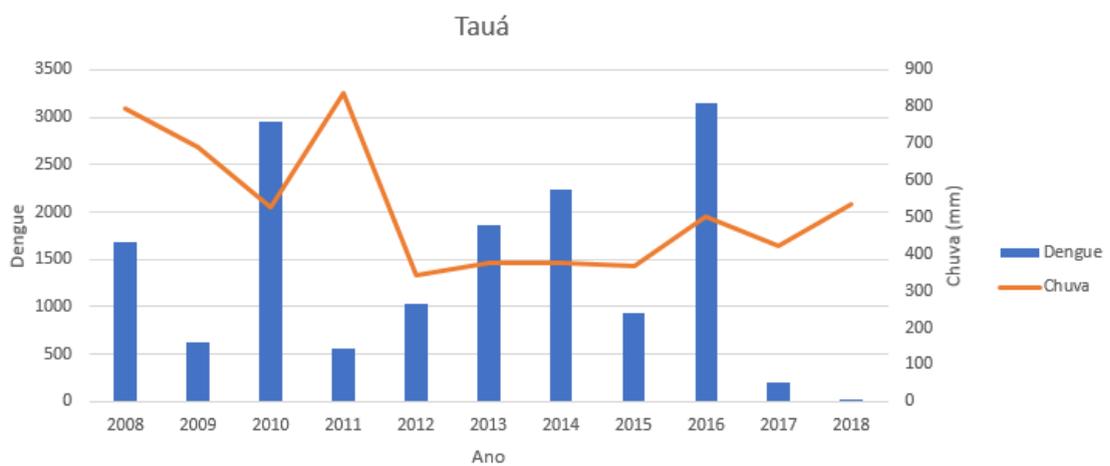
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 10 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Tauá (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 11 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Tauá (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Tauá, o maior número de casos de dengue foi registrado entre os meses de Janeiro a Maio (5 meses) (85,6%, considerando a mediana de casos), sendo os meses de Fevereiro e Março concentrando a maior quantidade no ano (46,6%). Os meses de Junho a Dezembro possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (14,3%), sendo os meses de Setembro e Outubro concentrando a menor quantidade de casos no ano (1,9%). Durante todos os meses do ano a mediana pluviométrica esteve inferior a 100 mm. Podemos observar que em Tauá, na estação de dengue, as medianas pluviométricas estavam entre 100 mm e 50 mm. Para a estação da dengue, os meses de Janeiro a Abril apresentaram índices pluviométricos semelhantes, com exceção do mês de Maio que apresentou índice pluviométrico com mediana igual à 34 mm. Nos meses de Janeiro a Abril, a mediana pluviométrica esteve entre 73 mm e 90 mm, sendo o mês de Março o mais chuvoso e apresentando o maior número de casos de dengue registrados. Os meses de Junho a Dezembro apresentaram os menores índices pluviométricos (mediana inferior a 33 mm). Esses valores estão relacionados a um menor número de casos de dengue registrados. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

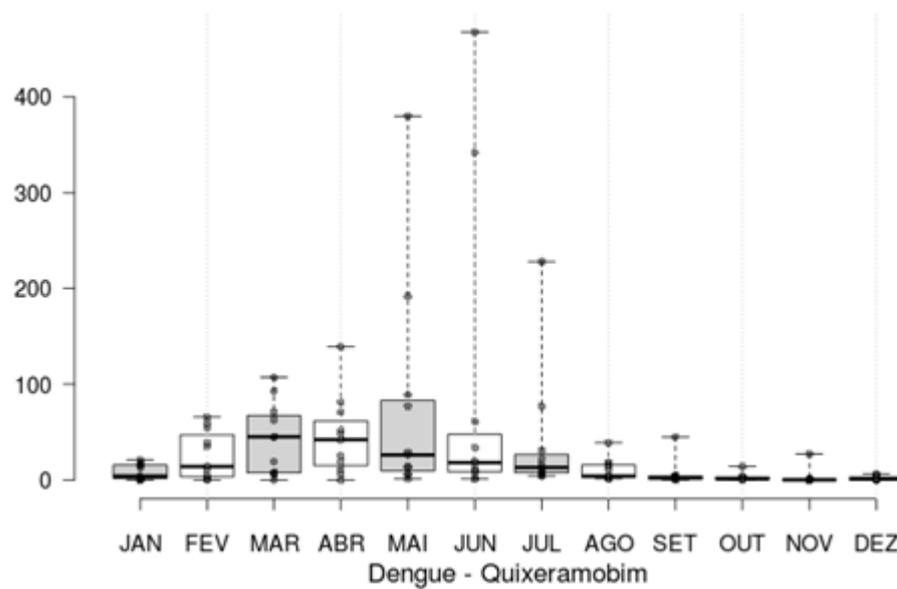
Na escala anual, o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2010, 2014 e 2016 (54,7%). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (45,3%). Os anos de 2010 e 2016 possuíram índices pluviométricos anuais semelhantes 527 mm e 503 mm, assim como o número maior de casos de dengue registrados, 2.953 e 3.151, respectivamente. Os anos de 2008 e 2011 possuíram os maiores índices pluviométricos anuais registrados, 795 mm e 837 mm, respectivamente. No entanto, foi observado uma discrepância no número de casos de dengue nesses anos. O ano de 2008 apresentou um número de casos de dengue registrados muito maior (1.689 casos) quando comparado ao ano de 2011 (559 casos). O ano de 2014 possuiu média anual pluviométrica (377 mm) semelhante aos anos de 2013 e 2015, 377 mm e 369 mm, respectivamente. O maior número de casos de dengue foi registrado no ano de 2014 (2.237 casos) quando comparado aos anos de 2013 (1.862 casos) e 2015 (928 casos). Assim, podemos observar uma acentuada discrepância no número de casos de dengue entre 2013 e 2015, mesmo com índices pluviométricos anuais semelhantes.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, o número de casos de dengue não pode ser explicado linearmente pelas chuvas. A variação da temperatura mínima no mês atual explicou parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para meses de maior concentração de casos (Fevereiro e Março) em Tauá (ver seção XXXX).

5.8.4 Quixeramobim

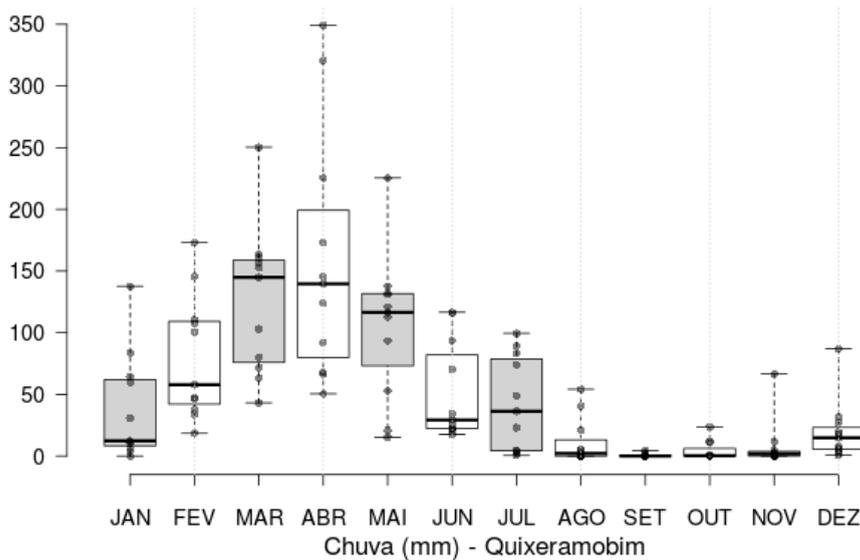
Nas figuras 12, 13 e 14 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Quixeramobim.

Figura 12 – Incidência mensal de dengue em Quixeramobim (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



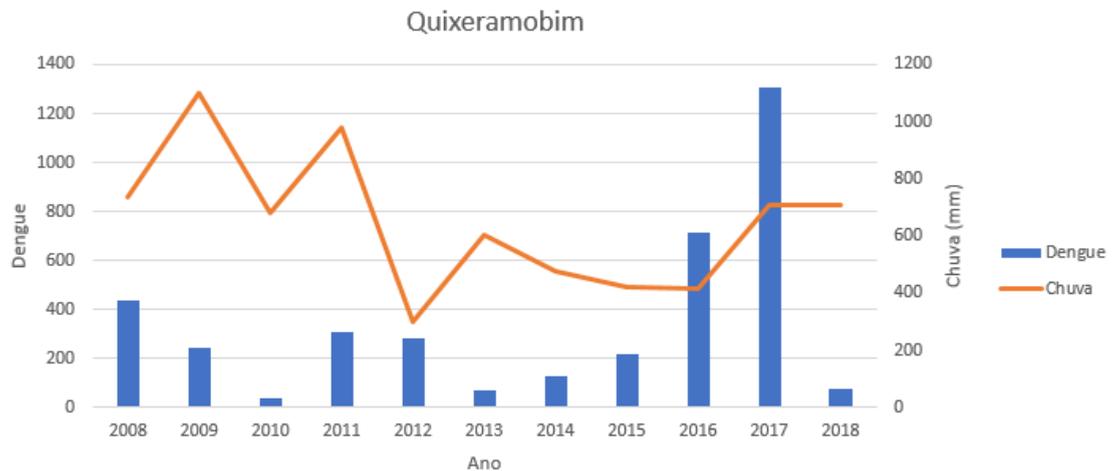
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 13 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Quixeramobim (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 14 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Quixeramobim (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em Quixeramobim, o maior número de casos de dengue foi registrado entre os meses de Fevereiro e Maio (4 meses) (74,7% considerando a mediana de casos), sendo os meses de Março e Abril concentrando a maior quantidade de casos no ano (52,2%). Os meses de Junho a Janeiro possuíam os menores índices de casos de dengue registrados (25,3%), sendo os meses de Setembro a Dezembro concentrando a menor quantidade de casos no ano (2,3%). Para a estação de dengue em Quixeramobim, Fevereiro, Março, Abril e Maio, com exceção de Fevereiro que possui índice pluviométrico de 57 mm, a mediana pluviométrica acima de 100 mm, ocasionou um aumento dos casos de dengue no mesmo mês. Os meses com maior concentração de casos de dengue, Março e Abril, possuíam os maiores índices pluviométricos. Os meses de Junho a Janeiro apresentaram os menores índices pluviométricos (mediana inferior a 50 mm). Esses valores estão relacionados a um menor número de casos de dengue registrados em Quixeramobim. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

Na escala anual, o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2016 e 2017 (52,8%). Os demais anos possuíam os menores índices de casos registrados (47,2%). O ano de 2017 possui um índice pluviométrico anual de 711 mm, semelhante ao ano de 2018, 709 mm, entretanto o número de casos de dengue registrados no ano de 2017 foi muito superior (1.306 casos) ao número de casos do ano de 2018 (76 casos). O ano de 2016 possui um índice pluviométrico anual de 415 mm, valor semelhante ao dos anos de 2014 e 2015,

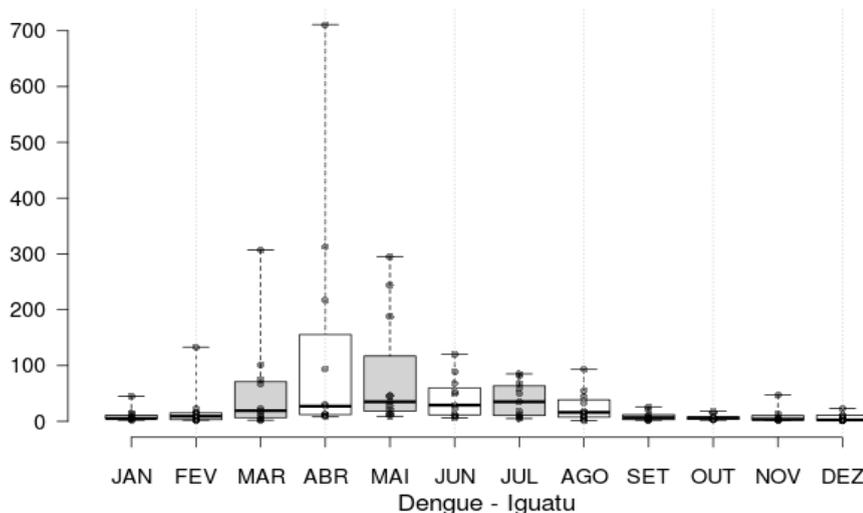
aproximadamente 400 mm. No entanto, o número de casos de dengue registrados no ano de 2014 (130 casos) e 2015 (220 casos), foi discrepante quando comparado ao número de casos do ano de 2016 (716 casos). O ano de 2013 teve o dobro do índice pluviométrico anual do ano de 2012, porém o ano de 2013 apresentou um número de casos de dengue muito menor (67 casos), quando comparado ao ano de 2012 (285 casos). Os anos de 2009 e 2011 apresentaram os maiores índices pluviométricos anuais, 1.097 mm e 979 mm. O ano de 2009 mesmo possuindo um maior índice pluviométrico quando comparado a 2011, apresentou um número inferior de casos de dengue (243 casos), quando comparado ao ano de 2011 (305 casos). Os anos de 2010, 2013 e 2018 apresentaram registros de casos de dengue inferiores a 100 com índices pluviométricos entre 600 mm e 700 mm.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas o número de casos de dengue não pode ser explicado linearmente pelas chuvas. A variação da temperatura máxima e da precipitação no mês atual explicam parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para os meses de maior concentração de casos (Março e Abril) em Quixeramobim (Apêndice D).

