



Universidade Federal  
de Campina Grande

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE – UFCG  
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR – CCTA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SISTEMAS AGROINDUSTRIAIS – PPGSA

**Maria Raquel Antunes Casimiro**

**DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA EM CAJAZEIRAS – PB NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE**

POMBAL – PB  
2021

**Maria Raquel Antunes Casimiro**

**DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA EM CAJAZEIRAS – PB NA BACIA  
HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós Graduação *Stricto Sensu* em Sistemas Agroindústrias, do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal – PB, necessário para obtenção do Título de Mestre.

**Orientador:** Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz

**Área de Concentração:** Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental

C339d Casimiro, Maria Raquel Antunes.  
Doenças de veiculação hídrica em Cajazeiras - PB na bacia hidrográfica do Rio do Peixe / Maria Raquel Antunes Casimiro. - Pombal, 2021.  
61 f. : il. Color

Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2021.  
"Orientação: Prof. Dr. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz".  
Referências.

1. Água. 2. Doenças de Veiculação Hídrica. 3. Chuvas. 4. AESA. 5. SIVEP-DDA. 6. Dengue. 7. Chikungunya. I. Queiroz, Manoel Moisés Ferreira. II. Título.

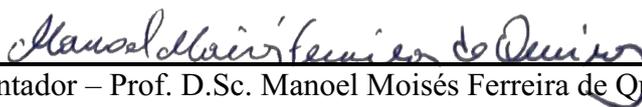
CDU 556(043)

**MARIA RAQUEL ANTUNES CASIMIRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais,  
Universidade Federal de Campina Grande, como parte dos requisitos necessários á obtenção  
do título de Mestre em Sistemas Agroindustriais.

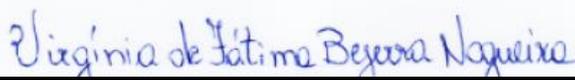
Aprovada em: 06/08/2021

**BANCA EXAMINADORA:**



---

Orientador – Prof. D.Sc. Manoel Moisés Ferreira de Queiroz  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UFCG)



---

Examinadora Interna - Prof.<sup>a</sup> D.Sc. Virgínia de Fátima Bezerra Nogueira  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UFCG)



---

Examinadora Externa - Prof.<sup>a</sup> D.Sc. Vanda Maria de Lira  
(Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UAECA/EAJ – UFRN)

## AGRADECIMENTOS

*A **Deus**, por ter me dado a grande graça que é a vida e ao longo desta ter concedido muitas vitórias, alegrias e oportunidades para me fazer uma pessoa agradecida por tudo. Mesmo em um tempo tão difícil como foi este de pandemia, consegui um dos meus maiores sonhos: de concluir esta fase! Lágrimas rolam nos olhos e me levam a enxergar Deus em tudo: em cada manhã, no brilho do sol e em todas as pessoas que eu cuido na Enfermagem. Quanta gratidão Deus ser tua filha!*

*A **minha Mãezinha do céu – a Grande Virgem Maria Santíssima e o Divino Espírito Santo** por me envolver em suas asas, iluminando os caminhos escuros e conduzindo nessas estradas difíceis da vida. Tenho a honra de seguir os ensinamentos e fazer da minha vida uma eterna oração.*

*Aos **meus pais Francisco Antunes e Maria Casimiro**, por terem me dado a vida, o nascimento, conduzido-me nos primeiros passos, educado-me com muita dificuldade. Deram-me o primeiro caderno que guardo até hoje, para a partir dele eu tirasse as lições da vida. Admiro vocês pela simplicidade e união e agradeço todos os dias por vocês existirem e serem os melhores pais do mundo.*

*Aos **meus irmãos Kildare, Jean e Danielly**, pelo apoio que tem me dado e por mostrar que o caminho da felicidade é sempre o carinho compartilhado e o espaço que tenho para retribuir todos os meus afetos por vocês, é um espaço especial, no meu coração.*

*A minha família, **meu esposo Demétrio**, companheiro admirável e **minha única filha Yêda Maria**, menina de alma generosa, por vocês serem meus tesouros, minha base e fortaleza. Sem vocês eu não entenderia o que é ser mãe, a amar sem fronteiras e encarar o mundo na maior força possível. Obrigada pela paciência, pelas inúmeras horas distante de casa, por deixar de ir aos passeios juntos e pela compreensão de tudo. Vocês são meu tudo, motivo maior da minha existência!*

*Aos **meus avós, tios, padrinhos (minha Madrinha Fátima Casimiro – in memoriam), primos, sobrinhos e cunhados**, pela ajuda e carinho que me tem oferecido, pelas palavras de conforto e pela fé que tem ao me abençoarem.*

*A **minha cunhada Dra. Maria Teresa**, pela contribuição imensa, sempre com sua sabedoria, palavras de conforto e me dando oportunidades para estudar e crescer na vida. Ah! que ano difícil. Só temos motivos para agradecer e comemorarmos juntas pela sua saúde, pela vitória da Covid-19 e tantos momentos compartilhados, na certeza de que nosso amor de cunhadas/irmãs/amigas aumentou, triplicou... Te admiro muito!*

*Ao **meu orientador o Professor Dr. Manoel Moisés**, pelo dom de ser um mestre, um facilitador, na grande contribuição da construção deste sonho. O senhor sempre será lembrado como um amigo enviado por Deus. Como é difícil encontrarmos pessoas assim. Obrigada por você existir e transmitir todo o seu conhecimento!*

*A você **Edna**, vivenciando conosco há 10 anos, desde o nascimento de minha filha, construímos uma família com sua presença na nossa casa, cuidando do nosso bem mais precioso, nossa filha, cuidando da casa, de tudo e ainda mais do cachorro( nosso outro filho de quatro patas chamado de Alfin).*

*A Professora Dra. Anubes Castro, que me ajudou muito no momento que mais precisei, orientando-me e participando de um grande sonho. Obrigada de todo meu coração!*

*A banca examinadora, composta pelos Professores Doutores Vanda Maria, Renato de Oliveira, Virgínia de Fátima e Anubes Castro, por aceitarem a participar deste sonho. A vocês minha eterna gratidão!*

*Aos meus grandes amigos de estrada, no percurso de Cajazeiras a Pombal todos os dias, Michel, Patrícia, Fernanda e Janine, quantas idas e vindas perigosas enfrentamos. Foi Deus quem enviou vocês para que nossas viagens se tornassem ainda mais divertidas. Sentirei saudade de vocês e agradeço pela amizade!*

*Aos grandes Professores doutores do PPGSA – Pombal, funcionários do programa, coordenação na pessoa de Alfredina e secretária Kelly, pelas aulas presenciais que vivenciamos juntos e pelas outras aulas online que tivemos durante a pandemia. O sistema não parou e o trabalho foi um desafio pra todos nós. Minha eterna admiração por vocês!*

*A todos os colegas de curso, pelo carinho e convivência, aprendizado, troca de experiência e dedicação durante esses 2 anos de convivência. Saudades de todos!*

*A coordenadora da UTI Edjane, por me adequar várias vezes na escala, a UPA de Cajazeiras sob a coordenação de Poliana e direção Rayane, colegas de trabalho Aline Lino, Paula, Natália e demais amigos de profissão, pelas vezes que precisei me ausentar dos plantões para seguir viagem, e vocês dando continuidade nos atendimentos. Quantas amizades valiosas de momentos tão bem compartilhados. Amo vocês!*

*A Secretaria de Saúde do Município de Cajazeiras, na coordenadora de Hérica, que tantas vezes me acolheu tão bem, realizando a coleta dos dados e ao setor de educação permanente pela liberação da minha pesquisa nos sistemas de informação.*

*Enfim, a todos que cooperaram para o encaminhamento desta pesquisa.*

*Muito obrigada a todos!*

*“A persistência é o caminho do êxito”  
Charles Chaplin*

CASIMIRO, Maria Raquel Antunes. **DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA EM CAJAZEIRAS - PB NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DO PEIXE**. 62 p. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Sistemas Agroindustriais da Universidade Federal de Campina Grande, 2021.

## RESUMO

O panorama sobre recursos hídricos no semiárido brasileiro revela grandes incertezas quanto ao uso da água e sua disponibilidade de oferta em quantidade e qualidade adequada aos usos a que se pretende destiná-la. As condições de disponibilidade e consumo mostram que há deficiência de recursos hídricos em boa parte do país, notadamente no semiárido nordestino. Esta pesquisa teve como objetivo analisar a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e correlacionar com eventos chuva mensal e anual no município de Cajazeiras – PB, na bacia hidrográfica do Rio do Peixe. O estudo foi do tipo retrospectivo e documental de análise quantitativa dos dados de casos confirmados de ocorrência mensal e anual de chuvas, na base de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), bem como a utilização do banco de dados do Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA), no período compreendido entre 2015 a 2020, na Secretaria de Saúde no município de Cajazeiras - PB. Desta forma, os resultados obtidos em relação aos dados de chuva mensais e anuais foram que houve uma maior concentração de chuva entre os meses de janeiro e junho, com maiores ocorrências entre os meses de fevereiro a abril. No caso da Dengue, a cidade possui maior número de casos em homens, variando pelo ano de maneira representativa. A pesquisa aponta que o maior número de contaminados foram indivíduos com 30 anos ou menos, com pequenas variações percentuais entre os grupos presentes nesta faixa etária. Vale salientar que os grupos acima de 80 anos apresentam baixa representatividade, possivelmente pelo baixo número de indivíduos nestas faixas etárias, se comparada aos outros grupos etários. Já em relação à Chikungunya só houve correlação com a Dengue, no período de 2016, com correlação positiva, possivelmente devido ao fato do mosquito transmissor de ambas as doenças, ser da mesma espécie, o que pode apresentar que no ano que se observa a ocorrência destes mosquitos possa ter sido alta no município. Nas análises dos casos de diarreia ocorrentes nos anos estudados, foi possível observar o alto número de casos no decorrer do ano, com ênfase nos meses mais chuvosos para região, o que pode apresentar que os parasitas ligados a este tipo de infecção conseguiram sua maior proliferação a partir da umidade presente no ambiente, porém apresentando contaminações de locais ainda em ambientes com pouco deste recurso, devido a sua resistência por certos períodos fora de ambientes em contato com água.

**Palavras-chave:** Água. Doenças de veiculação hídrica. Chuvas.

CASIMIRO, Maria Raquel Antunes. **WATERBORNE DISEASES IN CAJAZEIRAS - PB IN THE WATERSHED OF THE RIVER DO PEIXE**. 62 p. Dissertation. Graduate Program in Agro-industrial Systems from the Federal University of Campina Grande, 2021.

### **ABSTRACT**

The panorama on water resources in the Brazilian semi-arid region reveals great uncertainties regarding to the use of water and its availability in adequate quantity and quality for the uses to which it is intended. The conditions of availability and consumption present that there is a deficiency of water resources in a large part of the country, especially in the semi-arid northeastern region. This research had an objective to analyze the occurrence of waterborne diseases and correlate them with monthly and annual rainfall events in the municipality of Cajazeiras - PB, in the watershed of the Peixe River. The study was of the retrospective and documental type of quantitative analysis of the data of confirmed cases of monthly and annual rainfall occurrence in the database of the Executive Agency of Water Management of the State of Paraíba (AESAs), as well as the use of the database of the Computerized System of Epidemiological Surveillance of Acute Diarrheal Diseases (SIVEP-DDA), in the period from 2015 to 2020, in the Health Secretariat in the municipality of Cajazeiras - PB. Therefore, the results obtained in relation to the monthly and annual rainfall data were that there was a greater concentration of rainfall between the months of January and June, with greater occurrences in the months of February through April. In the Dengue case, the city shows a higher number of cases in men, varying by year in a representative way, where even in the age range scale, the highest number of infected individuals were those aged 30 years or less, with small percentage variations among the groups in this age range. It is worth pointing that the groups above 80 years old present low representativeness, possibly due to the low number of individuals in these age groups, if compared to the other age groups. In relation for Chikungunya, there was only a positive correlation with Dengue in 2016, possibly due to the fact that the mosquitoes that transmit both diseases are of the same species, which may indicate that in the year under observation the occurrence of these mosquitoes may have been high in the municipality. In the analysis of the cases of diarrhea that occurred in the years studied, it was possible to observe the high number of cases throughout the year, with emphasis on the rainiest months for the region, which may show that the parasites linked to this type of infection achieved their greatest proliferation from the moisture present in the environment, but presenting contaminations of places still in environments with little of this resource, due to their resistance for certain periods outside environments in contact with water.

**Key words:** Water. Waterborne diseases. Rainfall.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
<b>2.1 Geral .....</b>	<b>14</b>
<b>2.2 Específicos .....</b>	<b>14</b>
<b>3 REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>15</b>
<b>3.1 Meio ambiente e desenvolvimento sustentável.....</b>	<b>15</b>
<b>3.2 Chuvas na região do Semiárido Paraibano .....</b>	<b>17</b>
<b>3.3 Água, Saúde e Saneamento .....</b>	<b>18</b>
<b>3.4 Contaminação dos recursos hídricos pela agricultura .....</b>	<b>20</b>
<b>3.5 Doenças de veiculação hídrica .....</b>	<b>22</b>
<b>3.6 Diarreia.....</b>	<b>31</b>
<b>3.7 Indicadores de contaminação fecal .....</b>	<b>32</b>
<b>3.8 A importância da água na saúde humana .....</b>	<b>33</b>
<b>4 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>36</b>
<b>4.1 Local do Estudo .....</b>	<b>36</b>
<b>4.2 Análise dos dados de Chuva .....</b>	<b>37</b>
<b>4.3 Análises dos dados referentes às ocorrências de doenças de veiculação hídrica .....</b>	<b>37</b>
<b>5 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Dados de chuva mensal .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Dados de Dengue.....</b>	<b>42</b>
<b>5.3 Relação entre Chuvas mensais e casos mensais de dengue .....</b>	<b>48</b>
<b>5.4 Casos de Chikungunya.....</b>	<b>50</b>
<b>5.5 Casos de Diarreia.....</b>	<b>52</b>
<b>6 CONCLUSÃO.....</b>	<b>55</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

## Lista de Figuras

<b>Figura 1:</b> Localização da bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu.....	36
<b>Figura 2:</b> Imagem da cidade de Cajazeira .....	37
<b>Figura 3:</b> Distribuição de chuva mensal entre 2015 a 2020 na cidade de Cajazeiras. ....	40
<b>Figura 4:</b> Valores da média e desvio padrão de chuvas mensais em Cajazeiras .....	40
<b>Figura 5:</b> Distribuição Log Normal dos dados de chuva mensal de Cajazeiras.....	41
<b>Figura 6:</b> Posição de plotagem dos dados de chuva mensais e do modelo Log Normal .....	42
<b>Figura 7:</b> Distribuição Log Normal dos casos mensais de dengue em Cajazeiras .....	44
<b>Figura 8:</b> Posição de plotagem dos casos mensais de dengue e do modelo Log Normal.....	44
<b>Figura 9:</b> Distribuição mensal dos casos de dengue observados entre 2015 a 2020 .....	45
<b>Figura 10:</b> Distribuição anual dos casos de dengue por gênero entre 2015 e 2020 .....	45
<b>Figura 11:</b> Número de casos de dengue por faixa etária e ano de ocorrência .....	47
<b>Figura 12:</b> Número total e porcentagem de casos por faixa etária .....	47
<b>Figura 13:</b> Gráficos das séries históricas de chuvas e casos de dengue mensais .....	49
<b>Figura 14:</b> Valores Prováveis de chuva mensal e de casos mensais de dengue para a Cidade de Cajazeiras .....	50
<b>Figura 15:</b> Casos mensais de chikungunya em Cajazeiras entre 2015 e 2019 .....	51
<b>Figura 16:</b> Casos de chikungunya por faixa etária entre 2015 e 2019 em Cajazeiras .....	52
<b>Figura 17:</b> Casos mensais de diarreia ocorridos em Cajazeiras entre 2015 e 2020 .....	53
<b>Figura 18:</b> Relação entre os valores históricos mensais de chuva e casos de diarreia .....	54

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1:</b> Valores de chuva mensal e anual observados em Cajazeiras .....	39
<b>Tabela 2:</b> Números de casos mensais de dengue em Cajazeiras entre 2015 e 2020. ....	42
<b>Tabela 3:</b> Número de casos de dengue por faixa etária entre os anos 2015 a 2020 .....	46
<b>Tabela 4:</b> Número de casos de dengue por faixa etária e gênero entre 2015 a 2020 .....	48
<b>Tabela 5:</b> Valores de casos de Chikungunya ocorridos em Cajazeiras entre 2015 e 2019 .....	50
<b>Tabela 6:</b> Casos mensais de diarreia ocorridos em Cajazeiras entre 2015 e 2020 .....	53

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um recurso natural indispensável à vida e necessária às diversas atividades humanas, devendo atender aos vários usos múltiplos para os quais é requerida. O planejamento e gerenciamento dos recursos hídricos são feitos no contexto da bacia hidrográfica que implica em dispor de informações relativas às quantidades de água armazenadas, às vazões na rede de drenagem, aos usos dos recursos hídricos e a qualidade da água.

Na região semiárida do Nordeste brasileiro, da qual possui altas temperaturas durante o ano inteiro, irregularidade de chuvas, elevadas taxas de evapotranspiração e rios intermitentes, utilizam-se açudes como reservatórios para atenderem os diversos fins, como abastecimento, lazer, agricultura, entre outros. Neste contexto, a redução da disponibilidade hídrica associada às intervenções antrópicas resulta em problemas de qualidade da água, podendo servir de veículo para várias doenças.

A contaminação dos corpos hídricos decorrentes de descargas de esgoto doméstico, de resíduos agroindustriais e de atividades agropecuárias incorpora juntos com esses resíduos, considerável variedade de patógenos, como por exemplo: bactérias, vírus, protozoários entre outros organismos. Por conseguinte, o consumo de água contaminada por agentes biológicos ou físico-químicos tem sido associado aos diversos problemas de saúde. Algumas epidemias de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como fonte de infecção a água contaminada.