5.8.5 Iguatu

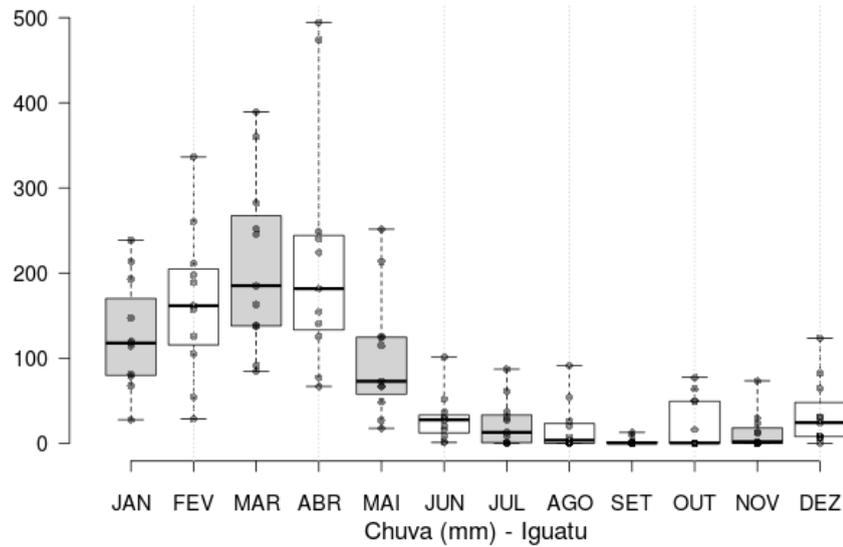
Nas figuras 15, 16 e 17 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Iguatu.

Figura 15 – Incidência mensal de dengue em Iguatu (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



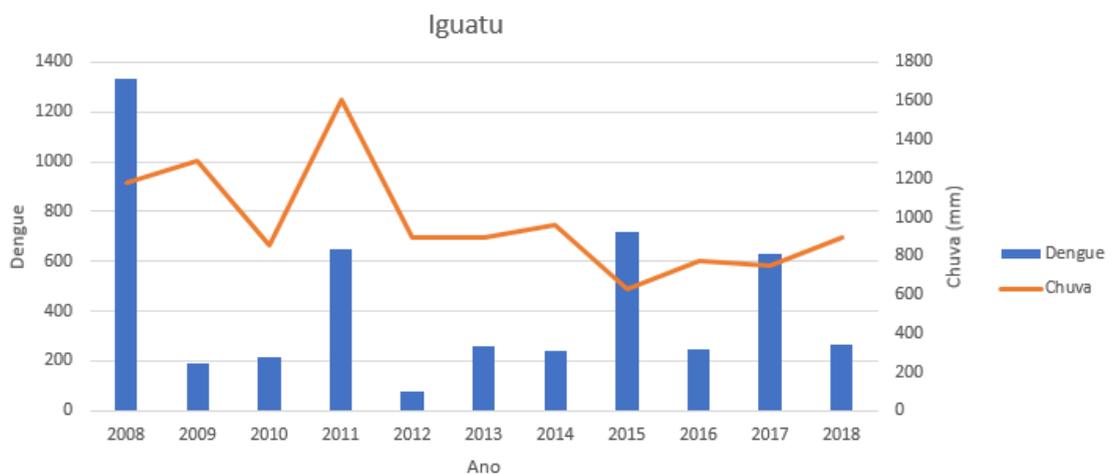
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 16 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Iguatu (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 17 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Iguatu (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pelo autor.

Em Iguatu, o maior número de casos de dengue foi registrado nos meses de Março a Julho (5 meses) (85,3% considerando a mediana de casos), sendo os meses de Maio, Junho e Julho concentrando a maior quantidade no ano (51,1%). Os meses de Agosto a Fevereiro

possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (14,7%), sendo os meses de Novembro e Dezembro concentrando a menor quantidade de casos no ano (3,5%). Para a estação da dengue em Iguatu, de Março a Julho, a mediana pluviométrica acima de 100 mm no mês ocasionou um aumento dos casos de dengue após dois meses subsequentes. Os meses com maior concentração de casos de dengue, Maio e Junho, possuíram nos dois meses anteriores, Março e Abril, os maiores índices pluviométricos. Os meses de Agosto a Fevereiro apresentaram os menores índices pluviométricos (mediana inferior a 100 mm). Esses valores estão relacionados a um menor número de casos de dengue registrados em Iguatu. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

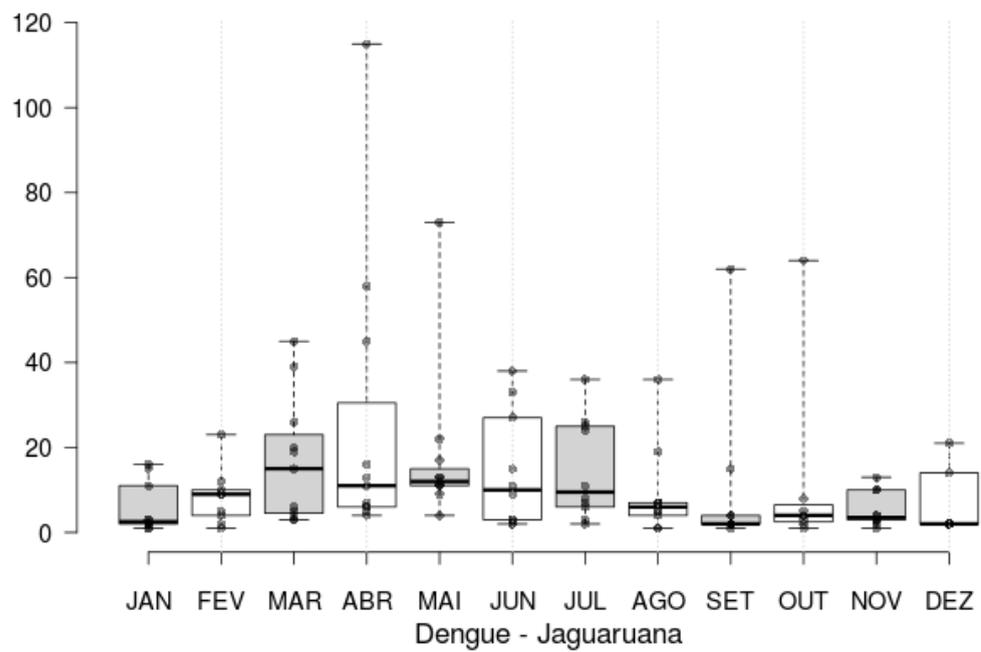
Na escala anual o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2008, 2011, 2015 e 2017 (68,9% considerando a mediana de casos). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (31,1%). Os anos de 2008 e 2009 possuíram índices pluviométricos anuais aproximados, 1.177 mm e 1.293 mm, respectivamente, entretanto, o número de casos de dengue registrados nos anos de 2008 foi muito maior (1.331 casos) em comparação ao ano de 2009 (139 casos). Os anos de 2011, 2015 e 2017 possuíam registros de casos de dengue semelhantes, entre 600 e 700 casos, porém o ano de 2011 possuiu o maior índice pluviométrico anual, 1.603 mm, quando comparado aos anos de 2015 e 2017 (600 mm e 700 mm). Os anos de 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2016 e 2018 registraram o menor número de casos de dengue por ano, com valor máximo de 264 casos. Com exceção do ano de 2009 que possui índice pluviométrico anual de 1.293 mm, os outros anos possuíram índice pluviométrico entre 700 mm e 900 mm aproximadamente. Os anos de 2012 e 2013 possuíram índice pluviométrico anual semelhante, 896 mm e 891 mm, respectivamente, entretanto os valores de casos de dengue para estes anos sofreram uma acentuada discrepância, enquanto o ano de 2012 registrou 80 casos, o ano de 2013 registrou 258 casos.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas a sua intensidade é governada por outros processos. A variação da temperatura mínima no mês anterior explicou parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para os meses de maior concentração de casos (Março, Abril e Maio) em Iguatu (Apêndice D).

5.8.6 Jaguaruana

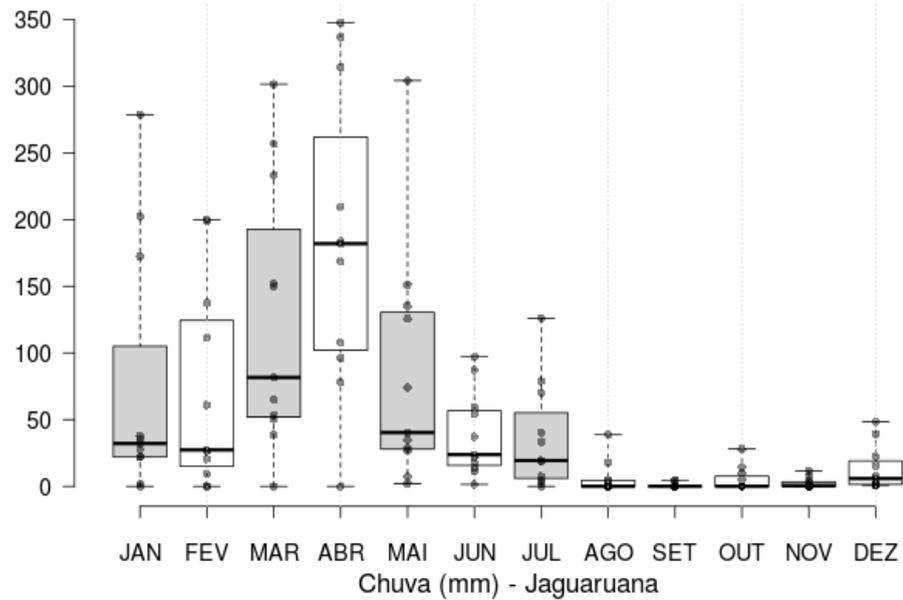
Nas figuras 18, 19 e 20 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Jaguaruana.

Figura 18 – Incidência mensal de dengue em Jaguaruana (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



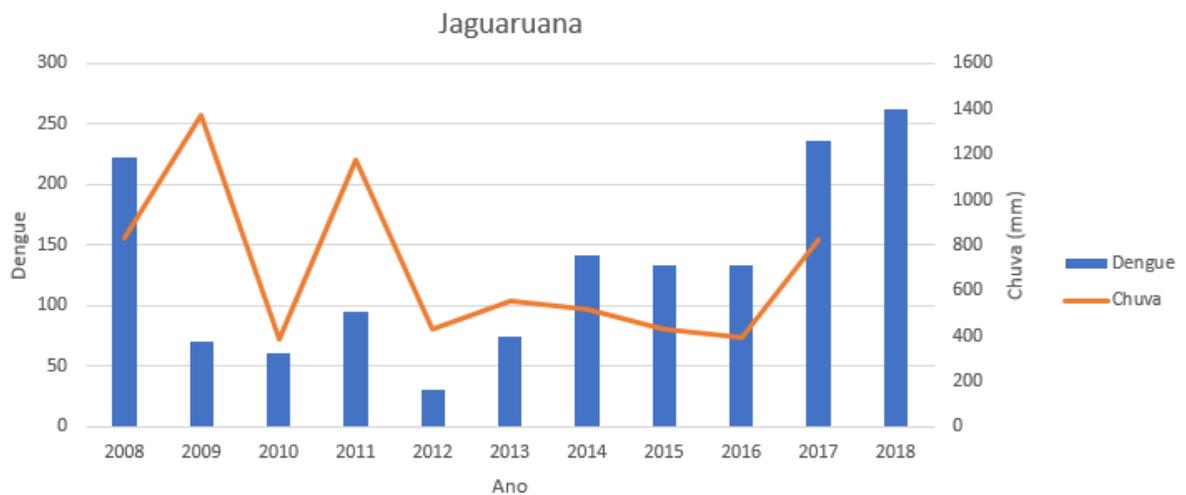
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 19 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Jaguaruana (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 20 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Jaguaruana (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Jaguaruana, o maior número de casos de dengue foi registrado nos meses de Fevereiro a Julho (6 meses) (76,8 % considerando a mediana de casos), sendo os meses de Março e Maio concentrando a maior quantidade no ano (31,2%). Os meses de Agosto a Janeiro possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (23,2%), sendo os meses de Setembro, Dezembro e Janeiro concentrando a menor quantidade de casos no ano (7,5%). Para a estação da dengue em Jaguaruana, de Fevereiro a Julho, com exceção do mês de Abril, que apresentou um índice pluviométrico de 180 mm, a mediana pluviométrica inferior a 100 mm (entre 20 mm e 80 mm) no mês atual ocasionou um aumento de casos de dengue. Os meses de Agosto a Dezembro possuíram os menores índices pluviométricos registrados (muito inferior a 20 mm). Esses valores foram relacionados a um menor número de casos de dengue em Jaguaruana. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

Ressaltamos que conforme observado em outros municípios do estudo, os casos de dengue diminuíram ao final da estação. Esta diminuição esteve diretamente relacionada com os menores registros de índices pluviométricos no final da estação chuvosa. No entanto, para o município de Jaguaruana foi identificado que durante a estação da dengue os casos permanecem altos mesmo com a diminuição do índice pluviométrico no final da estação chuvosa.

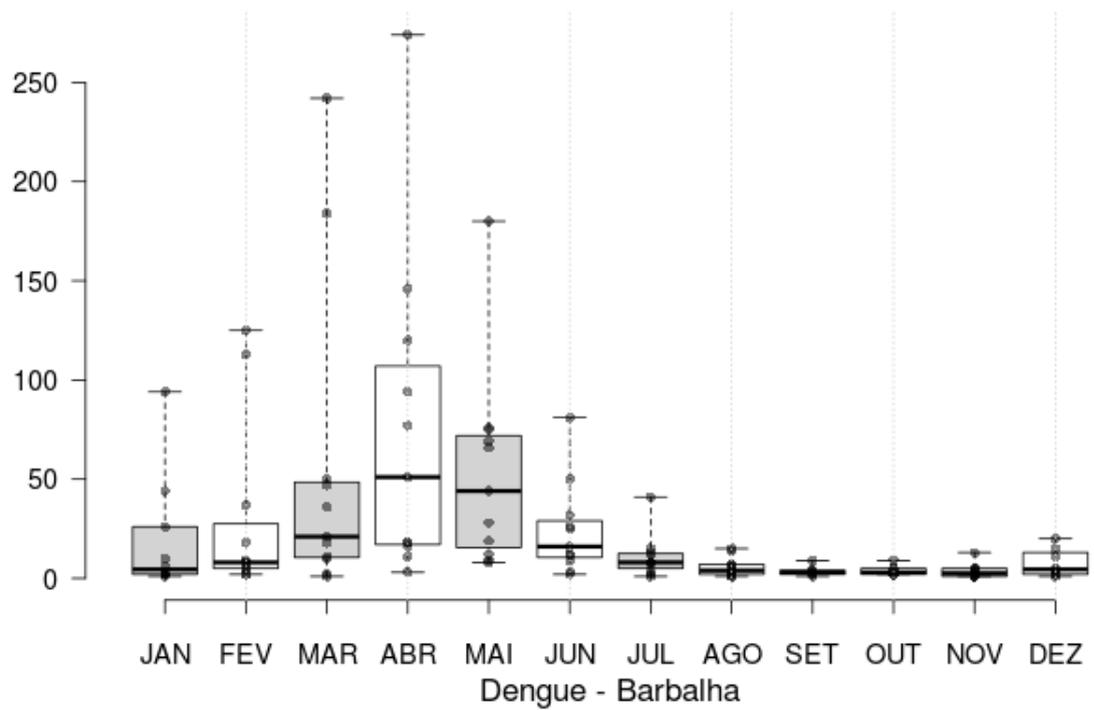
Na escala anual o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2008, 2017 e 2018 (49,3 %). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (50,6%). Nos anos de 2008, 2017 e 2018 a média de casos de dengue registrados anualmente foi de aproximadamente 200 casos. O ano de 2018 não possuía registro pluviométrico de janeiro a abril, gerando uma incerteza no valor pluviométrico anual, não podendo assim gerar uma análise precisa desse ano.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas a sua intensidade é governada pela precipitação no início da estação e pela temperatura mínima no final da estação. A variação da temperatura máxima no mês atual explicou parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para meses de maior concentração de casos de dengue (Março, Abril, Junho e Julho) em Jaguaruana (Apêndice D).

5.8.7 Barbalha

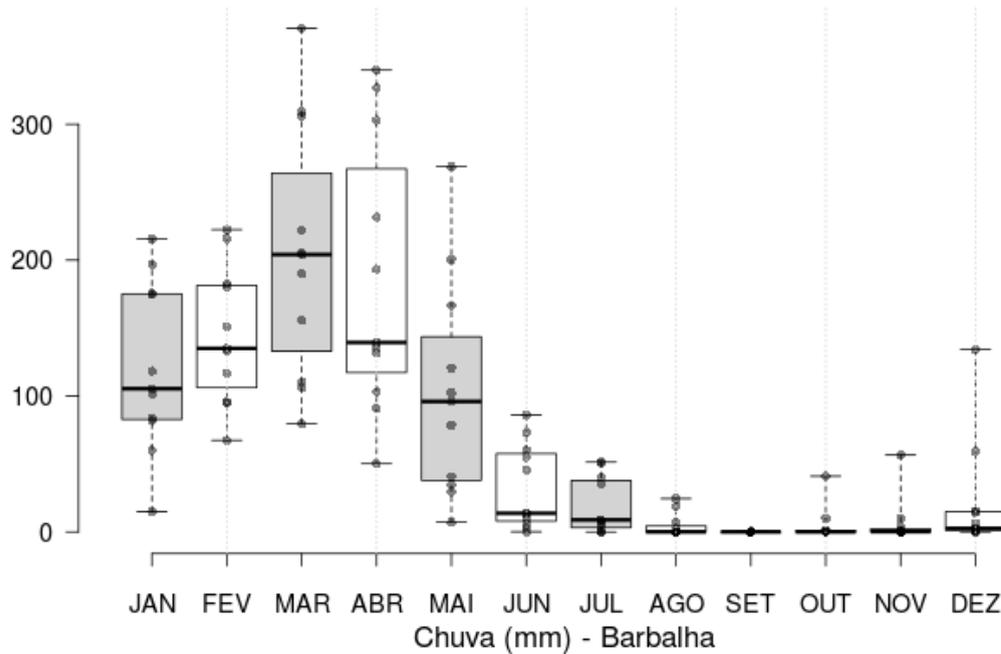
Nas figuras 21, 22 e 23 será apresentada a análise referente à Dengue e sua relação com variável climática chuva em Barbalha.

Figura 21 – Incidência mensal de dengue em Barbalha (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



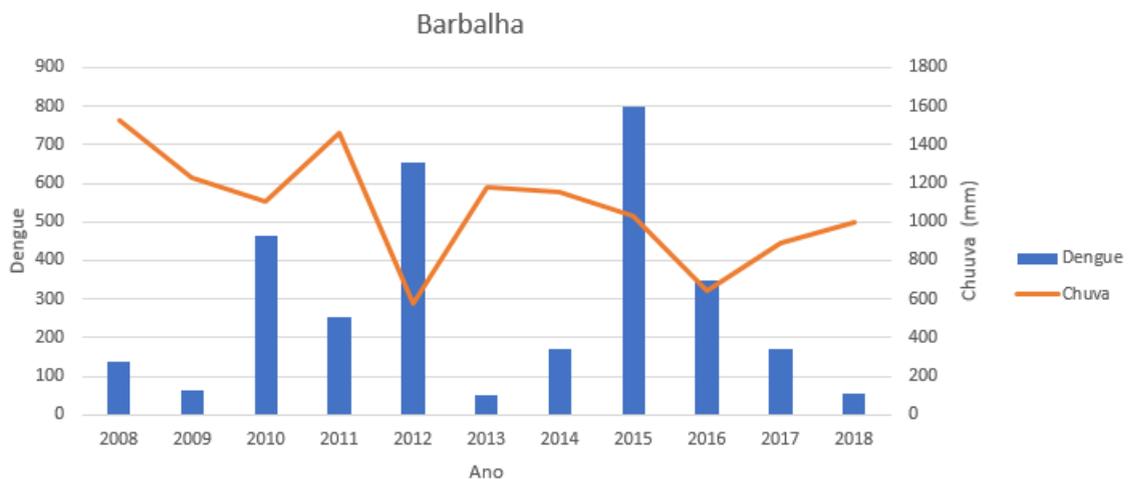
Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 22 – Índice pluviométrico mensal de dengue em Barbalha (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Figura 23 – Índice pluviométrico e incidência anual de dengue em Barbalha (2008-2018). Redenção (CE), Brasil, 2021



Fonte: Elaborado pela autora.

Em Barbalha, o maior número de casos de dengue foi registrado nos meses de Março a Junho (4 meses) (78,9 % considerando a mediana de casos), sendo os meses de Abril e Maio concentrando a maior quantidade no ano (56,2%). Os meses de Julho a Fevereiro

possuíram os menores índices de casos de dengue registrados (22,1%), sendo os meses de Setembro a Novembro concentrando a menor quantidade de casos no ano (5 %). Para a estação da dengue em Barbalha, Março a Junho, medianas pluviométricas acima de 100 mm no mês ocasionaram um aumento dos casos de dengue após dois meses subsequentes. Os meses de Julho a Novembro apresentaram os menores índices pluviométricos (inferiores a 45 mm). Esses valores estão relacionados a um menor número de casos de dengue registrados em Barbalha. Assim, a variação sazonal da dengue possui relação com a variação sazonal da precipitação.