Por outro lado, a disponibilidade dos serviços de saneamento básico é uma questão bastante importante, pois a sua ausência ou a deficiência na prestação de tais serviços pode ocasionar diversos problemas relacionados à saúde da população. Entre eles podem ser citados o contágio de várias doenças de veiculação hídrica, constituindo-se em um problema de saúde pública ainda muito comum em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento. Diante disso, os principais afetados são crianças e jovens, os quais sofrem, dentre outras coisas, com o comprometimento de seu desenvolvimento físico e intelectual em decorrência de endemias tais como diarreia crônica e desnutrição (Uhretall, 2016).

Logo, a contaminação da água representa um dos principais riscos à saúde pública, e a estreita relação entre a qualidade da água e as inúmeras enfermidades que ela pode veicular, sobretudo, para aquelas populações que não são atendidas por serviços de saneamento básico. Essas situações favorecem a transmissão de doenças de veiculação hídrica.

A má qualidade dos corpos de água e as ausências de serviços de saneamento exercem influência direta sobre a saúde da sociedade, podendo causar doenças de veiculação hídrica,

que levam a morte de milhões de pessoas no mundo. No Brasil, cerca de 20 milhões de habitantes da área urbana não têm acesso à água e às condições de saneamento básico. Neste cenário, insere-se o município de Cajazeiras –PB, situado na bacia hidrográfica do rio do Peixe, sub-bacia da bacia hidrográfica dos rios Piancó Piranhas Açu, pertencente a Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental.

A cidade de Cajazeiras desenvolveu-se em torno do reservatório Epitácio Pessoa com 3,6 milhões m<sup>3</sup> de capacidade, depois denominado de Açude Grande, que desde a sua construção em abril de 1916, serviu de manancial de abastecimento até 1964 quando a cidade passou a ser abastecida do reservatório Engenheiro Ávidos, com capacidade de 255 milhões de m<sup>3</sup>, construído na vizinha bacia hidrográfica do Alto Piranhas, também sub-bacia do Piancó Piranhas Açu. Depois disso, o Açude Grande passou a receber lançamento de esgotos e pontos de contaminação dos quais se intensificaram com o lançamento de águas pluviais e residuárias vindas de diversos bairros. Além disso, conforme coloca o IBGE (2021), apenas 54,8% dos domicílios do município estão classificados como possuidores de esgotamento adequado; isto é, com efluentes sendo tratados, ou destinados as fossas sépticas, o que significa que todo o restante dos seus esgotos (45,2%) possuem destino desconhecido, o que sugere que podem estar contaminando o solo e a água subterrânea e superficial, inclusive o manancial em tela (Souza Junior et al, 2020), possibilitando o surgimento de doenças de veiculação hídrica, como a dengue, chicungunya e diarreia.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Geral:**

- ✓ Analisar a ocorrência de doenças de veiculação hídrica e correlacionar com eventos de chuva mensal e anual no município de Cajazeiras – PB, na bacia hidrográfica do Rio do Peixe.

### **2.2 Específicos:**

- ✓ Verificar a ocorrência de chuvas em Cajazeiras, a partir da base de dados da AESA e correlacionar no período de estudo de 2015 a 2020;
- ✓ Realizar o levantamento da ocorrência dos casos de Dengue em Cajazeiras, caracterizando os por faixa etária, gênero e períodos mensais durante os anos compreendido entre 2015 a 2020;
- ✓ Verificar o quantitativo de casos de Chicungunya em Cajazeiras entre 2015 a 2020 e comparar com os casos de dengue;
- ✓ Identificar os casos de diarreia em Cajazeiras e verificar sua relação com os eventos de chuva ocorridos no período de 2015 a 2020.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Meio ambiente e desenvolvimento sustentável

Segundo Barbosa, (2008), o desenvolvimento sustentável e a sustentabilidade são termos comumente relatados em nível global. Enquanto o desenvolvimento sustentável, consiste em um processo de aprendizagem em que é direcionado por políticas públicas orientadas por um plano de desenvolvimento nacional; a sustentabilidade é reflexo da relação entre o homem e o meio ambiente, principalmente, com os problemas existentes que pode deteriorar a relação entre a ecologia e o desenvolvimento econômico.

A terminologia foi criada pela ONU, porém não se deve única e exclusivamente as preocupações dela. É uma expressão que possui raízes históricas nos movimentos ambientais que na época buscavam alternativas que ajudassem a prevenir a degradação ambiental, ganhando forças após várias discussões e quando passou a ser uma preocupação de cunho social (FEIL, 2017).

Arelado a esta preocupação de constantes mudanças na sustentabilidade ambiental, Portilho (2012), utiliza um termo conhecido como “Novo ator social”, ou seja, a capacidade que o homem possui de ser considerado essa peça principal para a preservação e conservação do ambiente.

Diante desse contexto, fica evidente de que os desafios da sociedade contemporânea são tão complexos que é exigido ações coletivas para a redefinição de nossas relações produtivas, cultural e social, para que assim a vivência mais sustentável seja mais concretizada. Ainda Ramos (2008), salienta que a sustentabilidade é um termo muito usado para adjetivar o desenvolvimento sustentável e este, por sua vez, sinônimo de crescimento econômico, aumento de consumo e de produção.

Dessa forma, Meneguzzo (2009) defende que a visão das pessoas na atualidade deveria ser voltada para aspectos ecológicos, uma vez que é fator importante para o equilíbrio ambiental e, conseqüentemente, base para a sustentação da vida com padrões mínimos de qualidade de vida para todos os seres humanos.

Fica claro, então, a necessidade da humanidade diminuir sua relação cada vez mais predatória com a natureza, com visão capitalista e de produção, pois assim a própria humanidade pode se aproximar de um cenário de desastre ambiental provocada por ela mesma (ARRUDA, 2008).

Entretanto, verifica-se nas ideias de Jacobi (2004), que no final deste século, a

problemática da sustentabilidade assume um papel central na reflexão em torno das dimensões do desenvolvimento e das alternativas que se configuram. O quadro socioambiental que caracteriza as sociedades contemporâneas revela que o impacto dos humanos sobre o meio ambiente estão se tornando cada vez mais complexos: tanto em termos quantitativos, quanto qualitativos. O conceito de desenvolvimento sustentável surge para enfrentar a crise ecológica; sendo que, pelo menos, duas correntes alimentaram esse processo.

Para o mesmo autor, a primeira tem relação com aquelas correntes que desde a economia influenciaram mudanças nas abordagens do desenvolvimento econômico, notadamente, a partir dos anos 70. Um exemplo dessa linha de pensamento é o trabalho do Clube de Roma, publicado sob o título de Limites do crescimento, em 1972, a qual propõe, de forma catastrofista, para se alcançar a estabilidade econômica e ecológica, o congelamento do crescimento da população global e do capital industrial, mostrando a realidade dos recursos limitados e indicando um forte viés para o controle demográfico.

A segunda está relacionada com a crítica ambientalista ao modo de vida contemporâneo, que se difundiu a partir da Conferência de Estocolmo em 1972, quando a questão ambiental ganha visibilidade pública. Assim, o que se observa é que a ideia ou enfoque do desenvolvimento sustentável adquire relevância num curto espaço de tempo, assumindo um caráter diretivo nos debates sobre os rumos do desenvolvimento (JACOBI, 2004).

Deste modo, a ideia de sustentabilidade implica a prevalência da premissa de que é preciso definir uma limitação nas possibilidades de crescimento e um conjunto de iniciativas que levem em conta a existência de interlocutores e participantes sociais relevantes e ativos através de práticas educativas e de um processo de diálogo informado, o que reforça um sentimento de corresponsabilização e de constituição de valores éticos. Isso também implica que uma política de desenvolvimento na direção de uma sociedade sustentável não pode ignorar nem as dimensões culturais, nem as relações de poder existentes, muito menos o reconhecimento das limitações ecológicas, sob pena de apenas manter um padrão predatório de desenvolvimento (SACHS, 2013).

A sustentabilidade como novo critério básico e integrador precisa estimular permanentemente as responsabilidades éticas, na medida em que a ênfase nos aspectos extra econômicos serve para reconsiderar os aspectos relacionados com a equidade, a justiça social e a ética dos seres vivos. A reflexão em torno das práticas sociais, num contexto urbano marcado pela degradação permanente do meio ambiente e do seu ecossistema, não pode prescindir da análise dos determinantes do processo, dos atores envolvidos e das formas de

organização social que potencializam novos desdobramentos e alternativas de ação numa perspectiva de sustentabilidade. A noção de sustentabilidade implica uma necessária inter-relação entre justiça social, qualidade de vida, equilíbrio ambiental e a necessidade de desenvolvimento com capacidade de suporte (HERRERO, 2009).

No contexto urbano metropolitano brasileiro, os problemas ambientais têm se avolumado a passos agigantados e a sua lenta resolução tem se tornado de conhecimento público pela virulência do seu impacto – aumento desmesurado de enchentes, dificuldades na gestão dos resíduos sólidos e interferência crescente do despejo inadequado de resíduos sólidos em áreas potencialmente degradáveis em termos ambientais, impactos cada vez maiores da poluição do ar na saúde da população (SACHS, 2013).

### **3.2 Chuvas na região do Semiárido Paraibano**

De acordo com o Ministério da Integração Nacional (SDR/MI, 2005), mais de 10% do território brasileiro é caracterizado como região semiárida, sendo sua maior parte localizada na região Nordeste. As condições do semiárido, relacionam-se as irregularidades espaciais e temporais das precipitações pluviométricas, que em média são iguais ou inferiores a 800 mm anuais, temperaturas anuais variando entre 23°C e 27°C e evapotranspiração média de 2000 mm/ano (ALBUQUERQUE; RÊGO, 2013).

A cidade de Cajazeiras - no estado da Paraíba - é uma das cidades que se encontra dentro das delimitações da região semiárida, apresentando problemas no abastecimento hídrico, ocasionado pelos baixos níveis dos corpos hídricos na região que vem a abastecer o município. De acordo com o IBGE, último censo realizado, cerca de 81,3% da população do município encontra-se em área urbana com atividades econômicas e serviços de infraestrutura já estabelecidos. Embora a cidade possua uma infraestrutura apropriada de abastecimento, ela ainda possui dependência das irregularidades temporais e das precipitações pluviométricas, comprometendo de maneira grave os níveis dos corpos hídricos de abastecimento da cidade e conseqüentemente, o acesso a água (SILVA et al., 2018).

No período de 2006 a 2016 a região em que o município se encontra, apresentou variações pluviométricas de acordo com a localização, maneira que os maiores volumes apresentavam aproximadamente 252,1 mm, enquanto os menores volumes foram em torno de 19,7 mm, realizando um acumulo pluviométrico médio de 641,8 mm (ROLIM; MARACAJÁ; RIBEIRO, 2018)

O território semiárido do Nordeste brasileiro sofre grande impactos se tratando da escassez hídrica, afetando diretamente a sobrevivência das populações, em especial, as rurais. Esses problemas estão ligados a baixo índice pluviométrico e sua distribuição pelo território e seus períodos de ocorrência. Desta maneira, a disponibilidade de água ocorrente nesta região constitui-se como um dos principais obstáculos para a permanência das famílias no meio rural (NÓBREGA et al., 2016)

### **3.3 Água, Saúde e Saneamento**

O acesso à água em quantidade e em qualidade adequadas para o consumo é uma necessidade que acompanha a história da humanidade. No período denominado de “Era Bacteriológica”, a expectativa da erradicação de doenças infecciosas impulsionou estudos cujos resultados expandiram os conhecimentos sobre microrganismos patogênicos e a criação de laboratórios de microbiologia e imunologia, em diversos países (FREITAS, 2001).

Na antiguidade, o homem aprendeu que a água suja, lixo e seus dejetos podiam transmitir doenças. A construção de sistema de canais destinados ao transporte de água já era conhecida em Roma, 300 d.C., quando a água era utilizada para abastecer os lagos e fontes artificiais dos palácios e as termas (ou banhos públicos) muito apreciadas no período. Vale ressaltar que os romanos se destacaram por construir redes de esgotos e canalização, com a intenção de facilitar o escoamento das águas das chuvas nas cidades (KARIATSUMARI, 2007).

Na Idade Média, a falta de hábitos higiênicos agravou-se com o crescimento industrial em fins do séc. XVIII. A supressão de infraestrutura, na qual os camponeses foram submetidos quando levados para cidade desencadeou vários problemas de saúde pública e meio ambiente. Essa desordem ocasionada expansão das atividades industriais atraiu muitas pessoas e com isso provocou mudanças drásticas na natureza, das quais se desenvolveram diversos problemas ambientais como a poluição, desmatamento, redução na biodiversidade, mudanças climáticas, produção excessiva de lixo e de esgoto (GUERRA; CUNHA, 2006).

Diante deste cenário de intensas repercussões mundiais, as possibilidades para a identificação de agentes etiológicos, seus mecanismos de infecção, os modos de transmissão e as formas de prevenção de doenças foram ampliadas, resultando na diminuição da frequência de mortes, relacionadas as determinadas doenças, e na criação e definição de medidas e de procedimentos dirigidos à melhoria das condições sanitárias, na perspectiva da qualidade de vida das populações. Doenças relacionadas ao consumo e ao manejo de águas – classificadas

como doenças infecciosas de veiculação hídrica- estão entre os principais resultados desses processos (GEORGE, 2000).

Para o mesmo autor, as doenças de veiculação hídrica são transmitidas por duas vias: Direta – por ingestão ou contato direto de pele ou mucosas com água contaminada por agentes patogênicos em decorrência da falta de tratamento ou de higiene em relação ao manejo da água; Indireta – por meio de vetores e de hospedeiros que vivem, ou têm estágio de vida na água.

Os modos de transmissão (ingestão de água e de alimentos contaminados com vírus, bactérias, protozoários ou fungos; contato com águas contaminadas; falta de higiene corporal e exposição a vetores cujo ciclo evolutivo possui fase aquática) estão relacionados à quantidade e à qualidade das águas em todas as etapas do abastecimento e manejo. As doenças relacionadas ao abastecimento e ao manejo das águas estão classificadas nos seguintes grupos: doenças diarreicas e verminoses; de pele; dos olhos e transmitidas por vetores e doenças associadas à água (KARIATSUMARI, 2007).

Posto isto , entre os anos de 1960 e 1980 os parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos definidores das águas, foram definidos por meio de legislações estaduais e em âmbito federal, cujo principal objetivo era proporcionar avanços nas áreas de abastecimento de água e de esgotamento sanitário nos países em desenvolvimento, que resultariam na redução das taxas de mortalidade.

LEI – 005027, DE 14 DE JUNHO DE 1966: estabelece que as atividades necessárias à proteção da saúde da comunidade compreenderão basicamente: a) controle da água; b) controle do sistema de eliminação de dejetos; c) controle do lixo; d) outros problemas relacionados com o saneamento do meio ambiente; e) higiene da habitação e dos logradouros públicos; f) combate aos insetos, roedores e outros animais de importância sanitária; g) prevenção das doenças evitáveis e de outros agravos a saúde; h) higiene do trabalho (BRASIL, 2006).

Entretanto, o setor de saneamento atrelado às políticas de saúde ambiental, cuja atenção governamental deveria existir uma quantidade significativa de recursos a serem investidos. No entanto, esses investimentos, além de gerar os benefícios já esperados quanto à melhoria da qualidade da água e dos índices de saúde pública, atenderiam aos padrões mínimos de qualidade, sendo definidos pela legislação específica do setor, com a finalidade de garantir a sustentabilidade dos mesmos (SOUZA, FREITAS e MORAES, 2007).

Ainda segundo Souza, Freitas e Moraes (2007), nestes últimos anos, as principais normas que regulam o setor de saneamento estão representadas pela Lei 11.445/2007, que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, e pela Lei 9.433/1997, referente à

Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH). Verificam-se nestas leis algumas exigências para garantir a sustentabilidade dos investimentos em saneamento, mas ainda existe uma predominância de conceitos preventivistas e omissões discursivas, além de visões ambíguas dentro de uma mesma legislação.

Nesta conjuntura referente à PNRH, um desafio para a sociedade implica em uma das formas mais perigosas de poluição da água. Ocorre quando esta vem a entrar em contato com fezes, ou ainda, estes dejetos são encontradas em reservatórios de água que abastecem populações a partir de esgotos que deságuam. Isto permite que muitas doenças sejam transmitidas pela rota fecal-oral, pois um patógeno existente nas fezes humanas ou animais é disseminado pela água e ingerido pela população (ERVIM et al., 2009).

Nos trabalhos de Caubet (2006), dois milhões de seres humanos, principalmente, crianças morrem anualmente nos países mais pobres, por causa de doenças gastrintestinais propagadas pela falta de água tratada. Alguns surtos de doenças gastrointestinais, por exemplo, têm como via de transmissão a água contaminada (ORGANIZACION PANAMERICANA DE LA SALUD, 2000).

De acordo com Tucci et al. (2002), entre os patógenos mais comuns, incluem-se *Salmonella SPP.*, *Shigella SPP.*, *Escherichia Coli*, *Campylobacter*, dentre outros, sendo a água considerada como a transmissão de mais de 40 enfermidades por meio direto e indireto, desde um contato com águas poluídas, falta de higiene ou vetores viventes no meio aquático. A não observação dos critérios que englobam os cuidados necessários pode levar a água a exercer uma função contrária a sua proposição, levando-a a tornar-se um meio de transmissão de doenças, através da ingestão, tal como: da cólera, amebíase, giardíase, diarreia por *Escherichia Coli*, entre outras. Uma outra forma de contato é pela pele ou mucosas, vindo a provocar doenças como esquistossomose, leptospirose e ascaridíase (RICHTER; AZEVEDO NETO, 2007; COSTA et al., 2011).

### **3.4 Contaminação dos recursos hídricos pela agricultura**

Para Toledo e Ferreira (2000), a degradação dos mananciais, proveniente do deflúvio superficial agrícola, ocorre, principalmente, devido ao aumento da atividade primária das plantas e algas em decorrência do aporte de nitrogênio e fósforo proveniente das lavouras e da produção animal em regime confinado. O crescimento excessivo de algas e plantas reduz a disponibilidade de oxigênio dissolvido nas águas, afetando adversamente o ecossistema aquático e causando, algumas vezes, mortalidade de peixes.