Na escala anual o maior número de casos de dengue foi registrado nos anos de 2010, 2012 e 2015 (60,7 %). Os demais anos possuíram os menores índices de casos registrados (39,3%). Embora o ano de 2012 e 2015 estejam entre os maiores registros anuais de dengue, seus índices pluviométricos foram discrepantes. Para o ano de 2012 o índice pluviométrico anual foi muito menor (576 mm) quando comparado ao ano de 2015 (1.031 mm). Entretanto, o ano de 2012 registrou um número de casos de dengue anual similar (655 casos) quando comparado ao ano de 2015 (798 casos). Os anos de 2008 e 2011 registraram os maiores índices pluviométricos anuais, 1.526 mm e 1.463 mm, respectivamente. Entretanto o registro do número de casos de dengue no ano de 2008 foi menor (136 casos) que o ano de 2011 (255 casos). Os menores índices pluviométricos anuais foram registrados pelos anos de 2012 e 2016, 576 mm e 643 mm, respectivamente. Entretanto, o número de casos de dengue no ano de 2012 foi maior (655 casos) quando comparado ao ano de 2016 (348 casos). Os anos de 2009, 2013 e 2018, estão entre os anos que possuíam os menores registros anuais de casos de dengue, correspondendo a apenas 5,3% dos casos, embora estes anos tenham possuído índices pluviométricos altos, entre 1.000 mm e 1.229 mm.

Assim, a ocorrência de chuvas ocasiona a proliferação da dengue, mas a sua intensidade é governada por outros processos. A variação da temperatura máxima no mês atual explicou parcialmente a variação da intensidade dos casos de dengue para meses de maior concentração de casos de dengue (Abril e Maio) em Barbalha (Apêndice D).

5.9 Discussão

A análise mostrou que a estação de dengue nos municípios do estudo variou entre 5 e 4 meses. Os municípios de Sobral, Tauá e Iguatu possuíram uma estação que durou 5 meses, enquanto os municípios de Fortaleza, Quixeramobim e Barbalha possuíram uma estação com 4 meses. Houve uma exceção na cidade de Jaguaruana que possui a estação de dengue mais longa, 6 meses. Como resultado, observamos que os municípios, mesmo se encontrando no mesmo

estado e possuindo um padrão climático similar, possuem variações de duração na estação de dengue.

A nível mundial, a estação da dengue também possui discrepâncias de duração para climas diferentes. Um estudo realizado no Butão, país da Ásia, de janeiro de 2016 a junho de 2019, identificou a estação da dengue entre os meses de Junho a Agosto (3 meses) de todos os anos. Os picos de casos foram registrados nos períodos do ano mais chuvosos, úmidos e com temperaturas mais altas (TSHETEN *et al.*, 2020). Outro estudo semelhante buscou quantificar os padrões espaço-temporais de incidência de dengue no Timor-Leste entre 2005 e 2013, e registrou uma estação de dengue ocorrendo entre dezembro a fevereiro (3 meses), meses considerados mais úmidos e quentes do ano (WANGDI *et al.*, 2018). No distrito de Cirebon, ilhas Java, 4.597 casos confirmados de dengue de janeiro de 2011 a dezembro de 2017 foram analisados. Durante o período chuvoso, novembro a maio (7 meses), o número de infecções por dengue notificadas foi duas vezes maior do que durante a estação seca (junho a outubro) (ASTUTI *et al.*, 2019).

Conforme os achados, não é possível definir um padrão de duração da estação de dengue para o estado do Ceará, visto que fatores de variáveis climáticas têm forte interação e variabilidade espaço-temporal. Conforme relatado em estudos, a duração e a sazonalidade da estação da dengue estão diretamente relacionadas com o índice pluviométrico, umidade e temperatura (TSHETEN *et al.*, 2020; WANGDI *et al.*, 2018; ASTUTI *et al.*, 2019).

A partir dos resultados, também identificamos que os municípios do estudo possuem um padrão de resposta às chuvas com horizontes de tempo diferentes para o surgimento dos picos de dengue. Para Fortaleza e Sobral, um aumento da chuva do mês anterior ocasionou o aumento da incidência de casos de dengue no mês posterior. Nos municípios de Tauá, Quixeramobim e Jaguaruana, a chuva exerceu influência nos casos de dengue no mesmo mês. Em Barbalha e Iguatu, a chuva do mês ocasionou o aumento da incidência dos casos de dengue apenas após dois meses. Durante a estação da dengue, Fortaleza e Sobral possuíram índices pluviométricos mensais entre 300 e 100 mm, e Barbalha e Iguatu possuíram índices mensais acima de 100 mm, Quixeramobim possui índices mensais entre 150 e 100 mm, enquanto Jaguaruana e Tauá os índices mensais eram inferiores a 100 mm. Entretanto, a baixa precipitação anual durante a estação chuvosa não foi limitante para a incidência dos casos de dengue nos municípios estudados. Outros fatores climáticos, como temperatura mínima e máxima, também foram responsáveis pelo aumento dos casos de dengue.

O efeito das chuvas é complexo e pode aumentar o risco de dengue com horizontes de tempo diferentes. Foram encontradas evidências de que a chuva afeta a transmissão através

de vários mecanismos e em diferentes intervalos de tempo (CALDWELL *et al.*, 2021). Outros fatores climáticos, como temperatura mínima e máxima, estão relacionados com o período após as chuvas em que o vetor conseguirá se reproduzir em maior velocidade e assim ocasionar o aumento do índice da doença (TSHETEN *et al.*, 2020).

Embora altos níveis de precipitação e uma temperatura adequada possuam uma associação com risco elevado de dengue (DICKIN *et al.*, 2013; TSHETEN *et al.*, 2020). Estudos anteriores buscaram analisar a relação da chuva com o intervalo de tempo para o surgimento da dengue (STEWART *et al.*, 2013; NGUGI *et al.*, 2017). Segundo Caldwell *et al.* (2021), extremos climáticos, como secas e inundações, são desafiadores por apresentarem relações interativas e não-lineares decorrentes da combinação de múltiplos fatores entre a chuva e temperaturas, ocasionando atrasos de tempo na dinâmica dos vetores. Assim, o “atraso” da estação de dengue nos municípios em estudo pode estar relacionado com um valor pluviométrico acima do necessário para a reprodução do vetor.

Um estudo buscou quantificar os efeitos não-lineares e tardios dos riscos hidrometeorológicos extremos sobre o risco de dengue por nível de urbanização no Brasil, usando um modelo espaço-temporal. Os dados do estudo incluíram 12.895.293 casos de dengue notificados entre 2001 e 2019 no Brasil. Foi observado um aumento imediato do risco de dengue durante condições mais úmidas, a curto prazo (ou seja, dentro de um mês). No entanto, chuvas mais fortes foram associadas à diminuição temporária do risco de dengue (LOWE *et al.*, 2021).

Durante as fases larval e pupa, o mosquito se torna mais sensível à morte pelo excesso de água da chuva e escoamento em seus criadouros. Já durante o período de seca, apenas ovos resistentes à dessecação podem sobreviver. Assim, a resistência à dessecação foi sugerida como um meio de sobrevivência entre as estações, e o acúmulo de ovos na ausência de precipitação foi associado ao crescimento populacional no início da estação chuvosa (LEGA *et al.*, 2017)

Um estudo realizado em Cingapura observou que os casos de dengue diminuem após uma estação muito chuvosa. Esta associação está provavelmente envolvida com a relação da redução sazonal do mosquito da dengue por meio de eventos extremos, afetando a incidência do vetor no ambiente e seu habitat, após o extravasamento de seu limiar ocasionado pela precipitação (SEIDAHMED; ELTAHIR, 2016).

As temperaturas influenciam a transmissão da dengue ao afetar as taxas de desenvolvimento do mosquito, através de uma faixa de temperatura média ideal de aproximadamente 26-29°C à medida que a temperatura se eleva, o potencial epidêmico da

dengue também aumenta, atingindo um pico em torno de 29°C e depois diminui, pois o vetor é sensível a altas temperaturas (LOWE *et al.*, 2021).

A quantidade de mosquitos, principalmente após um período de exposição mais longa em águas com temperaturas mais elevadas nas fases imaturas, aumenta com o passar do tempo (KOENRAADT; HARRINGTON 2008). Assim, é possível que os municípios com menores índices pluviométricos, resultaram em habitats com menores reservatórios de água acumulada. Menores reservatórios de água necessitam de menos tempo de exposição para o aumento de sua temperatura, levando o vetor a se reproduzir com maior velocidade. Por outro lado, os municípios com chuvas mais fortes além de arrastarem as fases imaturas do vetor de seus habitats, também possuem uma temperatura mais baixa, atrasando assim o desenvolvimento para a fase adulta em algumas cidades, necessitando de um maior tempo de exposição para atingir a temperatura ideal para o desenvolvimento do vetor (LOWE *et al.*, 2021; LEGA *et al.*, 2017).

Um estudo buscou analisar a curto prazo a relação entre temperatura e a incidência de dengue em Cigapura usando dados de 2009 a 2018. Foi observado que o risco de infecção por dengue aumenta em um curto período de tempo à medida que a temperatura aumenta até atingir um valor aproximado de 30°C. No entanto, ocorreu a diminuição no risco de infecções por dengue à medida que a temperatura aumenta além de 31°C (SEAH *et al.*, 2021).

Para a proliferação do mosquito, habitats ideais atuam fortemente combinados com as variáveis climáticas e com outros fatores, como a urbanização e saneamento. Recipientes adequados para procriação com quantidades adequadas de água geram um aceleração na reprodução do mosquito entre as fases aquáticas. Os efeitos dos eventos hidrometeorológicos na transmissão da dengue dependem das condições sociais e ecológicas locais que determinam os tipos de habitat larval disponíveis no meio ambiente e as práticas de abastecimento e armazenamento de água para uso doméstico. Alguns estudos mostraram que a escassez de chuvas pode aumentar o risco de dengue em regiões onde as pessoas armazenam água (LOWE *et al.*, 2021).

Segundo autores, além do clima adequado para a transmissão da dengue, fatores não-climáticos, como infraestrutura, urbanização e práticas de armazenamento, impulsionam uma tendência local na transmissão do vetor. Isso explica em parte a incidência da dengue, mesmo que baixa, durante os meses sem chuvas. O tamanho da população também pode ser importante na transmissão da dengue, quanto maior a população da cidade mais determinantes para a ocorrência de transmissão local (HARRIS; CALDWELL; MORDECAI, 2019). Segundo

o IBGE (ANO), Fortaleza possui 2,687 milhões, Sobral 210.711, Iguatu 103.074, Barbalha 61.228, Quixeramobim 81.778, Tauá 59.062 e Jaguaruana 33.834 pessoas.

Embora existam outros fatores não abordados com mais profundidade no estudo, como questões de urbanização e ecológicas, espera-se que estudos futuros incluam a análise de outras variáveis e sua relação temporal com a dengue que possam explicar com mais exatidão a dinâmica do vetor principalmente em ambientes de transmissão com populações mais vulneráveis, além de prioridades de pesquisas em saúde pública. A identificação da estação de dengue nos municípios do estudo, assim como o tempo provável de início são úteis para melhorar os sistemas emergenciais existentes para a dengue no Ceará, permitindo uma alocação de recursos adequada em um limite de tempo anterior ao esperado para o início da estação.

5.10 Intervenções de enfermagem para a dengue presentes na NIC e as implicações para enfermagem

A partir dos achados do terceiro capítulo, observa-se a necessidade de intervenções em saúde e de enfermagem direcionadas para prevenção da dengue. As intervenções presentes na NIC, não possuem intervenções e atividades de enfermagem que abordassem a dengue. Os achados do terceiro capítulo mostram a sazonalidade anual da doença no Ceará ao longo dos anos 2008-2018. Destaca-se a importância de intervenções de enfermagem voltadas para evitar o surgimento da doença e não apenas tratá-lo quando já adquirida. Para evitar este adoecimento, intervenções de enfermagem com foco em ações que possam minimizar os efeitos do clima na incidência da dengue devem ser elaboradas. Ressalta-se que não foram encontradas intervenções para a dengue, mesmo no que concerne ao seu tratamento na NIC.

Sugere-se a elaboração de intervenções de enfermagem para a dengue e posterior envio dessas intervenções para a avaliação de acréscimo no sistema de classificação das intervenções em enfermagem. Também, sugere-se o planejamento de estratégias conjuntas com equipes multiprofissionais para atuação no período do ano que for mais adequado para a prevenção da dengue em cada município, já que há divergências do período do surto da doença. A efetividade dessas intervenções poderá ser testada por meio de estudos clínicos posteriores.

Quadro 3 – Intervenções e atividades de enfermagem. Redenção (CE), Brasil, 2021

INTERVENÇÕES DE ENFERMAGEM (NIC)	ATIVIDADES DE ENFERMAGEM
PROTEÇÃO CONTRA RISCOS AMBIENTAIS	<ul style="list-style-type: none"> - Avaliar o ambiente em relação a riscos reais e potenciais - Analisar o nível de risco associado com o ambiente - Orientar as populações em risco sobre perigos ambientais - Monitorar as incidências de doenças e lesão relacionadas aos perigos ambientais - Manter o conhecimento associado aos padrões ambientais específicos - Notificar as agências autorizadas a proteger o ambiente sobre perigos conhecidos - Colaborar com outras agências regulatórias para melhorar a segurança ambiental - Defender projetos ambientais mais seguros, sistemas de proteção e o uso de dispositivos de proteção - Apoiar programas para divulgação dos riscos ambientais - Rastrear as populações em risco quanto a evidências de exposição aos perigos ambientais - Participar da coleta de dados relacionados com a incidência e a prevalência da exposição a risco ambientais
CONTROLE DO AMBIENTE: comunidade	<ul style="list-style-type: none"> - Iniciar a avaliação quanto a riscos à saúde provenientes do ambiente - Participar de equipes multiprofissionais para identificar ameaças à segurança na comunidade - Monitorar o estado dos riscos conhecidos à saúde - Participar de programas na comunidade para lidar com os riscos conhecidos - Colaborar na elaboração de programas de atividade na comunidade - Promover políticas governamentais para reduzir os riscos específicos - Encorajar os vizinhos a se tornarem participantes ativos na segurança da comunidade - Coordenar serviços para grupos e comunidades em risco - Conduzir programas educacionais para grupos-alvo de risco - Trabalhar com grupos ambientalistas para assegurar as relações governamentais apropriadas

Fonte: Elaborada pela própria autora.

6 CONCLUSÃO

O estudo permitiu avaliar a influência das variáveis hidroclimáticas na incidência das doenças sensíveis ao clima no semiárido. Foi realizada uma revisão sistemática para identificar as principais fontes de abastecimento de água e sua relação com as doenças de veiculação hídrica em regiões semiáridas. Os principais achados foram que a seca leva a prática do armazenamento de água. A água da chuva foi a mais associada a esta prática. No entanto, uma vez coletada principalmente através da drenagem de telhados ou bicas, estas podem se tornar contaminadas por patógenos. Além disso, existe o risco de o próprio reservatório de água não ser devidamente higienizado. Assim, a água da chuva foi frequentemente relacionada à presença de parasitas entéricos, como infecções helmínticas transmitidas pelo solo causadas por *Entamoeba histolytica/Entamoeba disparate*, *Giardia intestinalis*, *Ascaris lumbricoides* e *Cryptosporidium parvum*. As doenças diarreicas foram relacionadas ao consumo de água de poços e rios, que foram contaminados por coliformes totais ou *Escherichia coli*. Eles também eram recorrentes em represas de rios. A água de poços rasos foi relacionada a uma maior variedade de contaminantes (coliformes totais e *Escherichia coli*, *Entamoeba histolytica / Entamoeba díspar*, *Giardia intestinalis* e *Ascaris lumbricoides*, *Giardia duodenalis*, *Cryptosporidium parvum*, *Giardia lamblia*, *Clostridium pafringens*, *Salmonella*, e *Protozoa pafringens*).

Uma segunda revisão sistemática foi realizada para descrever as relações entre as variáveis climáticas e as doenças sensíveis ao clima em regiões semiáridas. As doenças de transmissão vetorial, respiratória e de veiculação hídrica são as DSC mais incidentes. As estações com maiores índices pluviométricos, nas quais as condições climáticas (faixa ótima de temperatura, distribuição irregular de chuvas e maior umidade do ar) são as mais favoráveis para a incidência de doenças transmitidas por vetores, principalmente para a dengue. As doenças respiratórias estão relacionadas ao alto conteúdo de aerossóis no ar, que é impulsionado pela ação do vento. No entanto, seu início também pode depender da variabilidade de outras variáveis climáticas (precipitação, umidade do ar e temperatura). A incidência de diarreia no semiárido está fortemente relacionada com a escassez do abastecimento de água, que emana principalmente de fontes contaminadas e precária. Este estudo indica uma tendência de conduzir mais pesquisas sobre doenças de transmissão vetorial, enquanto outras DSC, como distúrbios respiratórios e gastrointestinais, são muito menos relatadas.

Os resultados permitiram identificar a dengue como a doença vetorial mais presente nos estudos em decorrência de variáveis climáticas como precipitação e temperatura. Assim,

foi realizado um estudo para identificar a relação das variáveis climáticas com a incidência de casos de dengue no estado do Ceará. O estudo mostrou que a estação de dengue nos municípios de Fortaleza, Sobral, Tauá, Quixeramobim, Iguatu, Jaguaruana e Barbalha dura entre 4 e 5 meses e que o efeito da chuva pode aumentar o risco de dengue, por exemplo, um mês ou dois meses à frente nos municípios do estudo. É possível relacionar o número mensal de casos de dengue com variáveis climáticas, como temperatura máxima e mínima e a precipitação por meio de regressão linear múltipla (Coeficiente de Pearson entre 0.39 a 0.72), durante os meses de maior concentração de casos de dengue.

Os achados demonstram que há uma diferença nos meses de surtos de dengue nos municípios de um mesmo estado (Ceará), em condições climáticas, de certa forma, semelhantes. Espera-se que essa diferença seja observada em outros estados do Brasil. Isso sugere que ações de intervenções em saúde para prevenção da dengue não serão efetivas se realizadas no mesmo período para todos os municípios, pois poderá ser investido recursos financeiros para ações que não prevenirão os surtos de dengue. Conhecer o melhor momento de atuação em cada município é importante para investir recurso de ações preventivas no período certo. Essas intervenções poderão prevenir os surtos, reduzindo a quantidade de casos em cada município, diminuindo os riscos de complicações de saúde em decorrência da dengue, além de reduzir os gastos com internações, já que muitos pacientes necessitam passar vários dias hospitalizados, devido os riscos de sangramentos que a doença pode acarretar, podendo levar ao óbito do paciente.

Portanto, intervenções em saúde são necessárias para a prevenção das doenças sensíveis ao clima, como as de veiculação hídrica e vetoriais, com destaque para a dengue. A enfermagem tem um papel fundamental na elaboração e implementação de intervenções que sejam efetivas no combate a essas doenças sensíveis as variações climáticas tão presentes e importantes no contexto mundial. No entanto, não foram identificadas nenhuma intervenção ou atividades na classificação das intervenções de enfermagem direcionadas para essas doenças. Assim, faz-se necessário que o enfermeiro assuma o papel de elaborar intervenções de enfermagem e participar de estratégias de implementação de intervenções em conjunto com equipes multiprofissionais que possam ser utilizadas como políticas públicas no estado do Ceará.

Tais achados são de grande valia para a implementação de intervenções que ajudem a superar questões como a escassez de água, necessidade de abastecimento adequado, prevenção de doenças sensíveis ao clima, como a dengue, ao conhecer as variáveis climáticas mais frequentes para o desenvolvimento de cada uma delas e conhecer o período do ano correto para implementação dessas intervenções, levando a políticas públicas adequadas com menor custo.

REFERÊNCIAS

- ADDO, H. O.; ADDO, K. K.; BIMBI, L. Water handling and hygiene practices on the transmission of diarrhoeal diseases and soil transmitted helminthic infections in communities in rural Ghana. **Intern Knowledge Sharing Platform**, v. 6, n. 1, p. 68-79, 2014. Disponível em: <http://ugspace.ug.edu.gh/handle/123456789/7364>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- ADHIKARI, S.; BASNYAT, B.; MAHARJAN, K. Preparing for the dengue explosion in Kathmandu, Nepal. **Lancet Glob Health**, v. 8, n. 3, p. e331-e332, mar. 2020.
- ALEIXO, N. C. R.; NETO, J. L. S. Clima e saúde: diálogos geográficos. **Revista Geonorte**, v.8, 2.n.30, p.78-103, 2017.
- 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, p. e1002688, 2018.
- ALMEIDA, I.J.S. et al Pandemia de coronavírus à luz das teorias de enfermagem. **Rev. Bras. Enferm.**, v. 73, n. 2, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/0034-7167-2020-0538>. Acesso em: 5 jul. 2021.
- ANGELINI, K. Climate Change, Health, and the Role of Nurses. **Nursing for Womens Health**, v. 21, n. 2, p. 79-83, 2017. Disponível em: [https://nwhjournal.org/article/S1751-4851\(17\)30049-1/pdf](https://nwhjournal.org/article/S1751-4851(17)30049-1/pdf). Acesso em: 5 jul. 2021.
- ANYAMBA, A. et al. “Global Disease Outbreaks Associated with the 2015-2016 El Niño Event.” **Scientific reports**, v. 9, n. 1, p. 19-30, fev. 2019.
- ASTUTI, E. P. et al. “Paediatric dengue infection in Cirebon, Indonesia: a temporal and spatial analysis of notified dengue incidence to inform surveillance.” **Parasites & vectors**, v. 12, n. 1, p. 86, abr. 2019.
- BANWELL, N.; RUTHERFORD, S.; MACKEY, B et al. Towards Improved Linkage of Disaster Risk Reduction and Climate Change Adaptation in Health: A Review. **Int J Environ Res Public Health**, v. 15, n. 4, 2018
- BARNES, A.N.; ANDERSON, J.D.; MUMMA, J.; MAHMUD, Z.H.; CUMMING, O. A associação entre a presença e posse de animais domésticos e a contaminação da água potável nas famílias entre as comunidades periurbanas de Kisumu, no Quênia. **PLoS One**, v. 13, n. 6, p. e0197587, jun. 2018.
- BAYLIS, M. Potential impact of climate change on emerging vector-borne and other infections in the UK. **Environ Health**, v. 16, n. 112, 2017.
- BITTENCOURT-OLIVEIRA, M. A. R. I. A.; CARMO, D.; PICCIN-SANTOS, V. I. V. I. A. N. E.; MOURA, A. N.; ARAGÃO-TAVARES, N. K.; CORDEIRO-ARAÚJO, M. K. Cyanobacteria, microcystins and cylindrospermopsin in public drinking supply reservoirs of Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 86, n. 1, p. 297-310, 2014.

BOX, G. E. P. et al. **Time Series Analysis: Forecasting and Control**. 5 ed. Hoboken, New Jersey: Wiley, 2015.

BUDELI, P.; MOROPENG, R. C.; MPENYANA-MONYATSI, L.; MOMBA, M. N. B. Inhibition of biofilm formation on the surface of water storage containers using biosand zeolite silver-impregnated clay granular and silver impregnated porous pot filtration systems. **Plos one**, v. 13, n. 4, p. e0194715, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194715>. Acesso em: 5 abr. 2020.

BUTCHER, H. K. et al. **Nursing Interventions Classification**. [S.l.]: Evolve, 2020.

CALDWELL, J.M.; LABEAUD, A.D.; LAMBIN, E.F.; STEWART-IBARRA, A.M.; NDENGA, B.A.; MUTUKU, F.M.; KRYSTOSIK, A.R.; AYALA, E.B.; ANYAMBA, A.; BORBOR-CORDOVA, M.J.; DAMOAH, R.; GROSSI-SOYSTER, E.N.; HERAS, F.H.; NGUGI, H.N.; RYAN, S.J.; SHAH, M.M.; SIPPY, R.; MORDECAI, E.A. Climate predicts geographic and temporal variation in mosquito-borne disease dynamics on two continents. **Nat Commun.**, v. 12, n. 1, p. 12-33, 2021.