Eles reforçam que além dos impactos causados aos ecossistemas aquáticos, o aumento dos níveis de nutrientes na água pode comprometer sua utilização para abastecimento doméstico, devido a alterações no sabor e odor da água ou à presença de toxinas liberadas pela floração de alguns tipos de algas. Além das implicações causadas pelos nutrientes aos recursos hídricos, é necessário considerar, também, a contribuição dos agroquímicos e dos metais pesados. A poluição causada pela agricultura pode ocorrer de forma pontual ou difusa. Aquele refere-se, por exemplo, à contaminação causada pela criação de animais em sistemas de confinamento, em que grandes quantidades de dejetos são produzidos e lançados diretamente no ambiente ou aplicados nas lavouras. Já esta é aquela causada principalmente pelo deflúvio superficial, a lixiviação e o fluxo de macroporos que, por sua vez, estão relacionados com as propriedades do solo como a infiltração e a porosidade (PINHEIRO e CARVALHO, 2010).

Assim, solos mais arenosos teriam o processo de lixiviação e fluxo de macroporos favorecidos. Já em situações onde os solos são manejados de forma incorreta (preparo excessivo do solo, associado ao insuficiente aporte de biomassa), poderá ocorrer a degradação de sua estrutura, favorecendo, então, o deflúvio superficial. Por outro lado, em solo bem manejado que tem uma estrutura formada por agregados estáveis e uma boa distribuição de poros, o processo de erosão é reduzido. Nessas condições, porém, o risco de contaminação das águas passa a ser, sobretudo, pelo fluxo de Macroporos. Para melhor caracterizar os riscos da poluição agrícola aos recursos hídricos, poderia-se agrupar as atividades agrícolas em três situações: a) sistemas agrícolas praticados em ambientes ecologicamente frágeis; b) sistemas de agricultura intensiva; c) sistemas de produção com criação de animais em confinamento (TOLEDO; FERREIRA, 2000).

Utilizam dos mesmos pensamentos os autores Barbosa, Barata, Hacon, (2012), que diversas atividades humanas, dentre elas, a agricultura, a indústria, a mineração, o descarte de resíduos humanos, o crescimento demográfico, a urbanização e as mudanças climáticas, têm impacto sobre a qualidade da água. Durante muitos anos, os problemas de impactos ambientais, decorrentes do desenvolvimento econômico, foram considerados como um “mal necessário”, justificados por benefícios proporcionados ao progresso.

Nos estudos de Pinheiro e Carvalho (2010), a agricultura é o setor que mais consome água, utilizando, aproximadamente, 70% das reservas globais de águas aproveitáveis. O Brasil possui cerca de 12% da água disponível no planeta, no entanto desperdiça em torno de 40% do total utilizado. Por outro lado, cerca de 45 milhões de brasileiros não têm acesso aos serviços de água tratada e 96 milhões não dispõem de serviços de esgoto sanitário. Da água

consumida no país 51% vêm dos rios, porém, de forma contraditória, 92% dos esgotos sanitários e industriais são lançados, sem nenhum tratamento, nestes mesmos rios.

Não obstante, nas últimas décadas, esse precioso recurso vem sendo ameaçado pelas ações indevidas do homem, o que acaba resultando em prejuízo para a própria humanidade. O Brasil ainda possui a vantagem de dispor de abundantes recursos hídricos. Porém, possui também a tendência desvantajosa de 22 desperdiçá-los. A grande crise da água tem preocupado cientistas das diversas áreas no mundo inteiro, e o caminho que poderá conduzir ao caos hídrico já é trilhado, representando, dentre outros, sério problema de saúde pública. Entende-se que as necessidades de saúde da população são muito mais amplas do que as que podem ser satisfeitas com a garantia de cobertura dos serviços de saúde (MAGALHÃES, 2005).

Sua dimensão pode ser estimada quando se examinam, tendo como exemplo: a precariedade do sistema de água e de esgotos sanitários e industriais; o uso abusivo de defensivos agrícolas; a inadequação das soluções utilizadas para o destino do lixo; a ausência ou insuficiência de medidas de proteção contra enchentes, erosão e desproteção dos mananciais; e os níveis de poluição e contaminação hídrica, atmosférica, do solo, do subsolo e alimentar (RODRIGUEZ, 2008).

Na agricultura intensiva, o potencial de contaminação dos cursos de água é extremamente elevado com utilização excessiva de fertilizantes e agrotóxicos em solos pouco profundos e de alta declividade, ou seja, em ambientes ecologicamente frágeis, especialmente, durante o período de intensa precipitação pluviométrica (TAKEDA; FUKUSHIMA; SOMURA, 2009).

Agregando esta pesquisa, o Semiárido é a região brasileira que mais utiliza água para a irrigação de produtos agropecuários. Os produtos e serviços do Sistema Agroindustrial (SAG) são inteiramente dependentes da disponibilidade de água, isto é, torna-se imperativo que haja garantia de suprimentos de água dentro das dimensões quantitativas, qualitativas, temporais e espaciais. Para serem competitivas as atividades agroindustriais devem utilizar a água de forma sustentável e isso significa utilizar racionalmente a água. As ações do SAG sobre a água têm um custo que deve ser pago pelos segmentos que o compõem e por toda a sociedade (PINHEIRO, CARVALHO, 2010).

### **3.5 Doenças de veiculação hídrica**

A água, sendo um recurso finito e vulnerável, pode representar um obstáculo ao

desenvolvimento socioeconômico de um país e à qualidade de vida do indivíduo. Há uma intrínseca relação entre o acesso à água de boa qualidade, adequada infraestrutura de saneamento e saúde humana. Desse modo, entre os desafios a serem enfrentados pelas futuras gerações e que ameaçam o futuro da humanidade, estão a disponibilidade de água para consumo humano e a produção de alimentos (PHILIPP, 2009).

O crescimento populacional em todo o mundo, a necessidade de quantidades maiores de água, tanto pela indústria, como para irrigação agrícola, exigem novas demandas de reservas de águas disponíveis. Entretanto, as fontes de água doce utilizadas pelo ser humano, na forma de poços, rios, riachos e lagos, hoje sofrem um contínuo e crescente processo de degradação em função do despejo de esgotos in natura ou tratados, de fezes de animais (silvestres e de produção), além dos efluentes resultantes das atividades industriais (SMITH, 2015).

Dessarte, as doenças de veiculação hídrica, sobretudo aquelas causadas pelos protozoários intestinais, emergiram como um dos principais problemas de Saúde Pública nos últimos 25 anos, apesar da adoção de regulamentos e medidas cada vez mais restritivas (em países como Estados Unidos e Reino Unido), e dos avanços em tecnologia de tratamento (SMITH, 2015).

**Quadro 1 – Doenças relacionadas ao abastecimento e ao manejo de águas**

<b>GRUPO A – Doenças diarreicas e verminoses</b>			
<b>DOENÇAS</b>	<b>FORMAS DE TRANSMISSÃO</b>	<b>AGENTE ETIOLÓGICO</b>	<b>FORMAS DE PREVENÇÃO</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cólera</li> <li>• Giardíase</li> <li>• Criptosporidíase</li> <li>• Febre tifoide</li> <li>• Febre paratifoide</li> <li>• Amebíase</li> <li>• Hepatite infecciosa</li> <li>• Ascariíase</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ingestão de água contaminada;</li> <li>• Má higiene dos alimentos;</li> <li>• Contato com dejetos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Vibrio cholerae</i></li> <li>• <i>Giardia lamblia</i></li> <li>• <i>Cryptosporidium parvum</i></li> <li>• <i>Salmonella typhi</i></li> <li>• <i>Salmonella paratyphi</i> “A”, “B” ou “C”</li> <li>• <i>Entamoeba histolytica</i></li> <li>• <i>Vírus da Hepatite “A”</i></li> <li>• <i>Ascaris lumbricoides</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saneamento;</li> <li>• Melhoria do estado nutricional dos indivíduos;</li> <li>• Implantar sistema de abastecimento e tratamento de água, com fornecimento</li> </ul>

			<p>em quantidade e qualidade para uso e consumo humano;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteção de mananciais e fontes de água do risco de contaminação.</li> </ul>
<b>GRUPO B -Doenças da pele</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impetigo</li> <li>• Dermatofitose e micose</li> <li>• Escabiose</li> <li>• Piodermite</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de higiene corporal.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Staphylococcus aureus</i></li> <li>• Fungos dos gêneros: – <i>Trichophyton</i> – <i>Microsporum</i> e – <i>Epidermophyton</i></li> <li>• <i>Sarcoptes scabiei</i></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restringir o uso de espaços e equipamentos coletivos por pessoas acometidas das doenças indicadas;</li> <li>• Manter limpeza e higiene corporal, incluindo lavagem de mãos com água e sabão.</li> </ul>
<b>DOENÇAS DO GRUPO C – Doenças dos olhos</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conjuntivite</li> </ul>	Escassez de água associada a maus hábitos de higiene pessoal	Vírus e bactérias	Evitar aglomerações; Lavar rosto e mãos com frequência.
<b>DOENÇAS DO GRUPO D – Doenças transmitidas por vetores</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Malária</li> </ul>	Picada de insetos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Plasmodium vivax</i>,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inspeção</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dengue</li> <li>• Zika</li> <li>• Chikungunya</li> <li>• Febre amarela</li> <li>• Filariose</li> </ul>	cujo ciclo de vida inclui fase aquática.	Plasmodiumfalciparum, Plasmodiummalariae; <ul style="list-style-type: none"> <li>• DENV 1, 2, 3 e 4</li> <li>• ZIKV</li> <li>• CHIKV</li> <li>• Vírus do gênero Flavivirus</li> <li>• Wuchereriabancrofti</li> </ul>	sistemática para eliminar criadouros de vetores; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Adoção de medidas de controle: drenagem e aterro, por exemplo;</li> <li>• Adequada destinação final dos resíduos sólidos.</li> </ul>
<b>DOENÇAS DO GRUPO E – Doenças associadas a água</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Esquistossomose</li> <li>• Leptospirose</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Penetração do agente etiológico</li> <li>• Ingestão do agente etiológico</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Schistosoma mansoni</i></li> <li>• <i>Bactéria do gênero Leptospira</i></li> </ul>	Evitar contato com água infectada; <ul style="list-style-type: none"> <li>• Proteger mananciais;</li> <li>• Disposição adequada de esgoto;</li> <li>• Controle do hospedeiro intermediário;</li> <li>• Tratamento da água para consumo humano;</li> <li>• Tratamento, remoção e destino adequado de dejetos.</li> </ul>

**FONTE:** Adaptado de BRASIL, 2015.

De acordo com o MS (2016), a contaminação das coleções hídricas por produtos e

substâncias químicas (efluentes industriais, óleos, agrotóxicos e fertilizantes) é fator determinante na ocorrência de doenças associadas à água. A potabilidade da água fornecida nas edificações deve ser mantida de forma contínua, com pressão positiva em toda extensão da rede distribuidora, de modo que a integridade do sistema seja preservada. Esta é uma condição operacional necessária para a segurança hídrica, uma vez que as redes pressurizadas contribuem para impedir a entrada de água poluída nas tubulações.

Aspecto crítico quanto à potabilidade da água para consumo humano é o fato de que, em várias partes do mundo (no Brasil, inclusive), existem segmentos da população sem acesso a serviços e a redes de distribuição de água que adotam alternativas de consumo, ampliando e agravando a vulnerabilidade sanitária: uso de mananciais (rios, lagos, açudes, poços) e compra de água sem nenhum tratamento (BRASIL, 2018).

De acordo com normativa sobre potabilidade da água, caminhões-pipa ou similares que distribuem água estão classificados na categoria soluções alternativas coletivas de fornecimento de água para consumo humano por meio de veículo transportador' e estão obrigados a: garantir que tanques, válvulas e equipamentos dos veículos transportadores sejam apropriados e utilizados, exclusivamente, para armazenamento e transporte de água potável; manter registro com dados atualizados sobre o fornecedor e a fonte de água; manter registro atualizado das análises de controle da qualidade da água, previstos em portaria; assegurar que a água fornecida contenha um teor mínimo de cloro residual livre de 0,5mg/L; e, garantir que o veículo utilizado para fornecimento de água contenha, de forma visível, a inscrição "água potável", o endereço e o telefone para contato (ANVISA, 2014).

Para dar ênfase neste estudo, as doenças de veiculação hídrica foram classificadas pela Organização Mundial da Saúde (OMS), como a problemática em saúde mais comum associada à água poluída por esgotos é a gastroenterite, a qual pode apresentar vários sintomas: como mal estar, vômitos, dores de estômago, diarreia e febre, que podem levar as pessoas, especialmente, as crianças, à desidratação. No verão, esse quadro pode ser mais perigoso. Por isso, é importante, que a pessoa nesse estado tome muito líquido, mesmo que não esteja conseguindo se alimentar. Como esse quadro pode ser associado a vários agentes etiológicos, a terminologia mais adequada é a de síndrome, e não doença (BRASIL, 2018).

Síndrome é o conjunto de sinais ou sintomas provocados por agentes biológicos diferentes e dependentes de causas diversas. Doença é a perda da homeostasia corporal (estado em que se tem saúde, ou seja, a normalidade) total ou parcial, que pode resultar de infecções, inflamações, modificações genéticas, neoplasias, disfunções orgânicas, etc (BRASIL, 2018).

Nesse contexto de micro-organismos, os parasitos designam elementos associados a outros dos quais extraem alimento e acabam prejudicando o hospedeiro, causando doenças. São todos eucariontes e incluem seres unicelulares (protozoários), pluricelulares (helmintos) e aqueles que se localizam externamente aos hospedeiros (ectoparasitos) e que são artrópodes (insetos e carrapatos) (BRASIL, 2018).

Nos estudos de George (2014), os riscos à saúde relacionados com a água podem ser classificados como riscos relativos à ingestão de água contaminada por agentes biológicos (vírus, bactérias e parasitas), através de contato direto ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; e riscos derivados de poluentes químicos, em geral, efluentes de esgotos industriais.

O mecanismo de transmissão de doenças mais comumente lembrado e diretamente relacionado à qualidade da água é o da ingestão, cujo o indivíduo sadio ingere água que contenha componente nocivo à saúde e a presença desse componente no organismo humano provoca o aparecimento de doença. A quantidade insuficiente de água também é outro fator, do qual gera hábitos higiênicos insatisfatórios e daí doenças relacionadas à inadequada higiene. Outro mecanismo, compreende a situação da água no ambiente físico, proporcionando condições propícias à vida e à reprodução de vetores ou reservatórios de doenças. Um importante exemplo é o da água empoçada, contaminada por esgotos, como habitat para o molusco hospedeiro intermediário da esquistossomose. Outro modelo desse mecanismo é o da água como habitat de larvas de mosquitos vetores de doenças, como o mosquito *Aedes aegypti* e a dengue (BRASIL, 2016).

De acordo com Oliveira (2009), as doenças que mais acometem a saúde humana pela ingestão da água contaminada são a gastroenterite (uma forma de diarreia que está presente em várias doenças e seu envolvimento nível mundial, crianças menores que 5 anos); a cólera (doença infecciosa aguda provocada pelo vibrião colérico); febre tifóide (Doença infecciosa causada pela *SalmonellaTyphi*, e que se prolonga por várias semanas e inclui em seu quadro clínico cefaleia, febre contínua, apatia, esplenomegalia, erupção cutânea maculopapular, podendo, eventualmente, ocorrer perfuração intestinal); febre paratifóide (provocada pelo bacilo *Salmonellaparatyphi*, comuns em esgotos e efluentes em época de epidemia); disenterias bacilares 35 (disenteria provocada por várias bactérias do gênero *Shigella*, tendo nas águas poluídas as principais fontes de infecção).

No Brasil, a presença de patologias como a cólera, febre tifoide e leptospirose, vinculadas à escassez de acesso a saneamento básico, refletem a história de uma política de saneamento vinculada ao desenvolvimento institucional do Estado, à economia, ao modo de

produção, ao desenvolvimento tecnológico e à distribuição de renda (COSTA, 2008).

Embora partindo de situações diferenciadas de risco, pois de um lado temos a cólera e a febre tifoide associadas à escassez de recursos hídricos e qualidade da água e, de outro, a leptospirose vinculada à precipitação pluviométrica, verifica-se que, entre elas, há um elemento unificador: uma política de saneamento com baixa cobertura. Nisso, a oferta de serviços de saneamento básico e abastecimento de água é bastante desigual entre as Regiões, observa-se uma importante disparidade no acesso, o que se tem refletido no perfil de adoecimento da população, já que, nas Regiões Norte e Nordeste, há manutenção de níveis endêmicos de patologias que já estão quase superadas em outras Regiões do país (COSTA, 2008). A cólera é uma doença infecciosa intestinal aguda, de transmissão, predominantemente, hídrica, que se caracteriza- em sua forma mais evidente- por diarreia aquosa súbita, profusa e sem dor, vômitos ocasionais, desidratação rápida, acidose e colapso circulatório, causada pelo bastonete *Vibrio cholerae*.

A infecção assintomática é muito mais frequente do que a aparição do quadro clínico, especialmente no caso do biotipo El Tor, onde são comuns os casos leves, somente com diarreia, particularmente em crianças. Em casos graves não tratados, a pessoa pode morrer em horas e a taxa de mortalidade exceder 50%. Com tratamento adequado a taxa é menor que 1%. O vibrião colérico produz enterotoxina que parece ser totalmente responsável pela perda maciça de líquidos. O *V. cholerae*, ao penetrar no intestino delgado, em quantidade suficiente para produzir infecção, inicia processo de multiplicação bacteriana, elaborando a enterotoxina que induz a secreção intestinal, associada à secreção de AMP-cíclico intestinal. O *Vibrio cholerae* é uma bactéria Gram negativa e se apresenta na forma de bastonete encurvado. É um bacilo móvel e pode ser classificado em dois biotipos: o clássico e El Tor. A enterotoxina colérica é a causa principal da diarreia maciça causada pelo *V. cholerae*. A patogênese da cólera está intimamente associada à produção e ação desta toxina sobre as células epiteliais do intestino delgado. Os bacilos penetram no organismo humano por via oral e, após ultrapassarem a barreira gástrica, colonizam o intestino delgado produzindo então a toxina colérica que possui ação enzimática, destruindo a parede celular, resultando na secreção abundante de líquido isotônico (TOLEDO, 2009).