CARVALHO, R. V.; DE SOUZA LIMA, F. E.; DA SILVA, R. P. O programa um milhão de cisternas (p1mc): uma alternativa de convivência com o semiárido na comunidade agreste de Baixo-São Miguel/RN. **Caminhos de geografia**, v. 18, n. 61, p. 136-149, 2017.

CASTRO, W. ; BLOOM. Disease and economic burdens of dengue. **The Lancet**, v. 17, issue 3, p. E70-E78, mar. 2017.

CONCEIÇÃO, R. S. et al. Temperatura do ar e sua relação com algumas doenças respiratórias em vitória da conquista – BA. **Revista Eletrônica Georaguaiá**, v. 5, n.2, p. 69 – 81, 2015.

CONFALONIERI, U. E. C. Variabilidade climática, vulnerabilidade Social e saúde no Brasil. **Terra Livre**, v.1, n. 20, p. 193-204, 2003.

CUNHA, D. G. F.; VECCHIA, F. As abordagens clássicas e dinâmica de clima: uma revisão bibliográfica aplicada ao tema da compreensão da realidade climática. **Ciência e Natura**, v. 29, n. 1, p. 137-149, 2007.

DAGHARA, A.; AL-KHATIB, I. A.; AL-JABARI, M. Quality of drinking water from springs in Palestine: west Bank as a case study. **Journal of environmental and public health**, v. 2, p. 1-7, 2019.

DEY, N. C.; PARVEZ, M.; DEY, D.; SAHA, R.; GHOSE, L.; BARUA, M. K.; CHOWDHURY, M. R. Microbial contamination of drinking water from risky tubewells situated in different hydrological regions of Bangladesh. **International journal of hygiene and environmental health**, v. 220, n. 3, p. 621-636, 2017.

DIAS, A. P.; CALEGAR, D.; CARVALHO-COSTA, F. A.; ALENCAR, M. D. F. L.; IGNACIO, C. F.; SILVA, M. E. C. D.; MORAES NETO, A. H. A. D. Assessing the influence of water management and rainfall seasonality on water quality and intestinal parasitism in rural northeastern Brazil. **Journal of tropical medicine**, v. 2018, p. 10, 2018.

DICKIN, S.K.; SCHUSTER-WALLACE, C.J.; ELLIOTT, S.J. Developing a Vulnerability Mapping Methodology: Applying the Water-Associated Disease Index to Dengue in Malaysia. **PLoS ONE**, v. 8, n. 5, p. e63584, 2013.

DUARTE, J. L. **Influência da variabilidade climática e das alterações ambientais na ocorrência de doenças sensíveis ao clima em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira**. 2017. 177f. Tese (Doutorado em Saúde Pública) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

EBI, K.L.; HASEGAWA, T.; HAYES, K. et al. Health risks of warming of 1.5 °C, 2 °C, and higher, above pre-industrial temperatures. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 6, 2018. Disponível em: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1748-9326/aac4bd/meta>. Acesso em: 5 jul. 2020.

EBI, K.L; BOWEN, K. Extreme events as sources of health vulnerability: Drought as an example. **Weather and Climate Extremes**, v. 11, p. 95-102, 2016. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221209471530030X>. Acesso em: 5 jul. 2020.

ELDRIDGE, D. J.; REED, S.; TRAVERS, S. K.; BOWKER, M. A.; MAESTRE, F. T.; DING, J.; ZHAO, Y. (2020). The pervasive and multifaceted influence of biocrusts on water in the world's drylands. **Global change biology**, v. 26, n. 10, p. 6003-6014, 2020.

ESTATCAMP. **Software Action**: Consultoria em estatística e qualidade. Versão 40 2.8. Estatcamp, São Carlos, São Paulo, Brasil, 2014

FISMAN; TUIITE; BROWN, Impact of El Niño Southern Oscillation on infectious disease hospitalization risk in the United States. **Proc. Natl. Acad. Sci. EUA**, v. 113, n. 51, p. 14589-14594, 2016. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5187703/>. Acesso em: 29 abr. 2019.

FONSECA, J. E.; CARNEIRO, M.; PENA, J. L.; COLOSIMO, E. A.; DA SILVA, N. B.; DA COSTA, A. G. F.; HELLER, L. (2014). Reducing occurrence of *Giardia duodenalis* in children living in semiarid regions: impact of a large scale rainwater harvesting initiative. **PLoS Negl Trop Dis**, v. 8, n. 6, p. e2943, 2014.

FUHRMEISTER, E. R.; ERCUMEN, A.; PICKERING, A. J.; JEANIS, K. M.; AHMED, M.; BROWN, S.; NELSON, K. L. Predictors of enteric pathogens in the domestic environment from human and animal sources in rural Bangladesh. **Environmental science & technology**, v. 53, n. 17, p. 10023-10033, 2019.

GAN, P.; YACOUB, S. Picturing health: dengue in Vietnam. **Lancet**, v. 7, n. 394, p. 2059-2066, 2019.

GHAZANI, M.; FITZGERALD, G.; HU, W. et al. Temperature Variability and Gastrointestinal Infections: A Review of Impacts and Future Perspectives. **Int J Environ Res Public Health**, v. 15, 2018.

GHAZANI, M.; FITZGERALD, G.; HU, W.; TOLOO, G. S.; XU, Z. Temperature variability and gastrointestinal infections: a review of impacts and future perspectives. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, p. 766, 2018.

GOEL, V.; ISLAM, M. S.; YUNUS, M.; ALI, M. T.; KHAN, A. F.; ALAM, N.; EMCH, M. Deep tubewell microbial water quality and access in arsenic mitigation programs in rural Bangladesh. **Science of the total environment**, v. 659, p. 1577-1584, 2019.

GRECO, S. L.; DRUDGE, C.; FERNANDES, R.; KIM, J.; COPEL, R. Estimates of healthcare utilisation and deaths from waterborne pathogen exposure in Ontario, Canada. **Epidemiology & Infection**, v. 148, 2020.

HAMZAH, L.; BOEHM, A. B.; DAVIS, J.; PICKERING, A. J.; WOLFE, M.; MUREITHI, M.; HARRIS, A. Ruminant fecal contamination of drinking water introduced post-collection in rural kenyan households. **International journal of environmental research and public health**, v. 17, n. 2, p. 608, 2020.

HATHAWAY, J.; MAIBACH, E.W. Health Implications of Climate Change: a Review of the Literature About the Perception of the Public and Health Professionals. **Curr Environ Health Rep.**, v. 5, n. 1, p. 197-204, mar. 2018.

HILL, C. L.; MCCAIN, K.; NYATHI, M. E.; EDOKPAYI, J. N.; KAHLER, D. M.; OPERARIO, D. J.; MCQUADE, E. T. R. Impact of Low-Cost Point-of-Use Water Treatment Technologies on Enteric Infections and Growth among Children in Limpopo, South Africa. **The American journal of tropical medicine and hygiene**, v. 103, n. 4, p. 1405-1415, 2020.

HOSSAIN, M.J.; SAHA, D.; ANTONIO, M.; NASRIN, D.; BLACKWELDER, W.C.; IKUMAPAYI, U.N.; MACKENZIE, G.A.; ADEYEMI, M.; JASSEH, M.; ADEGBOLA, R.A.; ROOSE, A.W.; KOTLOFF, K.L.; LEVINE, M.M. Cryptosporidium infection in rural Gambian children: Epidemiology and risk factors. **PLoS Negl Trop Dis.**, v. 26, n. 13, n. 7, p. e0007607, jul. 2019.

HUMBOLDT-DACHROEDEN, S. et al. "Analysis of Health in Environmental Assessments-A Literature Review and Survey with a Focus on Denmark." **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 22, p. 45-70, nov. 2019.

JUSOT, J.F.; NEILL, D.R.; WATERS, E.M. et al. Airborne dust and high temperatures are risk factors for invasive bacterial disease. **J Allergy Clin Immunol.**, v. 139, p. 977-986, 2017.

JUSTIN, I.M. et al. The epidemiology of dengue outbreaks in 2016 and 2017 in Ouagadougou, Burkina Faso. **Heliyon**, v. 6, n. 7, 2020.

KAPWATA, T.; MATHEE, A.; LE ROUX, W. J.; WRIGHT, C. Y. Diarrhoeal disease in relation to possible household risk factors in South African villages. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 8, p. 16-65, 2018.

KHABO-MMEKOA, C. M. N.; MOMBA, M. N. B. The Impact of Social Disparities on Microbiological Quality of Drinking Water Supply in Ugu District Municipality of Kwazulu-

Natal Province, South Africa. **International journal of environmental research and public health**, v. 16, n. 16, p. 29-72, 2019.

KHAN, K.; LU, Y.; SAEED, M. A.; BILAL, H.; SHER, H.; KHAN, H.; LIANG, R. Prevalent fecal contamination in drinking water resources and potential health risks in Swat, Pakistan. **Journal of Environmental Sciences**, v. 72, p. 1-12, 2018.

KOENRAADT, C.J.; HARRINGTON, L.C. Flushing effect of rain on container-inhabiting mosquitoes *Aedes aegypti* and *Culex pipiens* (Diptera: Culicidae). **J Med Entomol.**, v. 45, n. 1, p. 28-35, jan. 2008.

KOTCHER, J. et al. Views of health professionals on climate change and health: a multinational survey study. **Lancet Planet Health**, v. 5, p. e316–23, 2021.

KUODI, P.; PATTERSON, J.; SILAL, S.; HUSSEY, G. D.; KAGINA, B. M. Characterisation of the environmental presence of hepatitis A virus in low-income and middle-income countries: a systematic review and meta-analysis. **BMJ open**, v. 10, n. 9, p. e036407, 2020.

LAYER, M.; VILLODRES, M. G.; HERNANDEZ, A.; REYNAERT, E.; MORGENROTH, E.; DERLON, N. Limited simultaneous nitrification-denitrification (SND) in aerobic granular sludge systems treating municipal wastewater: Mechanisms and practical implications. **Water research X**, v. 7, p. 100048, 2020.

LEE et al 2021. Effect of climate change, connectivity, and socioeconomic factors on the expansion of the dengue virus transmission zone in 21st century Brazil: an ecological modelling study. **Meeting Abstracts**, v. 5, p. S14, abr. 2021.

LEFFERS, J.; BUTTERFIELD, P. Nurses play essential roles in reducing health problems due to climate change. **Nursing Outlook**, v. 66, n.2, p. 210-213, 2018. Disponível em: [https://www.nursingoutlook.org/article/S0029-6554\(18\)30099-X/fulltext](https://www.nursingoutlook.org/article/S0029-6554(18)30099-X/fulltext). Acesso em: 5 maio 2020.

LEGA, J. et al. “*Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) Abundance Model Improved With Relative Humidity and Precipitation-Driven Egg Hatching.” **Journal of medical entomology**, v. 54, n. 5, 2017.

LENZEN, M. et al. The environmental footprint of health care: a global assessment. **The Lancet Planetary Health**, v. 4, n. 7, p. e271-e279, 2020.

LEVY, K.; WOSTER, A. P.; GOLDSTEIN, R. S.; CARLTON, E. J. Untangling the impacts of climate change on waterborne diseases: a systematic review of relationships between diarrheal diseases and temperature, rainfall, flooding, and drought. **Environmental science & technology**, v. 50, n. 10, p. 4905-4922, 2016.

LOWE, R.; LEE, S.A.; O'REILLY, K.M.; BRADY, O.J.; BASTOS, L.; CARRASCO-ESCOBAR, G.; DE CASTRO CATÃO, R.; COLÓN-GONZÁLEZ, F.J.; BARCELLOS, C.; CARVALHO, M.S.; BLANGIARDO, M.; RUE, H.; GASPARRINI, A. Combined effects of

hydrometeorological hazards and urbanisation on dengue risk in Brazil: a spatiotemporal modelling study. **Lancet Planet Health**, v. 5, n. 4, p. e209-e219, 2021.