As hepatites são doenças infecciosas que acometem o fígado, e podem ser causadas por substâncias químicas ou por vírus. Atualmente, as hepatites são encaradas como sendo um grave problema de saúde pública, acometendo cronicamente milhões de pessoas, e bilhões já tiveram contato com alguns dos vírus causadores destas patologias. Sua distribuição é universal e sua magnitude pode variar de região para região, o que pode também ser

evidenciado no Brasil (BRASIL, 2005).

Trata-se de uma patologia preocupante pelo número de infectados e pela possibilidade de complicações, seja na forma crônica como na aguda (Op. Cit, 2005). A hepatite pode ocorrer em cinco formas diferentes: A, B, C, D e E, sendo que as formas de contágio se diferem em algumas destas formas. Neste trabalho será enfatizada a Hepatite A. As principais formas de contágio da Hepatite A são: fecal-oral, contato inter-humano ou através da água e alimentos contaminados. Isso se deve à estabilidade do vírus da Hepatite A (HAV) às condições ambientais e a quantidade de vírus que se encontra presente nas fezes das pessoas contaminadas (BRASIL, 2005).

O contágio pelo HAV está intimamente relacionado ao grau de saneamento básico, educação sanitária e condições de higiene de certa população; sendo isto, responsável pela variação de endemicidade. Nestas condições, os mais expostos ao contágio são pessoas com idades menores, frequentemente em crianças em idade pré-escolar. Dos casos de pessoas que desenvolvem a Hepatite A, somente 1% (um por cento) apresentam hepatite fulminante, sendo mais comum em pessoas acima dos 65 anos (BRASIL, 2005).

A leptospirose é uma zoonose causada por uma bactéria do tipo leptospira, também chamada de doença de Weill que infecta seres humanos pela água, alimentos ou solo contaminados pela urina de animais infectados (bovinos, suínos, equinos, cães, roedores e animais selvagens) que são ingeridos ou entram em contato com membranas mucosas ou com físsuras ou rachaduras da pele. A infecção é mais comum em áreas rurais, mas pode ocorrer em áreas urbanas, quando alguns dos animais mencionados entram em contato com alimentos armazenados em depósitos não devidamente isolados (BRASIL, 2010).

Outras doenças causadas pela veiculação hídrica, como a giardíase, é uma infecção causada pelo protozoário *Giardia Lamblia* (quando pode ocorrer sinonímia: *G. intestinalis*, *G. duodenalis* e *Lambliaintestinalis*). Esse protozoário tem como habitat o intestino delgado, vivendo no duodeno e na porção inicial do íleo (BRASIL, 2010).

A giardíase é transmitida pela via fecal-oral. Qualquer situação em que os cistos de giárdia liberados nas fezes alcancem a boca de outras pessoas causará a contaminação. Há alguns exemplos dessa possível contaminação: beber ou banhar-se em águas contaminadas, contaminação de alimentos por mãos mal lavadas, entre outras. O processo de cozimento destrói os cistos da Giárdia, portanto, este modo de transmissão é mais comum com alimentos crus ou contaminados somente após estarem prontos. As creches e as instituições de idosos onde há pouca preocupação com higiene, sexo anal, contato com fezes de cães e gatos contaminados, manuseio de solo contaminado sem a devida limpeza posterior das mãos

também são fontes de contaminação (BRASIL, 2010).

A giardíase apresenta um quadro clínico diverso, desde as formas assintomáticas, que representam a maioria dos casos, até formas muito graves em crianças ainda sem imunidade e em adultos imuno deprimidos. A infecção sintomática tem sido associada com diarreia aguda e auto-limitante ou com um quadro severo de diarreia crônica e má absorção intestinal. Outros sintomas completam o quadro clínico: náuseas, vômitos, dor abdominal, constipação intestinal, irritabilidade, anorexia, fadiga, flatulência e perda de peso. A esteatorreia crônica pode levar a desnutrição pela deficiência e perda das vitaminas lipossolúveis (A, D, E, K), vitamina B12 e ácido fólico, ácidos graxos e proteínas (ALMEIDA, 2008).

O intervalo que decorre entre a ingestão de cistos e o aparecimento dos sintomas pode variar de alguns dias até anos, de modo que não é possível, na maioria dos casos, definir de maneira precisa o período de incubação. No entanto a maioria dos indivíduos infectados pela *E. histolytica* não desenvolve sintomas, permanecendo assintomática durante todo o curso da infecção. Um dos sintomas mais frequentes na amebíase intestinal é a colite amebiana aguda, na qual o indivíduo apresenta intensas dores abdominais e as fezes contêm muito muco e sangue, geralmente, permanecendo nesse estado por um ou dois dias. Também podem ocorrer náuseas e vômitos, assim como mal-estar e cefaleia. Em seguida, os indivíduos infectados passam a apresentar múltiplas evacuações mucoides e de pequeno volume, podendo-se observar diarreia aquosa profusa com presença de sangue, dor abdominal, perda de peso, anorexia e febre em 40% dos casos (ALMEIDA, 2008).

A esquistossomose é uma doença causada por um pequeno verme, o *Schistosoma mansoni*, que se instala nas veias do fígado e do intestino. Para que surja a esquistossomose numa localidade, são necessárias várias condições: a primeira é a existência de caramujos que hospedam o *Schistosoma mansoni*. Nem todos servem para o parasito, só algumas espécies. Esses caramujos vivem em córregos, lagoas, valas de irrigação e canais onde haja segurança e boa alimentação. A temperatura média de muitas regiões do Brasil é favorável à proliferação de animal (BRASIL, 2010).

A transmissão desse parasita se dá pela liberação de seus ovos por meio das fezes do homem infectado. Em contato com a água, os ovos eclodem e libertam larvas que morrem se não encontrarem os caramujos para se alojar. Se os encontram, porém, dão continuidade ao ciclo e liberam novas larvas que infectam as águas e posteriormente os homens penetrando em sua pele ou mucosas (BRASIL, 2010).

Segundo Murray (2004) essa doença tem uma fase aguda e outra crônica. No estágio agudo, pode apresentar manifestações clínicas como: coceiras e dermatites, febre, inapetência,

tosse, diarreia, enjoos, vômitos e emagrecimento. No estágio crônico, geralmente, assintomática, manifesta-se episódios de diarreia que podem alternar-se com períodos de obstipação (prisão de ventre) e a doença pode evoluir para um quadro mais grave com aumento do fígado (hepatomegalia) e cirrose; aumento do baço (esplenomegalia), hemorragias provocadas por rompimento de veias do esôfago e ascite ou barriga d'água, isto é, o abdômen fica dilatado e proeminente por escapar plasma do sangue.

O tratamento da doença pode ser feito com medicamentos específicos, dos quais combatem o *Schistosoma mansoni*. No entanto, educação sanitária, saneamento básico, controle dos caramujos e informação sobre o modo de transmissão da doença são medidas absolutamente fundamentais para prevenir a doença (MURRAY, 2004).

A malária, inclusive, é uma doença que possui de certa forma relação hídrica, cuja transmissão ocorre pela picada da fêmea do mosquito conhecida como Anopheles, vetor esse que se relaciona com a água, que é infectada por protozoários do gênero Plasmodium. Atualmente, no Brasil, existem três espécies que estão associadas à malária em seres humanos: uma delas é Plasmodium. Segundo o MS não ocorre transmissão direta da doença de pessoa a pessoa; entretanto ocorre de forma rara: pela transmissão por transfusões sanguíneas, compartilhamento de agulhas contaminadas ou transmissão congênita. Vale ressaltar que, os sintomas da malária se manifestam entre 8 a 25 dias após a infecção, por meio de febre e dores de cabeça associada ou não a calafrios, tremores, suores intensos, e dores no corpo, que podem se confundir com outras doenças, e que em casos mais graves a doença pode progredir para coma ou até mesmo a morte, por isso, é muito importante a realização de um diagnóstico preciso (BRASIL, 2014).

### **3.6 Diarreia**

A constatação de diarreia em um indivíduo, define-se a partir da análise da frequência das excreções que se apresenta em maior ocorrência, podendo ainda ser avaliada pela consistência das fezes e por uma massa fecal maior de 200 por dia. Ela pode ser classificada como aguda, quando apresenta duração menor que duas semanas; ou ainda, crônica quando seu período de ocorrência é superior a 4 semanas (SOCIEDADE PORTUGUESA DE GASTROENTEROLOGIA, 2015).

A diarreia aguda (DDA) é um problema de saúde pública ocorrentes em diversas localidades do mundo, com maior predominância nas regiões com pobreza predominante. Uma representação que venha a explicar a ocorrência ou letalidade associada a DDA engloba

um grande número de variáveis de âmbito biológico, ambiental, sociocultural, entre outros, de maneira que sua construção se torna de grande complexidade. Entretanto uma observação reducionista, não contribui, favoravelmente, para o entendimento e a solução do problema (BRANDT; ANTUNES; DA SILVA, 2015)

A maior das ocorrências de diarreia aguda é proveniente de infecções gastrointestinais, que na maioria das vezes, autolimitadas e facilmente tratadas. Já na diarreia, o diagnóstico diferencial é extremamente mais vasto, ocorrendo com maior frequência nos países desenvolvidos, as causas não infecciosas, como a síndrome do intestino irritável (SII), a doença inflamatória intestinal (DII) e as síndromes de má absorção (SOCIEDADE PORTUGUESA DE GASTROENTEROLOGIA, 2015)

Nas últimas décadas, tem se formado um consenso sobre as medidas mais efetivas para reduzir a incidência e a mortalidade da diarreia. Diante disso, começou-se a abordar medidas médicas com os cuidados apropriados aos casos já existentes, medidas ambientais com a educação alimentar, a oferta de água tratada de forma adequada e tratamento dos dejetos humanos. O desenvolvimento do manejo terapêutico com ênfase na terapia de reidratação oral e reidratação venosa foi um marco na medicina do século XX. Embora inúmeros artigos apresentem evidências da efetividade destes tratamentos, ainda no século XXI, observasse que o manejo com a diarreia continua a ser ignorado (BRANDT; ANTUNES; DA SILVA, 2015)

### **3.7 Indicadores de contaminação fecal**

Os microrganismos são introduzidos no organismo humano por via cutânea ou por ingestão de água contaminada; pelo contato primário com águas de recreação e ainda por ingestão de líquidos ou de alimentos contaminados, durante o preparo de alimentos ou em seu ambiente de origem. Mais de 100 organismos patogênicos entéricos podem ser encontrados nos esgotos, como vírus, parasitas e bactérias, cujos indicadores requerem a detecção em amostras de água em diferentes pontos de coleta.

Para tanto, os indicadores microbiológicos são essenciais para avaliar as doenças de veiculação hídrica como vírus, bactérias e vermes. As bactérias coliformes são microrganismos do intestino humano e de outros animais e isso as tornam excelentes indicadores de contaminação fecal da água. Assim, o despejo de esgotos domésticos, mesmo tratados, em mananciais utilizados para abastecimento público, pode causar grande impacto no meio e torná-lo suscetível à transmissão de doenças (BRASIL, 2006).

De acordo com Araújo (2011), coliformes totais são as bactérias na forma de bastonetes Gram-negativos, não esporogênicos, aeróbios ou aeróbios facultativos, capazes de fermentar a lactose com produção de gás, em 24 a 48 horas a 35° C. Existem, aproximadamente, 20 espécies deste grupo, dentre as quais se destacam os gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter* e *Klebsiella*. Segundo a Portaria do MS nº. 2.914/11 é característica de água potável, a ausência de coliformes totais em 100 ml de água, para 95% das amostras coletadas mensalmente. Os Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli* os bacilos coliformes fecais, ou mais ,recentemente, chamados como termo tolerantes são os únicos pertencentes ao grupo coliformes cuja vida parasitária se passa no intestino humano e de outros animais de sangue quente. Por estarem presentes nas fezes, eles são considerados como indicadores de contaminação da água. O principal representante deste grupo é a *Escherichia coli*, ou simplesmente, *E. coli* (ARRUDA et al., 2011).

Segundo a Portaria do MS de Consolidação nº. 5/2017, a presença de uma unidade formadora de colônia em 100 ml de água, torna-a imprópria ao consumo. Segundo Wileset al., (2008), algumas cepas de *E. coli* podem originar doenças entéricas, no entanto, existem cepas capazes de causar infecções extra intestinais, como as ITU. As cepas de *E. coli* capazes de causar ITU são chamadas de uropatogências (UPEC) e são a principal causa de cistites e pielonefrites. As UPEC possuem fatores de virulência que facilitam seu crescimento e persistência dentro do ambiente adverso do trato urinário e a severidade da infecção é determinada pela virulência da bactéria e pelos mecanismos de defesa do hospedeiro.

### **3.8 A importância da água na saúde humana**

A água é fundamental para a sobrevivência do homem e para o equilíbrio de toda a natureza. Sua importância faz com que hoje ela seja uma preocupação mundial diante das ameaças da poluição, do uso insustentável, das mudanças climáticas e no uso do solo, além dos riscos de escassez. Desta forma, garantir o abastecimento quantitativo e qualitativo nas áreas urbana e rural é um desafio cada vez maior para perpetuar a vida e os processos produtivos (BASTOS, 2009).

Os recursos hídricos determinaram sempre a existência humana, a instalação ou a migração das populações em áreas do planeta, o surgimento ou desaparecimento de civilizações. Estando, portanto, a saúde humana definitivamente relacionada à existência dos recursos hídricos necessários e sua relação positiva com o meio ambiente. O homem produto e produtor das condições ambientais, em particular a água (BASTOS, 2009).

A saúde sempre esteve relacionada às questões do uso da água, como bem e como risco. Observando a ocorrência de grande número de infecções e mortes maternas associadas aos partos, Semmelweis nos primórdios da medicina, recomenda que os médicos ou parteiras lavem as mãos antes de cada atendimento o que reduz brutalmente os índices de morbidade e mortalidade (BRANCO e ROCHA, 2017).

O desafio de encontrar rumos para um desenvolvimento sustentado forneceu o ímpeto, ou mesmo imperativo, de um maior empenho político de percepção de que a água, além de elemento essencial à vida, é um recurso econômico valioso e exerce papel fundamental no equilíbrio dos ecossistemas. Foi percebido, também, que a solução de um problema local de abastecimento ou de uso e proteção do capital ecológico, necessita estar apoiada numa visão holística da bacia hidrográfica (BRASIL, 2005).

Algumas doenças infecciosas e parasitárias já representaram a principal causa de mortalidade, mas, a sua redução tem sido significativa. Tais resultados vêm sendo atribuídos a muitos fatores, entre eles a ampliação dos serviços de saneamento, principalmente, o aumento do número de domicílios abastecidos com água. O mosquito *Aedes aegypti*, principal vetor da doença, está totalmente adaptado ao ambiente doméstico, industrial e comercial, encontrando aí todas as condições para o seu desenvolvimento. Parte deste desenvolvimento ocorre na água acumulada em recipientes utilizados para armazenamento no domicílio, como caixas d'água, barris, pneus usados, calhas entupidas, vasos e pratos para plantas e vidros, latas e potes descartáveis que podem reter água relativamente limpa (BRASIL, 2005).

Não apenas a dengue, como as demais arboviroses, são doenças cuja eliminação do vetor ou a diminuição do contato entre o ser humano, no qual ele e o patógeno dependem das condições ambientais. As situações sanitárias precárias aliadas à não disponibilidade de oferta de água (quantidade e qualidade) são fatores que contribuem de forma marcante para a permanência da cólera e outras doenças entéricas na Região Nordeste, que sempre concentra o maior número de casos anualmente. Pode-se afirmar, também, que a maioria das infecções causadas por bactérias é decorrente da contaminação da água pelos dejetos. A contaminação das águas dos sistemas de abastecimento por esgotos sanitários tem sido demonstrada epidemiologicamente na literatura especializada, com a ocorrência de epidemias, muitas vezes de grandes proporções (SOUZA, 2016).

Dessa forma, de acordo com Souza (2016) o homem precisa cuidar dos recursos hídricos para evitar riscos relacionados com a ingestão de água contaminada por agentes biológicos (bactérias, vírus e parasitas), através de contato direto, ou por meio de insetos vetores que necessitam da água em seu ciclo biológico; riscos derivados de poluentes

químicos e radioativos, geralmente, efluentes de esgotos industriais, ou causados por acidentes ambientais.

Para tanto, nos estudos de Alves (2015) as medidas seguras para o abastecimento de água envolvem a seleção de fontes não contaminadas; por exemplo, poços profundos; tratamento de água bruta, sobretudo cloração; adequação de ambientes contaminados por outros mais adequados, confiáveis e seguros. Quanto à proteção de fontes, deve existir um controle da qualidade da água, disposição sanitária de excretas com proteção dos sistemas de abastecimento de água; proteção do meio ambiente; apoio às atividades de controle dos sistemas de abastecimento de água e da disposição de excretas; destruição, disposição, isolamento ou diluição dos resíduos fecais; educação sanitária; higiene pessoal; proteção do meio ambiente; apoio às atividades de controle de sistemas de abastecimento de água e da disposição de excretas.

A Constituição Federal de 1988 (CF/88) traz em seu texto princípios fundamentais e necessários para construção de uma sociedade justa e harmônica e para integração dos diferentes setores da administração pública, do setor privado e da coletividade, atribuindo e distribuindo responsabilidades e competências, direitos e deveres, bem como, atribuindo à coletividade um papel ativo no controle e de corresponsabilidade nas ações que visem a preservação da qualidade de vida e do meio em que vivemos. Princípios como o da participação comunitária, organização, prevenção e proteção ambiental, equidade, integralidade, diversidade e descentralização estão previstos no texto constitucional, aplicados ao Setor Saúde, aos Recursos Hídricos e à coletividade. O Art. 225 da CF/88 contém princípios fundamentais, tais como o de coparticipação entre os setores públicos e a coletividade; equidade e sustentabilidade, essenciais à manutenção de um ambiente em que o homem viva em condições saudáveis e harmônica.

## 4 MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 Local do Estudo

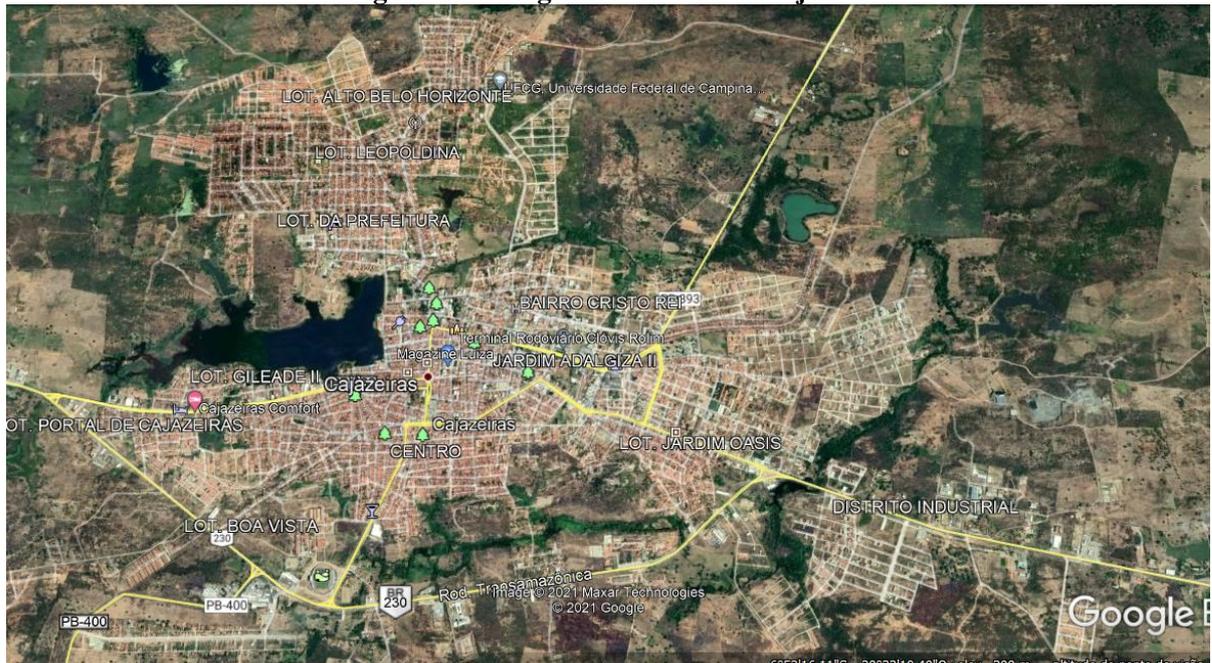
Este estudo foi desenvolvido em Cajazeiras– PB situado na extremidade ocidental do estado da Paraíba, sob as coordenadas geográficas 6° 53' 11" Sul e 38° 33' 41" Oeste com 293 m de altitude. O clima da região de estudo, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw'- Tropical quente e úmido com chuvas de verão-outono (janeiro e abril), apresentando duas estações (seca e chuvosa), com pluviometria média anual em torno de 800 mm (Silva et al., 1984). Ocupa uma área de aproximadamente 563 km<sup>2</sup>, com uma população (projetada) de 62 289 habitantes (IBGE, 2020). Está inserido na bacia hidrográfica do Rio do Peixe, sub-bacia da bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu, pertencente à Região Hidrográfica Atlântico Nordeste Oriental (Figura 1). Na Figura 2, está apresentada a imagem da cidade de Cajazeiras obtida numa imagem do Google Earth de 01/07/2021.

**Figura 19:**Localização da bacia hidrográfica dos rios Piancó-Piranhas-Açu.



Fonte: Google Mapas, 2021

**Figura 20: Imagem da cidade de Cajazeira**



Fonte: Google Harth, 2021

#### **4.2 Análise dos dados de Chuva**

Os dados de chuva utilizados neste estudo foram obtidos no banco de dados da Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (AESAs), vinculada à Secretaria de Estado dos Recursos Hídricos, do Meio Ambiente, da Ciência e Tecnologia (SERHMACT) da Paraíba. Foram obtidos dados diários de chuva ocorridos na cidade de Cajazeiras no período de 2015 a 2020.

A partir dos dados diários de chuva, obtiveram-se as séries históricas de chuvas mensais e anuais para o período de 2015 a 2020. Esses dados foram submetidos a uma análise descritiva e, a série contínua de dados mensais de chuva, referente a janeiro de 2015 até dezembro de 2020 foi ajustada ao modelo de distribuição Log Normal e submetida ao teste de aderência de Qui-quadrado com 5% de significância.

#### **4.3 Análises dos dados referentes às ocorrências de doenças de veiculação hídrica**

As doenças identificadas como de veiculação hídrica referem-se aos casos de ocorrência de Dengue, Diarreia e Chikungunya notificados no município de Cajazeiras – PB, no período de 2015 a 2020. Os dados utilizados neste estudo foram obtidos no banco de dados do Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-

DDA), produzidos pelas Unidades de Saúde de Cajazeiras e registrado no sistema de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), ligados a Secretaria Municipal de Saúde de Cajazeiras – PB, mediante liberação prévia documentada via ofício para a coordenadora do Núcleo de Educação Continuada em Saúde.

Os casos notificados de dengue, diarreia e chikungunya foram tabulados e organizados em tabelas com os totais de casos mensais em cada ano. Além disso, os casos notificados de dengue foram contabilizados por faixa etária de 0 a 10, 11 a 20, 21 a 30, 31 a 40, 41 a 50, 51 a 60, 61 a 70, 71 a 80, 81 a 90, 91 a 100 e mais de 100 anos de idade.

Os dados mensais de dengue organizados de forma contínua, indo de janeiro de 2015 até dezembro de 2020, foram ajustados através do modelo de distribuição de probabilidade Log Normal submetidos ao teste de aderência qui-quadrado com 5% de significância.

Uma ANOVA não paramétrica utilizando o Teste de Kruskal-Wallis e o Teste de comparações múltiplas de Dunn com nível de significância de 5% de probabilidade foi efetuado entre os valores de casos mensais de dengue, diarreia e chikungunya. Além do mais, foi produzido a ANOVA não paramétrica utilizando o Teste de Kruskal-Wallis e o Teste de comparações múltiplas de Dunn com nível de significância de 5% de probabilidade comparando-se ao número de casos entre os anos de 2015 a 2020 das citadas doenças. Por outro lado, para verificar se houve associação entre gênero e faixa etária no número de casos de dengue aplicou-se o teste de Qui-Quadrado de independência.

A verificação da existência de correlação entre dados de chuva mensal e casos mensais de dengue, de diarreia e chikungunya, bem como entre os dados de dengue e de chikungunya, foi feita através do teste não paramétrico de Spearman.

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 Dados de chuva mensal

Os dados de chuva totais mensais e anual, obtidos no banco de dados da AESA, para a cidade de Cajazeiras, juntamente com a média e desvio padrão de cada mês e anual, referente ao período de 2015 a 2020, estão descritos na Tabela 1.

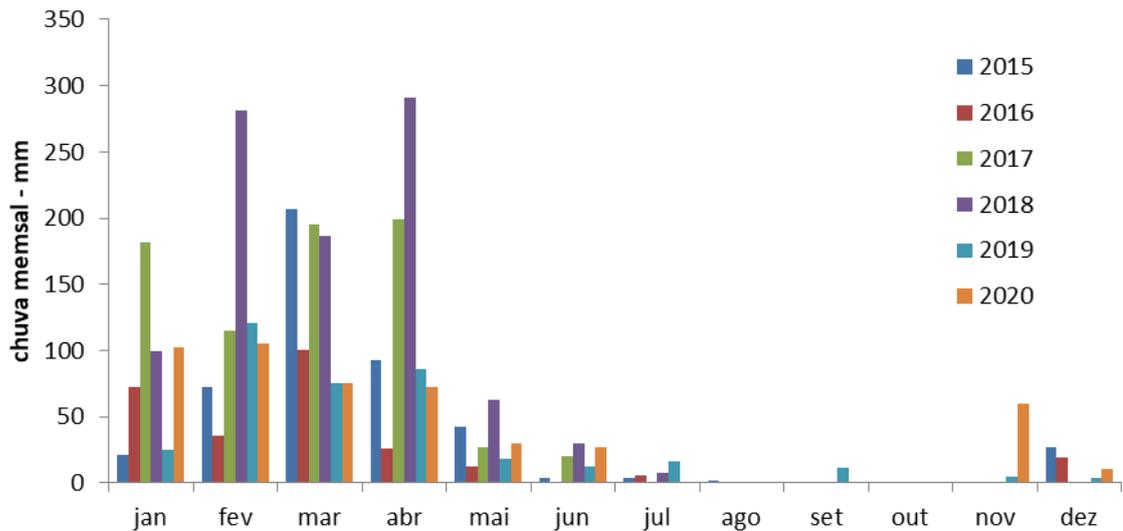
**Tabela 7:** Valores de chuva mensal e anual observados em Cajazeiras

Mês	Ano						Media	Desvio Padrão
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Jan	21,0	72,5	181,6	99,4	25,3	102,1	83,7	59,4
Fev	72,5	35,4	114,8	281,3	120,6	105,4	121,7	84,4
Mar	207,2	100,2	195,1	186,7	75,2	75,2	139,9	62,8
Abr	92,2	25,5	198,9	290,6	85,4	72,5	127,5	98,1
Mai	42,2	12,5	27,1	62,3	18,4	30,2	32,1	18,0
Jun	3,5	0,7	20,3	30,1	12,1	26,5	15,5	12,1
Jul	4,0	5,5	0,0	7,1	16,5	1,1	5,7	5,9
Ago	1,5	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,4	0,7
Set	0,0	0,5	0,0	0,0	11,0	0,0	1,9	4,5
Out	0,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,2
Nov	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	60,1	10,8	24,2
Dez	27,3	19,5	0,0	0,0	3,5	10,1	10,1	11,2
T.anual	471,9	272,3	737,8	957,5	373,5	483,2	549,4	253,0

**Fonte:** Autor Próprio

Observa-se na referida tabela a concentração de chuva entre os meses de janeiro e junho, com maiores ocorrências entre os meses de fevereiro a abril. Historicamente, o inverno para a região do semiárido é apontado de janeiro a março, e maio contém os maiores índices pluviométricos.

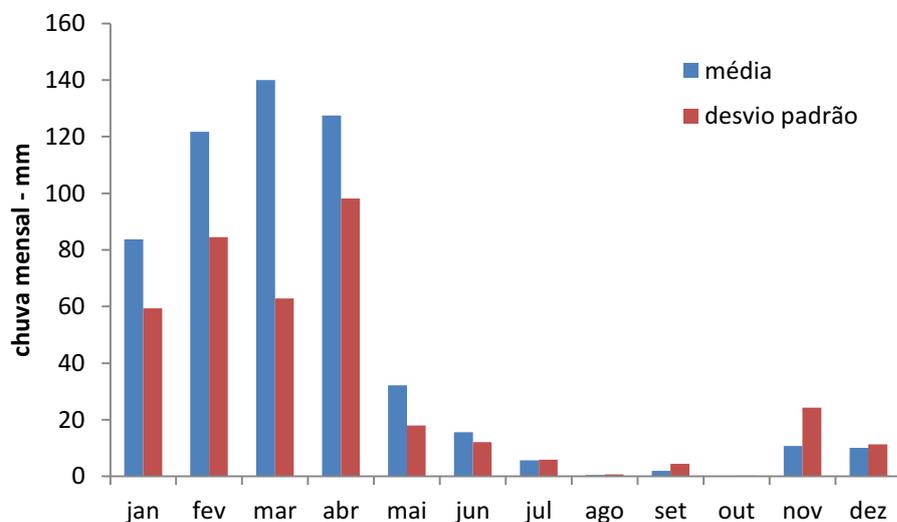
Segundo a AESA 2021, o semiárido tem a maior parte do seu território coberto pela Caatinga - único bioma exclusivamente brasileiro - encontrado em regiões com um déficit hídrico e longos períodos de estiagem. Baseados nisso, as médias pluviométricas em Cajazeiras variam em períodos de concentração de chuva, fato este importante para quem reside em comunidades rurais, sendo fundamental a criação dos sistemas de reservatórios para captar e armazenar a água das chuvas e garantir a segurança hídrica no período de estiagem.

**Figura 21:** Distribuição de chuva mensal entre 2015 a 2020 na cidade de Cajazeiras.

**Fonte:** Autor Próprio

Na Figura 3, estão plotados os dados de chuva mensais da cidade de Cajazeiras, descritos anteriormente na Tabela 1, referentes aos anos de 2015 a 2020. Baseado nisso, além de dificuldades climáticas, o nordeste tem um solo cristalino, a média pluviométrica varia no decorrer do ano dependendo da região e a quantidade de chuva torna-se irregular no tempo e no espaço, sendo que a evaporação é maior do que a quantidade de chuva que cai ao longo do ano (CORREIA, 2019).

Os valores esperados de chuva mensais em Cajazeiras apresentam-se na Figura 4, através das médias e dos correspondentes valores de desvio padrão, obtidos da Tabela 1, os quais indicam uma alta variabilidade nos valores de chuvas mensais.

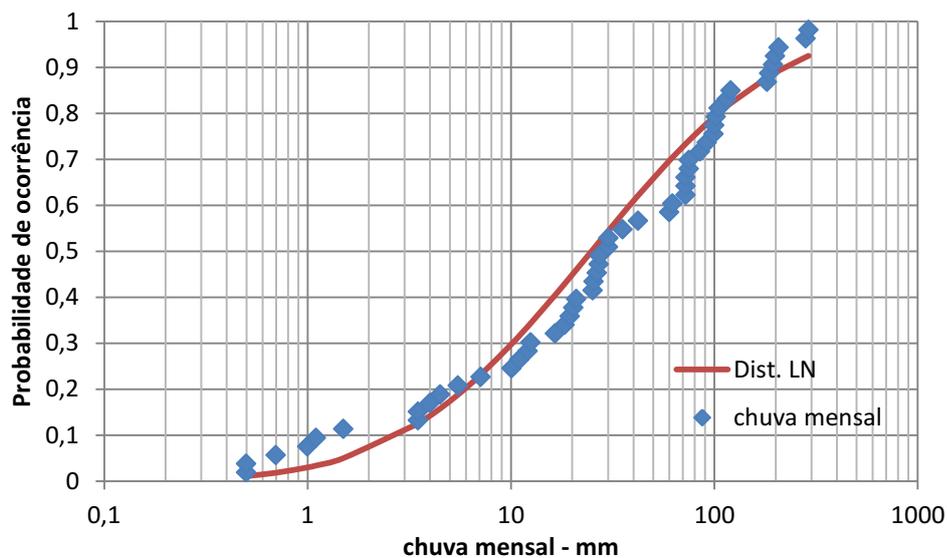
**Figura 22:** Valores da média e desvio padrão de chuvas mensais em Cajazeiras

**Fonte:** Autor Próprio

Cabe mencionar que de acordo com Xavier 2020, a elevada disponibilidade de radiação solar, associada à irregularidade do regime pluviométrico, contribui para o aumento das taxas de evaporação, as quais variam de 1000 a 2000 mm ano e podem chegar a 3000 mm ano em algumas regiões no interior do Nordeste.

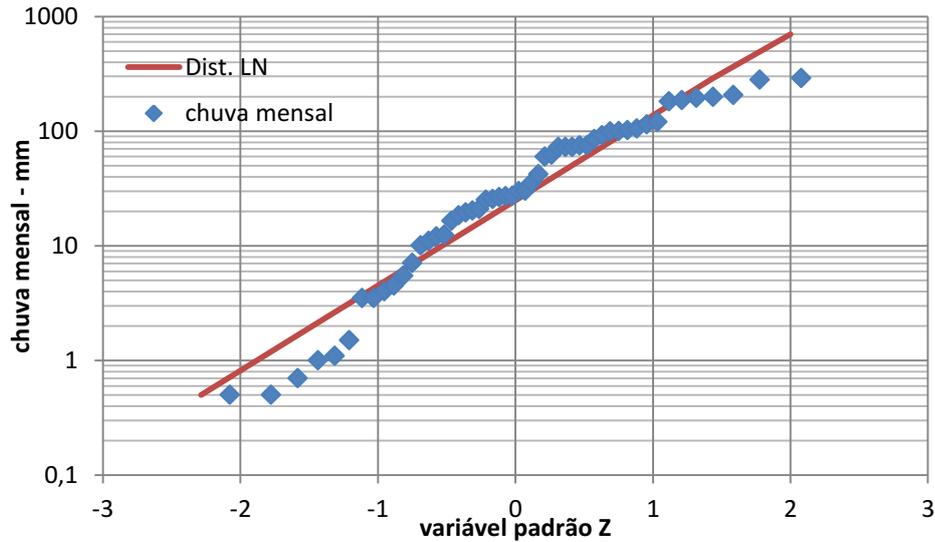
As altas taxas de evaporação, que ocorrem no Semiárido brasileiro, tanto em superfícies livres de água (açudes, represas, etc.) como no solo, representam uma perda significativa na disponibilidade hídrica de uma região para o crescimento e o desenvolvimento das espécies, das quais, ao longo dos séculos, podem resultar em seleção e adaptação daquelas mais resistentes à falta de água. As informações sobre precipitação e evaporação podem ser estudadas com fins de conhecer o extrato do balanço hídrico climatológico, que informa sobre os locais onde há maior ou menor excesso de água ou déficit hídrico.

**Figura 23:** Distribuição Log Normal dos dados de chuva mensal de Cajazeiras



Fonte: Autor Próprio

A análise da ilustração 5, permite mostrar a probabilidade de ocorrência de chuvas, que representa a precipitação igual ou inferior ao valor estimado para determinado período, tem papel importante no planejamento de sistemas de distribuição de água, reduzindo os custos de aquisição e o risco de escassez de água. Séries de chuvas mensais são, normalmente, bem ajustadas através do modelo de distribuição de probabilidade Log Normal. A imagem 5 exibe os dados de chuva mensal apresentados na Tabela 1, juntamente, com o modelo de ajuste da distribuição Log Normal. Enquanto que a Figura 6 representa a plotagem dos dados e do modelo Log Normal em função da variável padronizada  $Z$  do logaritmo dos dados de chuva.