LUTTERODT, G.; VAN DE VOSSENBERG, J.; HOITING, Y.; KAMARA, A. K.; ODURO-KWARTENG, S.; FOPPEN, J. W. A. Microbial groundwater quality status of hand-dug wells and boreholes in the Dodowa area of Ghana. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, p. 730, 2018.

LUTTERODT, G.; VAN DE VOSSENBERG, J.; HOITING, Y.; KAMARA, A. K.; ODURO-KWARTENG, S.; FOPPEN, J. W. A. Microbial groundwater quality status of hand-dug wells and boreholes in the Dodowa area of Ghana. **International journal of environmental research and public health**, v. 15, n. 4, p. 730, 2018.

MCGUINNESS, S. L.; O'TOOLE, J.; BARKER, S. F.; FORBES, A. B.; BOVING, T. B.; GIRIYAN, A.; LEDER, K. Household water storage management, hygiene practices, and associated drinking water quality in rural India. **Environmental science & technology**, v. 54, n. 8, p. 4963-4973, 2020.

MCLVER, L. et al. Assessment of Climate-sensitive Infectious Diseases in the Federated States of Micronesia. **Tropical Medicine and Health**, v.43, n.1, p.29-40, 2015. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4361343/>. Acesso em: 29 abr. 2019.

MONE, F.H. et al. A case of imported Monkeypox in Singapore. **The Lancet Infectious diseases**, v. 19, 2019. <https://www.thelancet.com/action/showPdf?pii=S1473-3099%2819%2930541-9>. Acesso em: 29 abr. 2019

MOREIRA, R. P.; COSTA, A. C.; GOMES, T. F.; DE OLIVEIRA FERREIRA, G. Climate and climate-sensitive diseases in semi-arid regions: a systematic review. **International Journal of Public Health**, v. 1, p. 1-13, 2020.

MULAMATTATHIL, S. G.; BEZUIDENHOUT, C.; MBEWE, M.; ATEBA, C. N. Isolation of environmental bacteria from surface and drinking water in Mafikeng, South Africa, and characterization using their antibiotic resistance profiles. **Journal of pathogens**, v. 1, n. 1, 2014.

NGOWI, H. A. Prevalence and pattern of waterborne parasitic infections in eastern Africa: A systematic scoping review. **Food and waterborne parasitology**, v. 20, p. e00089, 2020.

NGUGI, H. N. et al. Characterization and productivity profiles of *Aedes aegypti* (L.) breeding habitats across rural and urban landscapes in western and coastal Kenya. **Parasit. Vectors**, v. 10, n. 331, 2017.

NIKFARID, L. et al. “The main nursing metaparadigm concepts in human caring theory and Persian mysticism: a comparative study.” **Journal of medical ethics and history of medicine**, v. 11, maio 2018

OGDEN, N.H. Climate change and vector-borne diseases of public health significance. **FEMS Microbiol Lett.**, v. 364, n.19, 2017. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28957457>. Acesso em: 5 jul. 2020.

ONYANGO, A. E.; OKOTH, M. W.; KUNYANGA, C. N.; ALIWA, B. O. Microbiological quality and contamination level of water sources in Isiolo County in Kenya. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 1, 2018.

OSIEMO, M. M.; OGENDI, G. M.; M'ERIMBA, C. (2019). Microbial quality of drinking water and prevalence of water-related diseases in Marigat Urban Centre, Kenya. **Environmental health insights**, v. 13, 2019.

OUARDANI, I.; TURKI, S.; AOUNI, M.; ROMALDE, J. L. Detection and molecular characterization of hepatitis A virus from Tunisian wastewater treatment plants with different secondary treatments. **Applied and environmental microbiology**, v. 82, n. 13, p. 3834, 2016.

PANDEY, B.D.; COSTELLO, A. The dengue epidemic and climate change in Nepal. **The Lancet**, v. 394, p. 2150-2151, dez. 2019.

PHANITCHAT, T.; ZHAO, B.; HAQUE, U. et al. Spatial and temporal patterns of dengue incidence in northeastern Thailand 2006–2016. **BMC Infectious Diseases**, v. 19, n. 143, 2019.

PRĂVĂLIE, R. Drylands extent and environmental issues. A global approach. **Earth-Science Reviews**, v. 161, p. 259-278, 2016

RAHMAN, M.S.; OVERGAARD, H.J.; PIENTONG, C.; MAYXAY, M.; EKALAKSANANAN, T.; AROMSEREE, S.; PHANTHANAWIBOON, S.; ZAFAR, S.; SHIPIN, O.; PAUL, R.E.; PHOMMACHANH, S.; PONGVONGSA, T.; VANNAVONG, N.; HAQUE, U. Knowledge, attitudes, and practices on climate change and dengue in Lao People's Democratic Republic and Thailand. **Environ Res.**, v. 193, p. 0110509, 2021.

RUFINO, R.; GRACIE, R.; SENA, A. et al. Diarrhea outbreaks in northeastern Brazil in 2013, according to media and health information systems – Surveillance of climate risk and health emergencies. **Ciênc. Saúde Coletiva**, v. 21, 2016.

SALGADO, M. et al. “Determinantes ambientais da saúde da população em ambientes urbanos. Uma revisão sistemática.” **BMC public health**, v. 20, n. 1, p. 853, jun. 2020,

SEAH, A. et al. The effects of maximum ambient temperature and heatwaves on dengue infections in the tropical city-state of Singapore – A time series analysis. **Science of The Total Environment**, v. 775, 2021

SEIDAHMED, O.M.; ELTAHIR, E.A. A Sequence of Flushing and Drying of Breeding Habitats of *Aedes aegypti* (L.) Prior to the Low Dengue Season in Singapore. **PLoS Negl Trop Dis.**, v. 10, n. 7, p. e0004842, jul. 2016.

SILA, O. N. A. Physico-chemical and bacteriological quality of water sources in rural settings, a case study of Kenya, Africa. **Scientific African**, v. 2, p. e00018, 2019.

SILVA, D. T. G.; EBDON, J.; OKOTTO-OKOTTO, J.; ADE, F.; MITO, O.; WANZA, P.; WRIGHT, J. A. A longitudinal study of the association between domestic contact with livestock and contamination of household point-of-use stored drinking water in rural Siaya County (Kenya). **International journal of hygiene and environmental health**, v. 230, p. 113-602, 2020.

SIWILA, J.; MWABA, F.; CHIDUMAYO, N.; MUBANGA, C. (2020). Food and waterborne protozoan parasites: The African perspective. **Food and waterborne parasitology**, v. 20, p. e00088, 2020.

SMITH, K. et al. **Climate change 2014: impacts, adaptation, and vulnerability**. Vol i: global and sectoral aspects. Contribution of working group ii to the fifth assessment report of the intergovernmental panel on climate change. [S.l.:s.n.], 2014.

SOUSA T. C. M. et al. Doenças sensíveis ao clima no Brasil e no mundo: revisão sistemática. **Rev Panam Salud Publica**, v. 42, n. 23, 2018.

SRIDHAR, M. K. C.; OKAREH, O. T.; MUSTAPHA, M. Assessment of Knowledge, Attitudes, and Practices on Water, Sanitation, and Hygiene in Some Selected LGAs in Kaduna State, Northwestern Nigeria. **Journal of Environmental and Public Health**, v. 10, p. 1-14, 2020.

SSEMPIIRA J.; KISSA, J.; NAMBUUS, B. et al. Interactions between climatic changes and intervention effects on malaria spatio-temporal dynamics in Uganda. **Parasite Epidemiology and Control**, v. 3, 2018

STEWART IBARRA, A. M. et al. Dengue vector dynamics (*Aedes aegypti*) influenced by climate and social factors in Ecuador: implications for targeted control. **PLoS ONE**, v. 8, p. e78263, 2013.

SUWANBAMRUNG, C. et al. “Fatores correlacionados com práticas relacionadas ao atendimento de pacientes com dengue entre enfermeiras de 94 unidades de atenção primária em uma província de alto risco no sul da Tailândia.” **Journal of multidisciplinary health**, v. 13, p. 2043-2056, dez. 2020,

SYMONDS, P.; HUTCHINSON, E.; IBBETSON, A.; TAYLOR, J.; MILNER, J.; CHALABI, Z.; DAVIES, M.; WILKINSON, P. MicroEnv: A microsimulation model for quantifying the impacts of environmental policies on population health and health inequalities. *Sci Total Environ.*, v. 697, p. 134105, dez. 2019.

TEIXEIRA, M.N. O sertão semiárido. Uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, v. 31, 2016.

THOMSON, M.C.; MUÑOZ, A.G.; PRIMO, R. et al. Climate drivers of vector-borne diseases in Africa and their relevance to control programmes. **Infect Dis Poverty**, v. 7, p. 1-22, 2018.

TRAORÉ, D.; SY, I.; UTZINGER, J.; EPPRECHT, M.; KENGNE, I. M.; LÔ, B.; TANNER, M. (2013). Water quality and health in a Sahelian semi-arid urban context: an integrated geographical approach in Nouakchott, Mauritania. **Geospatial health**, p. 53-63, 2013.

TSHETEN, T. et al. “Padrões espaciais e temporais de incidência de dengue no Butão: uma análise bayesiana.” **Micróbios emergentes e infecções**, v. 9, n. 1, p. 1360-1371, 2020.

VIENNET E, HARLEY D. Climate services for health: cooperation for climate informed dengue surveillance. **The Lancet /planetary-health**, v. 1, jul. 2017.

WANGDI, K. et al. “Spatial and temporal patterns of dengue infections in Timor-Leste, 2005-2013.” **Parasites & vectors**, v. 11, n. 1, p. 9, jan. 2018.

WILCOX, B.A.; ECHAUBARD, P.; GARINE-WICHATITSKY, M. et al. (2019) Vector-borne disease and climate change adaptation in African dryland social-ecological systems. **Infectious Diseases of Poverty**, v. 8, 2019.

WILDER-SMITH, A. et al. The Lancet Commission on dengue and other Aedes-transmitted viral diseases. **The Lancet**, v. 395, p. 1890-1891, jun. 2020. Disponível em: [https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736\(20\)31375-1/fulltext](https://www.thelancet.com/journals/lancet/article/PIIS0140-6736(20)31375-1/fulltext). Acesso em: 5 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **Dengue and severe dengue**. [S.l.]: WHO, 2020a. Disponível em: <https://www.who.int/newsroom/fact-sheets/detail/dengue-and-severe-dengue>. Acesso em: 5 jul. 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. **WHO region of the Americas records highest number of dengue cases in history; cases spike in other regions**. 2019. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/detail/21-11-2019-who-region-of-the-americas-recordshighest-number-of-dengue-cases-in-history-cases-spike-in-other-regions> Acesso em: 5 jul. 2020.

APÊNDICE A - TERMO DE ANUÊNCIA



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria da Saúde



ESCOLA DE SAÚDE
PÚBLICA DO CEARÁ



SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ
TERMO DE ANUÊNCIA INSTITUCIONAL

Declaro, para fins de comprovação junto ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade da Integração da Lusofonia Afro Brasileira (UNILAB), que a Secretaria de Saúde do Estado do Ceará conhece o protocolo de pesquisa intitulada "Doenças Sensíveis ao Clima e Sua correlação com as Variáveis Climáticas no Estado do Ceará", a ser realizada pela pesquisadora a mestrande Ticiane Freire Gomes, dispõe de infraestrutura necessária para realização da pesquisa e autoriza a coleta de dados na instituição após a aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa.

Fortaleza, 27 de abril de 2020.