**Figura 24:** Posição de plotagem dos dados de chuva mensais e do modelo Log Normal

Fonte: Autor Próprio

As Figuras 5 e 6 exibem a qualidade do ajuste da distribuição de probabilidade Log Normal aos dados de chuvas mensais de Cajazeiras, referentes ao período de 2015 a 2020, o qual foi submetido e aceito pelo teste de aderência qui-quadrado com significância de 5%.

## 5.2 Dados de Dengue

Os números mensais de casos de dengue observados em Cajazeiras, obtidos no banco de dados do SIVEP-DDA (2021), referentes ao período de 2015 a 2020, estão exibidos na Tabela 2.

**Tabela 8:** Números de casos mensais de dengue em Cajazeiras entre 2015 e 2020.

Mês	Ano						Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
jan	18	41	8	1	2	14	84
fev	39	240	2	1	11	36	329
mar	31	653	5	3	12	30	734
abr	58	379	13	27	13	3	493
mai	384	248	3	38	49	10	732
jun	235	80	3	33	57	8	416
jul	105	81	0	21	58	2	267
ago	52	56	7	16	20	2	153
set	30	8	3	4	9	3	57
out	11	0	5	0	7	5	28
nov	12	2	4	2	4	0	24
dez	14	0	1	2	6	0	23
T.anual	989	1788	54	148	248	113	3340

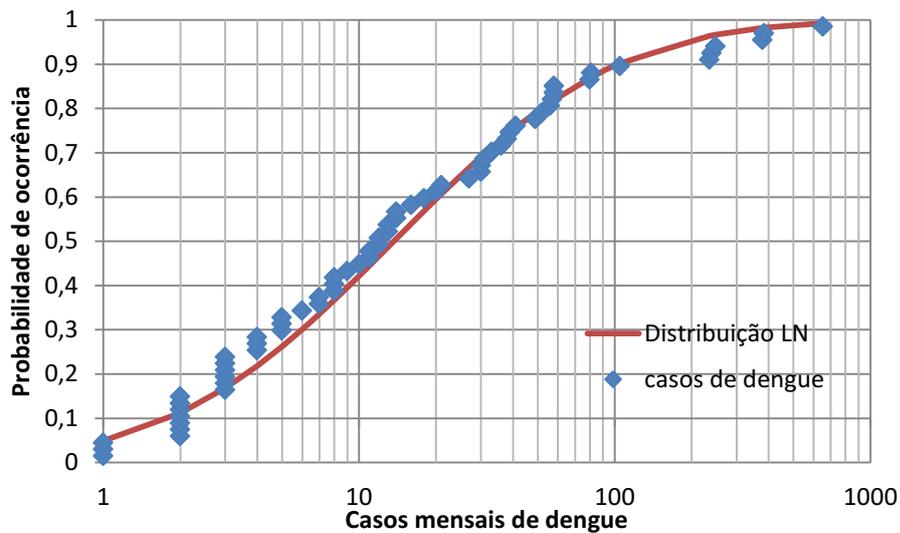
Fonte: Autor Próprio

O número de casos mensais de Dengue observados em Cajazeiras, embora seja uma variável discreta, foi ajustada de forma adequada à distribuição Log Normal, segundo teste qui-quadrado com 5% de significância. Os referidos dados estão plotados na Figura 7, juntamente com o modelo de distribuição Log Normal, cuja posição de plotagem está exibida na Figura 8.

Para tanto, a incidência de Dengue no decorrer desses 5 anos de pesquisa evidencia que a doença está em elevados dados nos meses mais chuvosos dos anos, cujo principal vetor das arboviroses, o *Aedes aegypti*, tem sua trajetória associada com o hábitat humano, caracterizando-o com um comportamento sinantrópico e antropofílico, que acompanha o homem e seu deslocamento com períodos mais frios. Diversos estudos explicam que há fatores que determinam a distribuição geográfica deste vetor e a consequente infecção por arboviroses, entre eles, encontram-se o clima, sendo que o tropical e o subtropical mostram-se mais susceptíveis à presença do vetor; fluxo populacional; condições precárias de saneamento básico; abastecimento de água inadequado; moradia inapropriada; coleta de lixo insuficiente, acarretando acúmulo de lixo como possível foco de vetores; fatores educacionais e culturais (MOTA, 2020).

Entretanto, para Brasil 2021, a Dengue está associada a uma infraestrutura urbana inadequada, na qual proporciona situações susceptíveis para a reprodução de pragas e vetores de diversas patologias. O principal transmissor das arboviroses por exemplo, o *Aedes aegypti*, como já tratado anteriormente, tem sua reprodução favorecida por poças de água em áreas urbanas, e esses ambientes, com água parada, são comum em locais com lixo acumulado nas ruas peridomicílio, com abastecimento de água ineficaz, e sem saneamento básico. Podendo considerar então que a população residente em regiões com tais características estão mais sujeitas a se infectar pelo vírus transmitido por esse vetor.

**Figura 25:** Distribuição Log Normal dos casos mensais de dengue em Cajazeiras

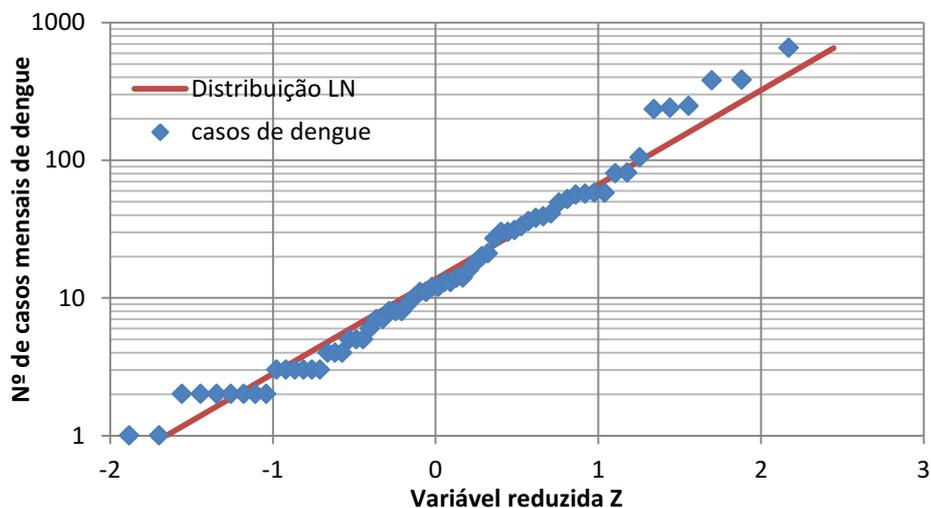


Fonte: Autor Próprio

Na cidade de Cajazeiras, os casos de Dengue são notórios na Figura 7, tendo uma distribuição bastante diferenciada quanto ao quantitativo de casos nesse período compreendido entre 2015 a 2020, com alguns meses em menor quantidade, porém não indica que a doença parou de existir, mais talvez esteja relacionada ao início da pandemia do Covid 19 onde os casos de Dengue foram notificados em menor quantidade devido aos esforços e a maior atenção quanto ao momento vivenciado pela pandemia.

A incidência de casos de dengue também flutua com as condições climáticas e está associada com o aumento da temperatura, pluviosidade e umidade do ar, condições que favorecem o aumento do número de criadouros disponíveis, e também, o desenvolvimento do vetor.

**Figura 26:** Posição de plotagem dos casos mensais de dengue e do modelo Log Normal

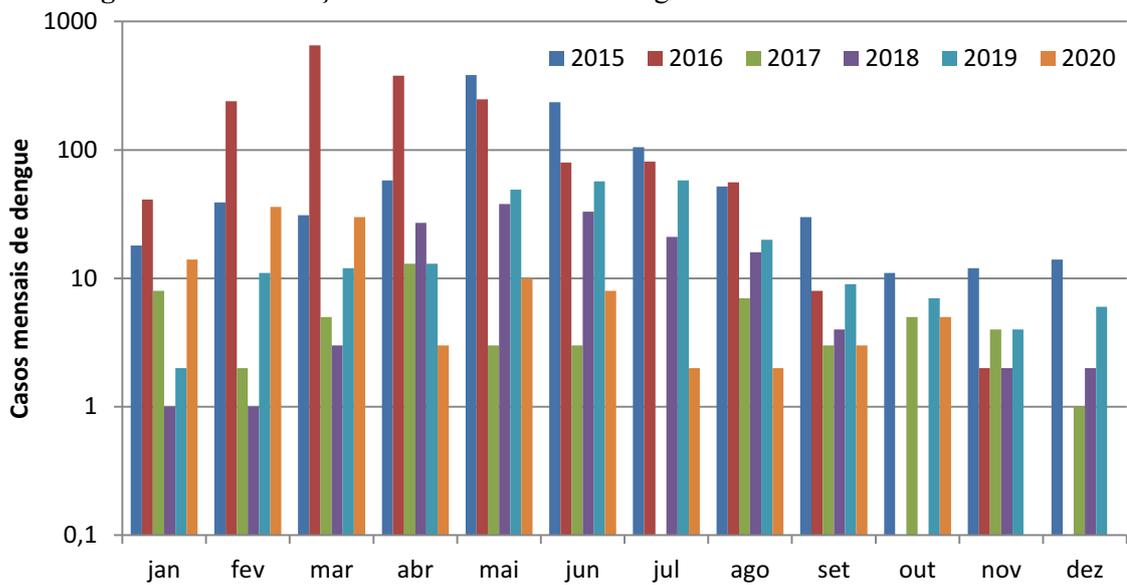


Fonte: Autor Próprio

Analisando as imagens 7 e 8, observa-se, claramente, a tendência dos casos mensais de dengue em seguir o modelo de distribuição de probabilidade Log Normal. A importância do conhecimento de um modelo de distribuição dos dados reside na possibilidade da estimativa de ocorrência dos valores prováveis de casos mensais de dengue.

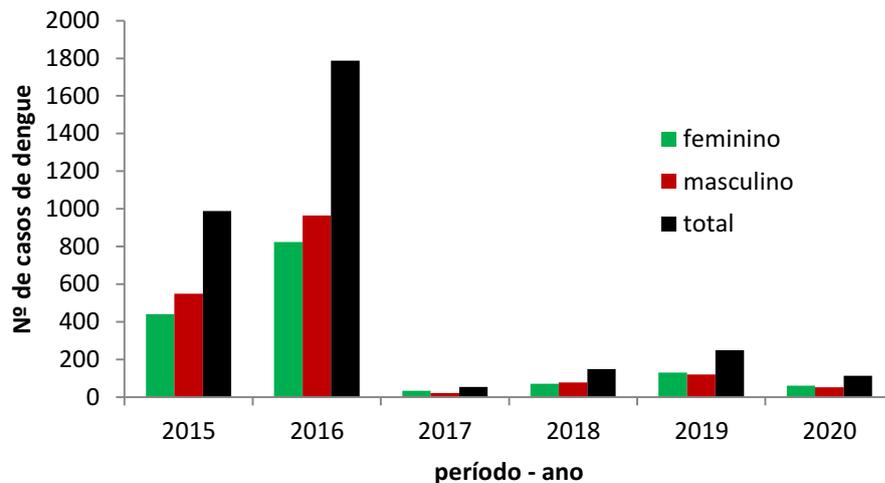
A Figura 9, apresenta os casos mensais de dengue, em escala logarítmica, distribuídos ao longo dos meses dos anos 2015 a 2020, apresentados na Tabela 2. Já a Figura 10 mostra o número anual de casos de dengue distribuídos ao longo dos 6 anos de estudo, separados por gêneros feminino e masculino, em escala aritmética.

**Figura 27:** Distribuição mensal dos casos de dengue observados entre 2015 a 2020



Fonte: Autor Próprio

**Figura 28:** Distribuição anual dos casos de dengue por gênero entre 2015 e 2020



Fonte: Autor Próprio

Analisando a Tabela 2, conjuntamente com as Figuras 9 e 10, percebe-se uma distribuição de casos de dengue semelhante ao padrão de ocorrência de chuvas mensais no período de estudo, onde os maiores casos estão concentrados nos meses que correspondem ao período chuvoso, entre janeiro e junho, destacando-se o ano de 2016 seguido por 2015 como os anos de maiores ocorrência de casos, em que o gênero masculino se sobressaiu em relação ao feminino.

De acordo com Gonçalves Neto, em 2018 a Dengue tem acometido indivíduos de ambos os sexos, porém existem estudos que mostram maior incidência em homens do que em mulheres. Pessoas de todas as idades são suscetíveis de adquirir esta infecção, contudo a maior incidência de casos nas faixas etárias mais elevadas é um padrão observado em áreas endêmicas, logo após a introdução de um sorotipo do vírus.

A quantidade de casos de dengue por faixa etária ocorrida durante os seis anos de estudo estão apresentados na Tabela 3, juntamente, com o total e porcentagem de casos por faixa etária e por ano de observação.

**Tabela 9:** Número de casos de dengue por faixa etária entre os anos 2015 a 2020

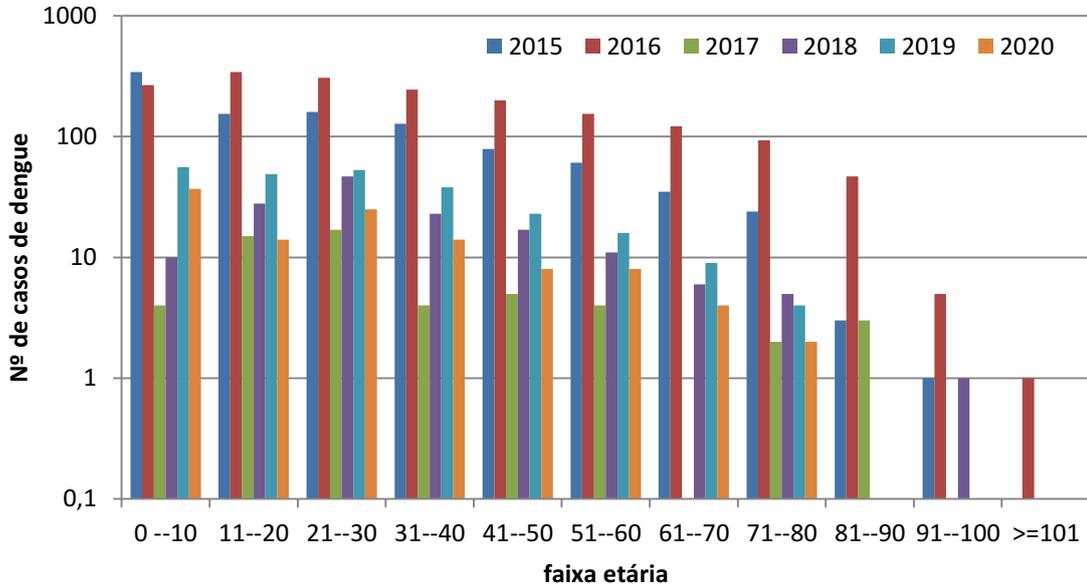
Faixa etária	Período em anos						Total	%Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
0 –10	343	268	4	10	56	37	718	21.5
11—20	155	344	15	28	49	14	605	18.1
21--30	160	307	17	47	53	25	609	18.2
31--40	128	246	4	23	38	14	453	13.6
41--50	79	200	5	17	23	8	332	9.9
51--60	61	155	4	11	16	8	255	7.6
61--70	35	122	0	6	9	4	176	5.3
71--80	24	93	2	5	4	2	130	3.9
81--90	3	47	3	0	0	0	53	1.6
91--100	1	5	0	1	0	0	7	0.2
≥ 101	0	1	0	0	0	1	2	0.1
Total	989	1788	54	148	248	113	3340	100,0
% Total	29.6	53.5	1.6	4.4	7.4	3.4	100.0	-

**Fonte:** Autor Próprio

Na Figura 11 estão exibidos os casos de Dengue por faixa etária e ano de observação, conforme valores de casos de dengue apresentados na Tabela 3. A Figura 12 exhibe o total e a porcentagem de casos por idades, indicando que há uma relação inversa entre o número de casos e a faixa etária, variando de 21,5% para a faixa de 0 a 10 anos até 0,1% para a faixa acima de 100 anos de idade. Constatou-se a ocorrência de casos em crianças de 0 a 10 anos, adultos jovens, nos intervalos compreendidos entre os 21 a 30 anos e 31 a 40 anos, destes a maioria do sexo masculino.

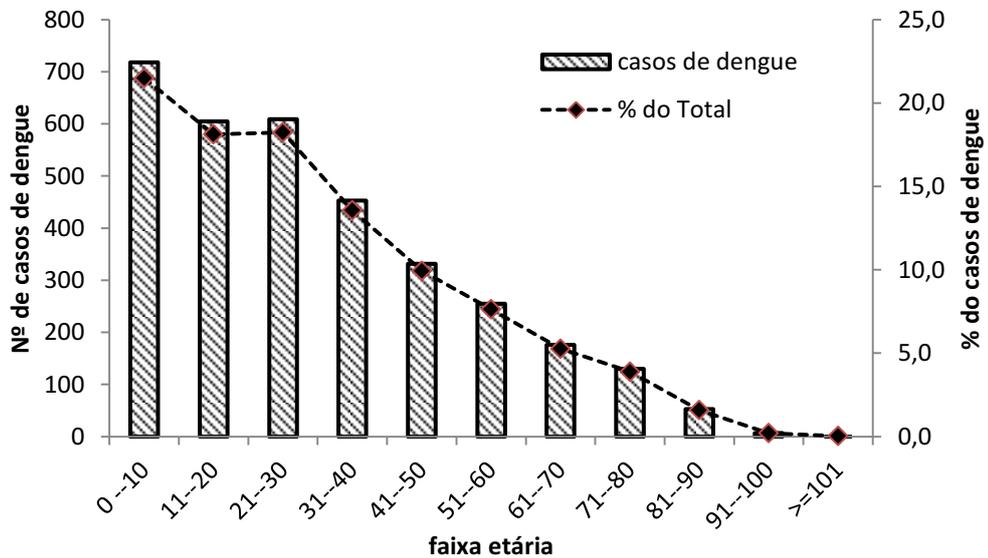
Essa relação de adoecimento envolvendo crianças e adultos jovens, nos estudos de Passos et al 2017, apresenta uma correlação com a mesma faixa etária e fatores abióticos observados em associação a números de casos, pluviosidade e temperatura considerando o tempo entre o fator biológico, a transmissão e o registro do caso no sistema de informação.