Marcelo Alcantara Holanda
Superintendente da Escola de Saúde Pública
Paulo Marcelo Martins Rodrigues

APÊNDICE B - TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO DE INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA NO ÂMBITO DA SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ



Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira

TERMO DE CONFIDENCIALIDADE E SIGILO DE INFORMAÇÕES PARA A REALIZAÇÃO DE PESQUISA NO ÂMBITO DA SECRETARIA DE SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ

Ao Comitê de Ética em Pesquisa da Escola de Saúde Pública do Ceará-CEP/ESP

No presente Termo, os pesquisadores envolvidos no Projeto "*Doenças sensíveis ao clima e sua correlação com as variáveis climáticas no Estado do Ceará*" se comprometem a manter sigilo em relação às informações consideradas confidenciais a que poderão ter acesso na SECRETARIA DA SAÚDE DO ESTADO DO CEARÁ

São partes do compromisso:

- 1) Zelar pela privacidade do conteúdo acessado, preservando as bases de dados disponíveis;
- 2) Utilizar os dados disponíveis exclusivamente para as finalidades constantes no projeto;
- 3) Não permitir, por nenhum motivo, que pessoas ou instituições não autorizadas pela SESA tenham acesso aos dados ou indivíduos, e
- 4) Não praticar e não permitir qualquer ação que comprometa a integridade das bases de dados disponíveis.

Os pesquisadores, aqui representados pela responsável Ticiane Freire Gomes assumem total responsabilidade pelas consequências legais advindas da utilização inadequada dos dados obtidos e pelo desvirtuamento da finalidade prevista no seu Protocolo de Pesquisa, conforme disposto nos documentos internacionais e na Resolução nº 466 de 12/12/2012, do Ministério da Saúde.

Respeitosamente,

Redenção, 20 de maio de 2020.

TICIANE FREIRE GOMES

APÊNDICE C - CARTA DE ENCAMINHAMENTO DO PESQUISADOR AO CEP

CARTA DE ENCAMINHAMENTO DO PESQUISADOR AO CEP

Ao Comitê de Ética em Pesquisa em Seres Humanos da UNILAB

Redenção, 24 de maio de 2020.

Senhor(a) Coordenador (a)

Encaminho o projeto de pesquisa de minha autoria, sob orientação da professora Rafaella Pessoa Moreira e co-orientação do professor Alexandre Cunha Costa, intitulado **Doenças sensíveis ao clima e sua correlação com as variáveis climáticas no Estado do Ceará**, para análise e parecer.

A coleta de dados deste projeto será realizada na Secretaria da Saúde do Estado do Ceará no período de agosto a outubro de 2020.

Para a realização deste estudo serão utilizados dados disponíveis no Sistema de Informação de Agravos de Notificação – SINAN, o Sistema de Informação Hospitalar – SIH, Sistema de Informação Ambulatorial chamado SIA/SUS, Sistema de Informações sobre Mortalidade – SIM, Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME); Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e o Climate Prediction Center.

Atenciosamente,



Pesquisador Principal

TICIANE FREIRE GOMES

APÊNDICE D - REGRESSÃO LINEAR

Tabela 3 – Tabela regressão linear Dengue. Redenção (CE), Brasil, 2021

Município	Predicator	t	Predicands	Regression parameters**			Pearson Coefficient (-)
				a	b	k	
Tauá	Log [Dengue (t)]	Feb; Mar	log [Tmin (t)]	12,46786	-	-14,459982	0,42
Barbalha		Apr; May	log [Tmax (t)]	20,165319	-	-28,607168	0,69
Quixeramobim		Mar; Apr	log [P (t)] log [Tmax (t)]	-1,315733	-15,546013	27,790876	0,72
Iguatu		Mar; Apr; Mai	log [Tmin (t-1)]	-30,356684	-	42,68191	0,55
Sobral		Mar; Apr; Mai	log [Tmax (t-1)]	-8,575852	-	15,444377	0,52
Jaguaruana* (i)		Mar; Apr	log [P (t)]	0,606725	-	-0,162358	0,40
Jaguaruana (ii)		Jun; Jul	log [Tmin (t)]	-14,270413	-	20,276589	0,39

Fonte: Elaborado pela autora.

t months of the Dengue Season (from 2008 to 2018)

Tmin minimum air temperature (oC)

Tmax maximum air temperature (oC)

P average precipitation (mm)

*In Jaguaruana, there are two Dengue seasons.

**Y = a*X1 + b*X2 + K

- Not applicable

ANEXO A - PARECER DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA

UNIVERSIDADE DA
INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Doenças sensíveis ao clima e sua correlação com as variáveis climáticas no Estado do Ceará

Pesquisador: TICIANE FREIRE GOMES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 33428920.0.0000.5576

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE DA INTEGRACAO INTERNACIONAL DA LUSOFONIA AFRO-

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 4.224.540

Apresentação do Projeto:

PREENCHIDO CONFORME O ARQUIVO:PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1563440.pdf

É inegável a influência do clima na saúde da população humana. Quando alterado, ele pode contribuir para a criação de ambientes favoráveis ao crescimento de microrganismos patogênicos. No Brasil, existem várias doenças infecciosas endêmicas que são sensíveis às variações do clima, principalmente, aquelas de transmissão vetorial e por veiculação hídrica. Isso se torna ainda mais preocupante para regiões do semiárido Nordestino, que já são historicamente marcadas por eventos extremos de seca e elevação da temperatura. Uma dessas regiões é o estado do Ceará, Brasil. Diante disso, o presente estudo terá como objetivo analisar as doenças sensíveis ao clima e sua correlação com as variáveis climáticas nos municípios do Estado do Ceará entre 2008 e 2018. Para isso, adotará o método de pesquisa documental, descritiva, retrospectiva, com abordagem quantitativa. O estudo envolverá dados sobre as doenças sensíveis ao clima e as variáveis climáticas do Ceará. A coleta desses dados ocorrerá no período de fevereiro a julho de 2020 e serão utilizados instrumentos específicos, elaborados pela pesquisadora. O local para a busca do material documental será a Secretária de Saúde do Estado do Ceará, a Fundação Cearense de Meteorologia

Endereço: Avenida da Abolição, 3
Bairro: Centro Redenção **CEP:** 62.790-000
UF: CE **Município:** REDENCAO
Telefone: (85)3332-1381 **E-mail:** cep@unilab.edu.br

UNIVERSIDADE DA
INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-



Continuação do Parecer: 4.234.540

e Recursos Hídricos, o Instituto Nacional de Meteorologia e o Climate Prediction Center. Esse último, embora internacional, está disponível para acesso online. Os dados serão tabulados em uma Planilha do software Excel 2016 para Windows e analisados por meio do Cross Correlation e a variabilidade intranual. Todos os aspectos éticos da pesquisa serão respeitados.

Objetivo da Pesquisa:

PREENCHIDO CONFORME O ARQUIVO:PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1563440.pdf

Objetivo Primário:

Analisar a influência das variáveis climáticas na prevalência das doenças sensíveis ao clima (DSC) do Estado do Ceará, considerando a variabilidade climática e espacial.

Objetivo Secundário:

Caracterizar as doenças sensíveis ao clima no contexto regional e mundial

Identificar a prevalência das DSC no Estado do Ceará

Determinar regiões do Estado que são homogêneas à prevalência das DSC

Relacionar as DSC com as principais variáveis climáticas do Estado

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Esta pesquisa envolve riscos indiretos aos seres humanos. A coleta de dados será realizada em bases de dados. Então, possíveis riscos seriam de discriminação e estigmatização, a partir do conteúdo revelado, referente a pessoas ou grupos específicos, divulgação de dados confidenciais dos órgãos públicos e invasão de privacidade.

Para a minimização desses riscos, garantimos que os pesquisadores comprometem-se a não violação e a integridade dos documentos (danos físicos, cópias, rasuras), asseguramos a confidencialidade e a privacidade, não estigmatização dos seres humanos participantes indiretamente da pesquisa, garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades, inclusive em termos de auto-estima, de prestígio e/ou econômico – financeiro. Garantimos ainda que o estudo será suspenso imediatamente ao perceber algum risco quanto as informações dos sujeitos constantes no banco de dados ou para a instituição participante da pesquisa.

Asseguramos a inexistência de conflito de interesses entre o pesquisador e a instituição de pesquisa. O pesquisador responsável, ao perceber qualquer risco ou dano significativo aos dados

Endereço: Avenida da Abolição, 3
Bairro: Centro Redenção **CEP:** 62.790-000
UF: CE **Município:** REDENCAO
Telefone: (85)3332-1381 **E-mail:** cep@unilab.edu.br

UNIVERSIDADE DA
INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-



Continuação do Parecer: 4.224.540

da instituição ou aos sujeitos indiretamente participantes, previstos, ou não, no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, deverá comunicar o fato, imediatamente, ao Sistema CEP/CONEP. Além disso, avaliará a necessidade de adequar ou suspender o estudo, em caráter emergencial. Os resultados individuais e coletivos da pesquisa serão utilizados apenas em publicações científicas para contribuir com a melhoria das condições de saúde da coletividade.

Com essa pesquisa espera-se benefícios para meio científico, profissionais de saúde e sociedade. É uma pesquisa inovadora no tema de doenças sensíveis ao clima com possibilidade de fornecer subsídios para previsão e projeções do surgimento dessas doenças ao longo das diferentes situações de clima vivenciada, durante o ano. Desta forma, os serviços de saúde poderão se preparar para épocas de maiores demandas específicas para cada doença, proporcionando medidas de prevenção e promoção à saúde da população, no momento adequado, podendo repercutir em menores demandas e gastos públicos a nível terciário.

Esperamos que este estudo contribua para um entendimento mais profundo a respeito da associação de variáveis climáticas em populações vivendo no Ceará. Consideramos que esta pesquisa é relevante para a saúde pública e epidemiológica, pois é extremamente necessário descrever a relação dessas doenças com variáveis climáticas, o que embasa o desenvolvimento programas adequadas de prevenção e proteção da saúde dessas populações.

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa é bastante relevante, atual e oportuna, por versar sobre questão que tanto diz respeito o desenvolvimento de medidas de prevenção e promoção da saúde em contextos de eventos climáticos extremos quanto por ampliar a base de dados para uma melhor atuação dos profissionais de Saúde.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

A documentação apresentada está adequada.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Sem pendências ou inadequações éticas.

Endereço: Avenida da Abolição, 3	CEP: 62.790-000
Bairro: Centro Redenção	
UF: CE Município: REDENCAO	
Telefone: (85)3332-1381	E-mail: cep@unilab.edu.br

UNIVERSIDADE DA
INTEGRAÇÃO
INTERNACIONAL DA
LUSOFONIA AFRO-



Continuação do Parecer: 4.224.540

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1563440.pdf	18/08/2020 18:37:58		Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	projetoticiane.pdf	18/08/2020 18:37:39	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	projeto.pdf	18/08/2020 18:35:44	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	cartaaocep.docx	18/08/2020 17:53:18	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	curriculoticiane.pdf	18/08/2020 17:50:28	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Folha de Rosto	ticianefolhaderosto.pdf	26/05/2020 13:33:48	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	cartadeconcordancia.pdf	24/05/2020 17:35:10	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	fieldepositarioeresponsavel.pdf	24/05/2020 17:33:39	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	CARTAENCAMINHAMENTODOPEQUISADORAOCPEPassinada.pdf	24/05/2020 17:23:09	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	TERMODEANUENCIATICIANE.pdf	24/05/2020 17:21:33	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito
Outros	TERMODECONFIDENCIALIDADEPEQUISISA.pdf	24/05/2020 17:19:11	TICIANE FREIRE GOMES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

REDENCAO, 19 de Agosto de 2020

Assinado por:
EMANUELLA SILVA JOVENTINO MELO
(Coordenador(a))

Endereço: Avenida da Abolição, 3
Bairro: Centro Redenção CEP: 62.790-000
UF: CE Município: REDENCAO
Telefone: (85)3332-1381 E-mail: cep@unilab.edu.br