**Figura 29:** Número de casos de dengue por faixa etária e ano de ocorrência



Fonte: Autor Próprio

**Figura 30:** Número total e porcentagem de casos por faixa etária



Fonte: Autor Próprio

Na Tabela 4 estão descritos os valores de casos de dengue por faixa etária e gênero feminino e masculino, observados durante o período de 2015 a 2020.

**Tabela 10:** Número de casos de dengue por faixa etária e gênero entre 2015 a 2020

Gênero	Faixa etária – anos									
	0 a 10	11 a 20	21 a 30	31 a 40	41 a 50	51 a 60	61 a 70	71 a 80	81 a 90	> 90
F	339	294	344	247	194	166	99	67	31	1
M	379	311	264	205	138	88	77	62	22	8
Total	718	605	608	452	332	254	176	129	53	9

**Fonte:** Autor Próprio

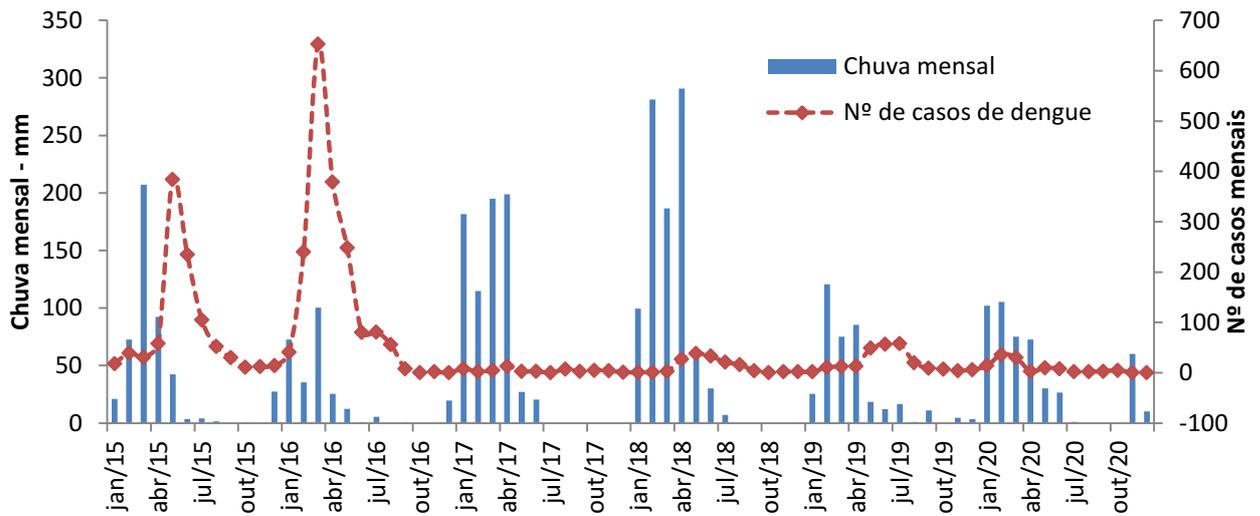
Uma ANOVA não paramétrica utilizando o Teste de Kruskal-Wallis foi realizada entre os valores de casos de dengue mensais, do qual se constatou - pelo Teste de comparações múltiplas de Dunn - que não houve diferença significativa em nível de 5% de probabilidade entre os meses, embora a variação entre as medianas das colunas tenha sido significativamente maior do que o esperado por acaso, com um valor de P de 0,0249, considerado significativo.

Da mesma forma, procedeu-se uma análise de variância não paramétrica através de Teste de Kruskal-Wallis comparando-se o número de casos entre os anos de 2015 a 2020, encontrando diferenças significativas entre os anos de 2015 e 2018 ( $p < 0,05$ ), 2015 e 2020 ( $p < 0,05$ ), 2016 e 2017 ( $p < 0,05$ ) e extremamente significativa entre 2015 e 2017 ( $p < 0,01$ ) com aplicação do teste de comparações múltiplas de Dunn.

Por outro lado, para verificar se houve associação entre gênero e faixa etária no número de casos de dengue aplicou-se o teste de Qui-Quadrado de independência, o qual indicou haver associação entre gênero e faixa etária [ $\chi^2(9)=45,078$ ;  $p < 0,001$ ] com V de Cramer de 0,116, significando que 11,6 % dos casos são explicados pelo gênero.

### 5.3 Relação entre Chuvas mensais e casos mensais de dengue

Com os dados de chuva mensal apresentados na Tabela 1, os números mensais de casos de dengue descritos na Tabela 2, confeccionou-se a Figura 13, na qual está exibida a relação entre os valores históricos de casos mensais de dengue e de chuvas mensais no período entre 2015 e 2020.

**Figura 31:** Gráficos das séries históricas de chuvas e casos de dengue mensais

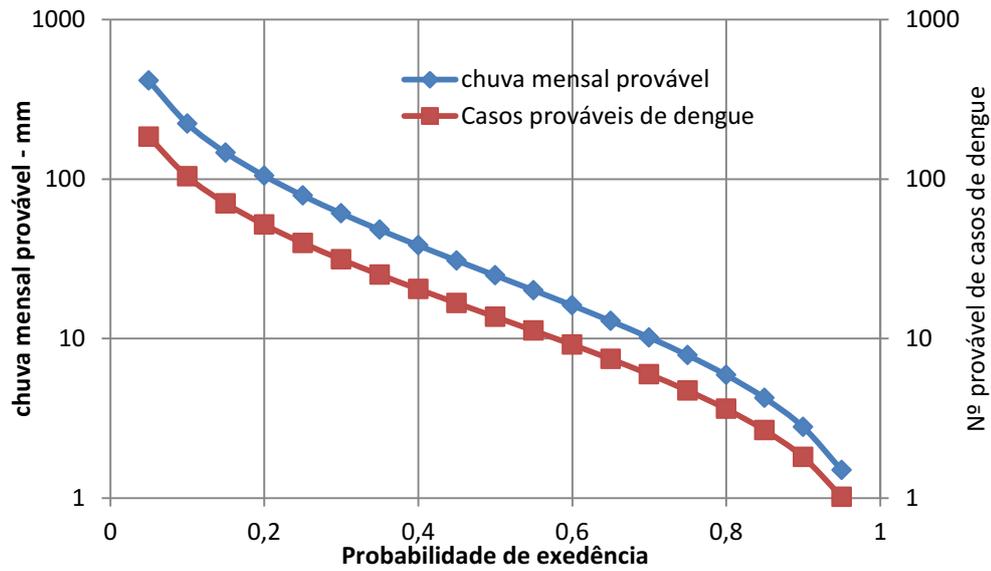
**Fonte:** Autor Próprio

Analisando a relação entre valores de chuvas mensais e casos de dengue entre 2015 e 2020, afere-se a ocorrência de valores mais elevados de dengue em 2016, seguido por 2015, períodos em que a ocorrência de chuva não foi a mais elevada, embora tenha ocorrido um valor extremamente elevado de casos de dengue no ano de 2016.

A verificação da existência de correlação entre dados de chuva mensal e casos mensais de dengue foi feita através do teste não paramétrico de Spearman. A correlação de Spearman demonstrou que só houve conexão entre chuvas mensais e casos mensais de dengue para o mês de fevereiro, que resultou numa forte correlação negativa com ( $p = -0,943$  e  $p = 0,005$ ). A mesma ocorrência foi feita entre os anos de 2015 a 2020, em que a ligação de Spearman demonstrou que só houve correlação moderada entre chuvas mensais e casos mensais de dengue para o ano de 2016 com ( $p = 0,586$  e  $p = 0,045$ ), portanto uma correlação positiva.

Com os modelos de distribuição de probabilidade Log Normal ajustados aos dados mensais de chuvas e aos casos mensais de dengue, conforme Figuras 5 e 7, respectivamente, obtiveram-se os valores prováveis de chuvas mensais e de números de casos prováveis de dengue para diferentes valores de probabilidade de excedências, variando de 5 até 95%, os quais estão plotados na Figura 14.

**Figura 32:** Valores Prováveis de chuva mensal e de casos mensais de dengue para a Cidade de Cajazeiras



Fonte: Autor Próprio

#### 5.4 Casos de Chikungunya

Os números mensais de casos de Chikungunya observados em Cajazeiras, obtidos no banco de dados do SIVEP-DDA (2021), referentes ao período de 2015 a 2019, estão exibidos na Tabela 5.

**Tabela 11:** Valores de casos de chikungunya ocorridos em Cajazeiras entre 2015e 2019

Mês	Período – ano					Total	% Total
	2015	2016	2017	2018	2019		
jan	0	1	0	0	0	1	0.1
fev	0	30	2	0	0	32	3.0
mar	0	234	1	0	0	235	22.2
abr	0	348	3	1	2	354	33.5
mai	0	225	1	0	1	227	21.5
jun	0	71	0	1	1	73	6.9
jul	1	51	5	0	2	59	5.6
ago	3	53	0	0	0	56	5.3
set	0	10	3	2	0	15	1.4
out	0	0	1	0	0	1	0.1
nov	0	1	1	0	1	3	0.3
dez	0	1	1	0	0	2	0.2
Total	4	1025	18	4	7	1058	100
%Total	0.4	96.9	1.7	0.4	0.7	100.0	

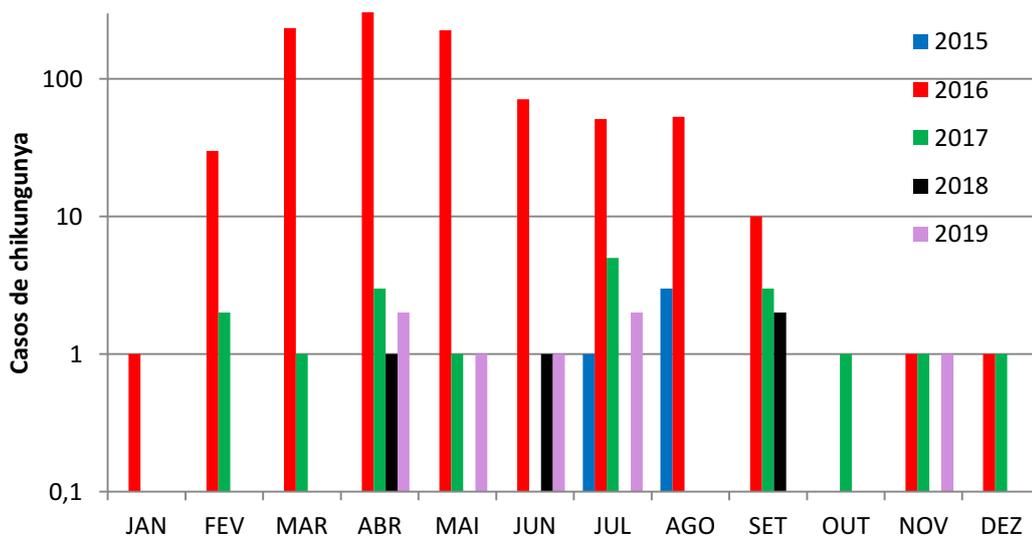
Fonte: Autor Próprio

Na tabela 5, visualizam-se números elevados de Chikungunya entre os meses de março a maio, com ênfase no ano de 2016. No grupo das doenças infecciosas emergentes e

reemergentes, os arbovírus transmitidos por mosquitos, como dengue (DENV) e chikungunya (CHIKV), são considerados importantes desafios para a saúde pública. Além do cenário causado pelo DENV, endêmico em quase todo o país e causando epidemias há décadas, a introdução do CHIKV no território brasileiro traz grande preocupação. Ambos são transmitidos por mosquitos do gênero *Aedes*, particularmente, *Ae. Aegypti* e *Ae. Albopictus*, duas espécies invasoras e cosmopolitas. A primeira, de comportamento antropofílico, é encontrada com maior frequência em locais de aglomeração humana, realizando o repasto sanguíneo e o repouso no interior de habitações. Já a segunda, exibe comportamento alimentar diverso, com maior frequência em áreas de menor aglomeração humana, alimentando-se e repousando preferencialmente no peridomicílio (HONÓRIO et al, 2009).

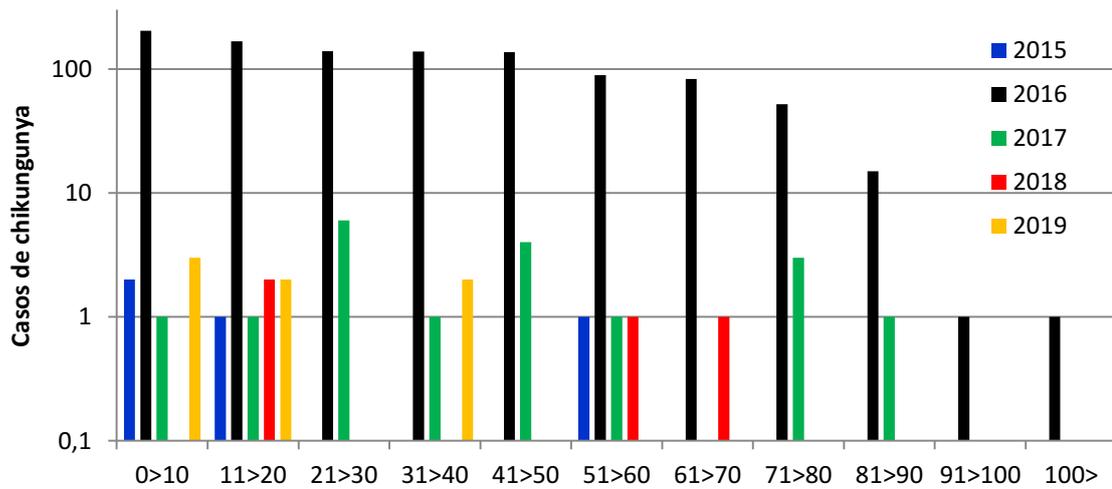
A ilustração 15, apresenta os casos mensais de chikungunya, em escala logarítmica, distribuídos ao longo dos meses dos anos 2015 a 2019, apresentados na Tabela 5. A Figura 16 exibe os casos de chikungunya em relação à faixa etária para o citado período.

**Figura 33:** Casos mensais de chikungunya em Cajazeiras entre 2015 e 2019



**Fonte:** Autor Próprio

De acordo com esses dados, alerta-se que as arboviroses, neste caso a CHIKV são doenças de notificação compulsória e estão presentes na Lista Nacional de Notificação Compulsória de Doenças, Agravos e Eventos de Saúde Pública, e sabe-se que a ocorrência de casos suspeitos pode indicar um possível surto, portanto, as autoridades de saúde pública mais próxima, devem ser imediatamente notificadas.

**Figura 34:** Casos de chikungunya por faixa etária entre 2015 e 2019 em Cajazeiras

Fonte: Autor Próprio

Analisando os casos de dengue e de chikungunya, constatou-se a existência da relação entre os casos de dengue e de chikungunya do ano de 2016, através do teste não paramétrico de Spearman, que resultou numa forte correlação positiva com ( $\rho = 0,903$  e  $p < 0,001$ ). Nos demais anos não houve correlação.

### 5.5 Casos de Diarreia

Os números mensais de casos de diarreia observados em Cajazeiras, obtidos no banco de dados do SIVEP-DDA (2021), referentes ao período de 2015 a 2020, estão exibidos na Tabela 6.

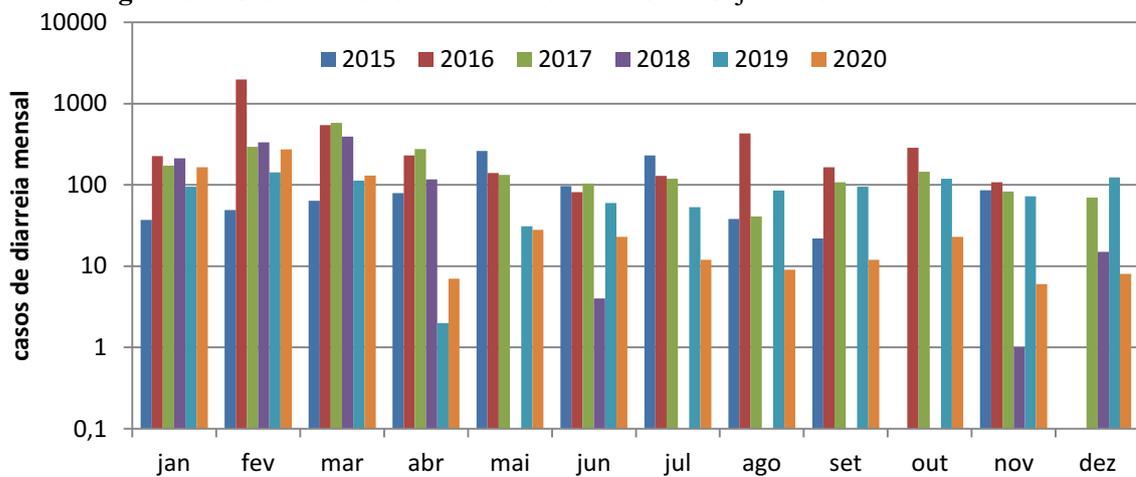
Inúmeros problemas ambientais são marcados pela intervenção humana sobre a natureza, destruição de ambientes silvestres e níveis de poluição elevados, os quais influenciam na qualidade de vida da humanidade, pois a degradação ambiental constitui-se em uma ameaça aos sistemas de suporte à vida. Esses fatores podem repercutir, por exemplo, na irregularidade das chuvas, na baixa qualidade dos recursos hídricos disponíveis e, conseqüentemente, na escassez de bens naturais básicos como a carência de água adequada para o consumo humano.

Segundo a OMS, as doenças diarreicas estão diretamente relacionadas diretamente com a qualidade da água, sobretudo, com as condições de abastecimento hídrico, saneamento básico e higiene. Além disso, a diarreia infecciosa afeta de forma dramática a saúde das crianças, gerando sobrecarga considerável aos serviços hospitalares.

**Tabela 12:** Casos mensais de diarreia ocorridos em Cajazeiras entre 2015 e 2020

Mês	Período – anos						Total	% Total
	2015	2016	2017	2018	2019	2020		
Jan	37	226	172	213	95	164	907	8.9
Fev	49	1977	293	333	143	272	3067	30.2
Mar	64	544	579	391	113	130	1821	17.9
Abr	79	231	276	117	2	7	712	7.0
Mai	261	140	132	0	31	28	592	5.8
Jun	97	81	104	4	60	23	369	3.6
Jul	230	129	119	0	53	12	543	5.3
Ago	38	429	41	0	85	9	602	5.9
Set	22	164	108	0	95	12	401	3.9
Out	0	285	145	0	119	23	572	5.6
Nov	86	108	83	1	72	6	356	3.5
Dez	0	0	70	15	123	8	216	2.1
Total	963	4314	2122	1074	991	694	10158	100
% Total	9.5	42.5	20.9	10.6	9.8	6.8	100	

Fonte: Autor Próprio

**Figura 35:** Casos mensais de diarreia ocorridos em Cajazeiras entre 2015 e 2020

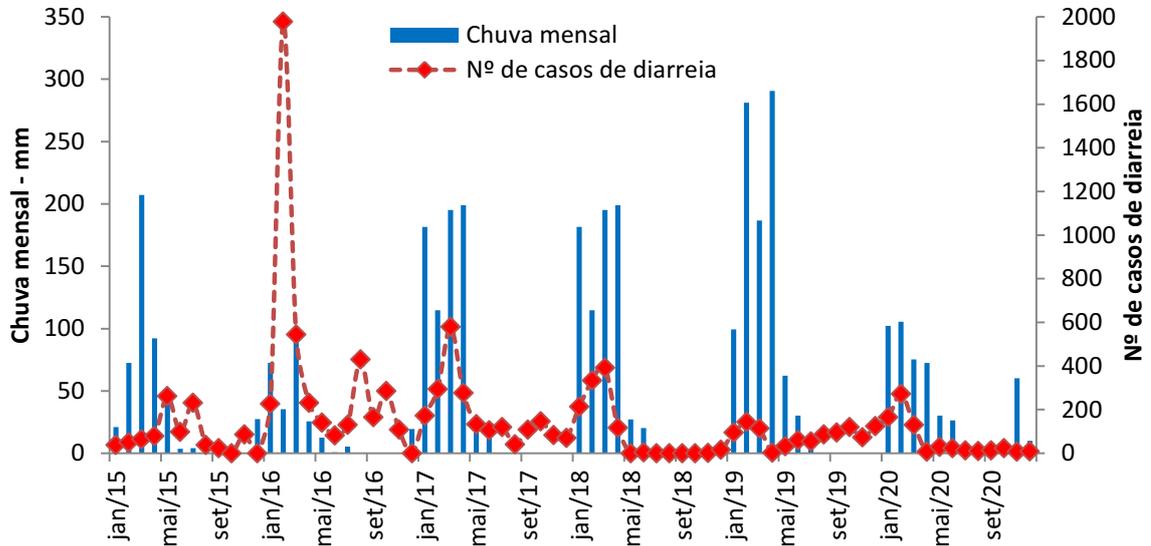
Fonte: Autor Próprio

A cidade de Cajazeiras tem relação com os casos (Figura 17) se mostrando com maior visibilidade nos meses de fevereiro dos anos analisados, segundo a tendência do ano de 2020, que apresentou menor número de casos entre os anos. Percebe-se que o maior número de casos ocorreu em fevereiro de 2016, contudo a contagem dos casos foi expressiva em todos os anos, nos meses que correspondem ao período chuvoso, com exceção de 2016 e 2017 em que os números de casos foram expressivos em todos os meses.

A aplicação da correlação de Spearman demonstrou que houve reciprocidade entre chuvas mensais e casos mensais de diarreia (Figura 18) para os anos de 2017 ( $\rho = 0,788$  e  $p =$

0,002) e 2018 ( $\rho = 0,692$  e  $p = 0,013$ ), indicando correlações positivas de moderada a forte em que 62% dos casos de diarreia em 2017 são explicados pela chuva e 48% dos casos em 2018.

**Figura 36:** Relação entre os valores históricos mensais de chuva e casos de diarreia



Fonte: Autor Próprio

A análise de regressão aplicada aos dados mensais de chuva e diarreia dos anos de 2017 e 2018 mostrou-se que os valores de chuva preveem os casos mensais de diarreia [ $F(1,22)=30,926$ ,  $p<0,001$ ,  $R^2 = 0,584$ ], e que os casos mensais da doença para os dois anos são  $48,849 + 1,371*(\text{valor da chuva mensal})$ .

## 6 CONCLUSÃO

Depreende-se, então, que a cidade de Cajazeiras possui volumes das quais se enquadram na composição territorial, onde se encontra, apresentando ocorrências de chuvas irregulares entre os anos, porém com a maior parte destas concentrações ocorrendo nos quatro primeiros meses do ano, expressando representatividade no 1º semestre do ano, cujo os volumes permanecem acima do desvio padrão, cenário este que se mostra irregular e/ou abaixo do desvio padrão para o 2º semestre anual.

Possuindo esta compreensão, a população e os órgãos interessados e responsáveis, elaboram metodologias que permitem a captação hídrica e aproveitamento ao máximo de cada recurso e condicionamento de acordo com o planejamento, baseados nos dados já adquiridos, apresentando uma probabilidade de precipitação de chuvas, que estará na média esperada para cada momento.

Neste mesmo cenário, é possível elaborar estratégias para o combate a agentes infecciosos que se proliferam a partir da utilização em algum momento de seu desenvolvimento, de maneira a elaborar a partir de cálculos a média dos casos de acordo com a interação das chuvas locais durante os meses e entre os anos.

No caso da Dengue, a cidade possui maior número de casos em homens, variando pelo ano de maneira representativa, que, ainda, em escala de faixa etária o maior número de contaminados foram indivíduos com 30 anos ou menos, com pequenas variações percentuais entre os grupos presentes nesta faixa etária. Vale salientar que os grupos acima de 80 anos apresentam baixa representatividade, possivelmente, pelo baixo número de indivíduos nestas faixas etárias, comparada aos outros grupos etários.

Todavia, salienta-se que, a correlação só entre o período de chuvas ocorrentes e a manifestação de casos de Dengue deu-se em análise mensal, porém com variações ainda representativas, o que pode apresentar a não ocorrência de uma correlação constante entre os parâmetros.

Já em relação à Chikungunya só houve correlação com a Dengue, no período de 2016, com correlação positiva, possivelmente devido ao fato do mosquito transmissor de ambas as doenças, ser da mesma espécie, o que pode apresentar que no ano que se observa a ocorrência destes mosquitos possa ter sido alta no município. Para outros parâmetros e anos, não houve uma representação significativa.

Nas análises dos casos de diarreia ocorrentes nos anos estudados, foi possível observar o alto número de casos no decorrer do ano, com ênfase nos meses mais chuvosos para região,

o que pode apresentar que os parasitas ligados a este tipo de infecção conseguiram sua maior proliferação a partir da umidade presente no ambiente, porém apresentando contaminações de locais ainda em ambientes com pouco deste recurso, devido a sua resistência por certos períodos fora de ambientes em contato com água. Ressalta-se que, a partir das análises realizadas é possível prever uma média de quantos casos pode vir a ocorrer nos anos que se segue, de acordo com o volume de precipitação esperado para o ano.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos. **Distribuição da população brasileira nas regiões hidrográficas**. Baseado nos dados do Censo Demográfico realizado pelo IBGE em 2015. Brasília, 2015a.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada nº 306, 7 de dezembro de 2014**. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de Saúde e estabelece as diretrizes para o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Disponível em: <[http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306\\_07\\_12\\_2004.html](http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2004/res0306_07_12_2004.html)>. Acesso em: 05 de julho de 2020.

ALBUQUERQUE, J. P. T; RÊGO, J. C. O semiárido brasileiro: aspectos gerais. In: GALVÃO, C. O. et al. **Recursos hídricos para a convivência com o semiárido**: abordagens por pesquisadores no Brasil, Portugal, Cabo Verde, Estados Unidos e Argentina. Porto Alegre: ABRH; Recife: Ed. Universitária da UFPE. 598 p. 2013

ALMEIDA, M.T. **Enteropatógenos associados com diarreia aguda em crianças**. *Jornal de Pediatria*, [S.l.], 2008, p. 74.

ALVES, V.S. Um modelo de educação em saúde para o programa Saúde da Família: pela integralidade da atenção e reorientação do modelo assistencial. *Revista Interface: Comunicação, Saúde, Educação* 2015; 9(16):39-52.

AMARAL, L. A. do et al. **Água de consumo humano fator de risco à saúde em propriedades rurais**. In. *Revista de Saúde Pública*. São Paulo, 2012. Disponível em: [www.scielo.br/scielo.php?script=sci...pid](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci...pid). Acessado em: 01/07/2020.

ARAÚJO, G. F. R. et al. **Qualidade físico-química e microbiológica da água para o consumo humano e a relação com a saúde**: estudo em uma comunidade rural no estado de São Paulo. *O Mundo da Saúde*, v.35, n.1, p. 98-104, 2010.

BARBOSA, E. M.; BARATA, M. M. L.; HACON, S. S. **A saúde no licenciamento ambiental**: uma proposta metodológica para a avaliação dos impactos da indústria de petróleo e gás. *Ciência & Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, v.17, n.2, p. 299-310, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia de vigilância epidemiológica**. Série A. Normas e manuais técnicos, 8. ed. Brasília; Ministério da Saúde, 2010, p. 90, p.153- 155. Disponível em:<http://www.ministeriodasaude.gov.br> . Acesso em: 22 fev. 2014.

BASTOS, R.K.X., **Utilização Agrícola de Esgotos Sanitários**. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental - ABES. Recife. 2009. 116p.

BRANCO, S.M. & ROCHA, A.A., **Poluição, Proteção e Usos Múltiplos de Represas**. São Paulo. Edgard Blucher, CETESB, 2017. 185 p.

BRANDT, K. G.; ANTUNES, M. M. DE C.; DA SILVA, G. A. P. **Acutediarrhea**: evidence based management. *Jornal de Pediatria (Versão em Português)*, v. 91, n. 6, p. S36–S43, 2015.

BRASIL. **Indicadores de desigualdade social no Distrito Federal**. Brasília: Codeplan; Jurídico, São Paulo, 2006.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**/ Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – Brasília : Ministério da Saúde, 2016.

BRASIL. Ministério da Saúde. Fundação Nacional de Saúde. **Manual do Saneamento**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2016. Disponível em: <http://www.ministeriodasaude.gov.br>. Acesso em: 05 DE JULHO DE 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Doenças infecciosas e parasitárias**: guia de bolso. 8. ed. rev. Brasília, DF, 2018. 444 p. Disponível em: Acesso em: 07 de julho de 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Manual de aconselhamento em hepatites virais** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 52 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos) \_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Guia de Bolso. Doenças infecciosas e parasitárias. 8º ed, Brasília-DF. 2010.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Portaria de Consolidação nº 5/2017**. Departamento de Vigilância Epidemiológica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2017. 8 p. – (Série A. Normas e Manuais Técnicos).

\_\_\_\_\_. Ministério da Saúde. Guia de Bolso. Doenças infecciosas e parasitárias. 8º ed, Brasília-DF. 2010.

BONAUDO, T. *et al.* Agroecological principles for the redesign of integrated crop-livestock systems. **Europe na Journal of Agronomy**, v.57, p.43-51, 2014.

Cadernos do Cescar – Educação Ambiental – Caderno C122 2 – **Metodologias e temas socioambientais na formação de educadoras(es) ambientais** (2001– 2008) – Projeto Viabilizando a Utopia (ViU) 2005–2011. / [organizado por] Silvia Aparecida Martins dos Santos, Haydée Torres de Oliveira, Isabel Georgina Patronis Dominguez e Edna Kunieda. – São Carlos : Gráfica e Editora Futura, 2011. 228 p.

CAUBET, C. G. **A Água, a lei, a política e o meio ambiente**. Curitiba: Juruá, 2006. 306p.

CORREIA, A. M. A problemática da seca. Recife: Liber Gráfica Editora, 2019.

COSTA, A.M, **Agenda política em saneamento ambiental**: desafios para o controle social. In: Santos OA (org). Políticas de Saneamento Ambiental: inovações na perspectiva do controle social. Rio de Janeiro: FASE; 2008. p. 47-75

DNAEE – Departamento Nacional de Águas e Energia Elétrica. **Plano nacional de recursos hídricos**. Brasília, documento preliminar, consolidação de informações já disponíveis, 2010.

ERVIM, A.; FEVERO, L.O.B.; LUCHESE, E.B. **Introdução à química da água**: ciência, vida e sobrevivência. Rio de Janeiro: Ltc, 2009.

FREITAS, M. B.; Brilhante, O . M.; ALMEIDA, L. M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro:** enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cad. Saúde Pública. 17(3). 651-660. 2009.

FREITAS, M B; BRILHANTE, O M; ALMEIDA, L M. **Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro:** enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. Cadernos de Saúde Pública, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

FREITAS, J.P. ;BARBOSA, M.P.; NETO, M.F.N. **As condições socioambientais dos assentamentos rurais:** O papel da Comissão Pastoral da Terra/Sertão no Processo de Reforma Agrária Cajazeiras/PB. Revista Espacios, ISSN 0798 1015, Vol. 38 (Nº 19) Ano 2017. Pág. 29. Disponível em: <https://www.revistaespacios.com/a17v38n19/a17v38n19p29.pdf>. Acesso em 14 de julho de 2020.

GEORGE, F. **Doenças de transmissão hídrica:** nota para a história da epidemiologia. Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. 2014.

GEORGE, F. **Doenças de transmissão hídrica:** nota para a história da epidemiologia. Escola Nacional de Saúde Pública. Universidade Nova de Lisboa. 2000.

GONÇALVES, N. Aspectos epidemiológicos do dengue no município de São Luis, Maranhão, Brasil, 2015-2016. Cad Saúde Pública. 2018;20:1424-31.

GUERRA, A J T.; CUNHA, S B. da (Org.). **Impactos ambientais urbanos no Brasil.** 4ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2006. 416 p.

HÉRNADEZ-Flórez CE, Cáceres-Manrique FM. Cólera se aproxima uma nueva pandemia. Méd. UIS. 2014; 27(2):97-83.

HERRERO, Luis. **Desarrollosostenible e economia ecológica.** Madrid: Sintesis, 2009.

HONÓRIO, N.A .et al. A distribuição espacial de Aedes aegypti e Aedes albopictus em zona de transição, Rio de Janeiro, Brasil. Caderno de Saúde Pública, 2009; 25:1203-14

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos municípios brasileiros 2018.** Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/pagina-404.html>. Acesso em: 09 de julho de 2020.

JACOBI, Pedro (coord.). **Pesquisa sobre problemas ambientais e qualidade de vida na cidade de São Paulo.** São Paulo: Cedec/SEI, 2004.

KARIATSUMARI. S. N. **Saneamento Básico:** Apostila de Técnico em Gestão Ambiental. Colégio CETÊS, 2007. Disponível em: . Acesso em 02 de julho de 2020.

MAGALHÃES, T. **Perigo de morte (ou risco de vida).**Bio2005;7(7):4-9.

MANUAL DE SANEAMENTO. 3a.edição - Brasília: Ministério da Saúde: Fundação Nacional de Saúde, 2005. 374p.

MURRAY, P.R. **Microbiologia Médica**. 4. ed.[S.l]: Elsevier, 2004.

MOTA, S. **Urbanização e Meio Ambiente**, 3º edição, ABES. Rio de Janeiro, 2020.

NÓBREGA, J. S. et al. **Estudo da viabilidade do uso de cisternas em assentamento rural no município de Várzea-PB**. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 11, n. 1, p. 23, 2016.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. Publicación científica n. 572. OPS, Washington, D.C., 2000.

ORGANIZACIÓN PANAMERICANA DE LA SALUD (OPS). **La salud y el ambiente en el desarrollo sostenible**. Publicación científica n. 572. OPS, Washington, D.C., 2010.

PINHEIRO, J. C. V; CARVALHO, R. M. **Gestão dos recursos hídricos no sistema agroindustrial nordestino: uma abordagem teórica**. Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional, G&DR, Taubaté,SP, v. 6, n. 1, p. 52-72, 2010.

PHILIPPI, J.A. (ed.). **Saneamento, Saúde e Ambiente**. Barueri, SP: Manole; 2009.

RICHTER, C. A.; AZEVEDO NETO, Jose M. de. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. São Paulo: Blucher, 2007.

RODRIGUEZ, A.F. **Os caminhos das águas**. Agroanalysis2008;18:22-6.

ROLIM, A. B.; MARACAJÁ, P. B.; RIBEIRO, G. DO N. **Análise da produção leiteira da microrregião de Cajazeiras – PB utilizando krigagem**. [s.l.] Universidade Federal de Campina Grand, 2018.

SACHS, Ignacy. **Estratégias de transição para o século XXI - desenvolvimento e meio ambiente**. São Paulo: Studio Nobel/Fundap, 2013.

SILVA, L. M. DA et al. **Uso de técnicas alternativas para captação, infiltração e reuso de águas: estudo de caso em Cajazeiras (PB)**. Revista Principia - Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, v. 1, n. 40, p. 116, 2018.

SILVA, M. A.; BRAGA, C. C.; AGUIAR M. J. N.; NIETZCHE, M. H.; SILVA, B. B. Atlas climatológico do Estado da Paraíba. Projeto FINEP-UFPB, Campina Grande: FINEP/UFPB, 1984. 130p.

SMITH, A; REACHER, M; SMERDON, W; ADAK, G.K; NICHOLS, G; CHALMERS, R.M. **Outbreaks of waterborne infectious intestinal disease in England and Wales**, 2015. EpidemiolInfect2006;134:1141-1149.

SOCIEDADE PORTUGUESA DE GASTROENTEROLOGIA. **Diarreia: avaliação e tratamento**. Normas De Orientação Clínica, 2015.

SOUZA, R.R. Programa Saúde da Família. **Revista Brasileira de Saúde da Família**, 2016.

SOUZA Júnior, Teobaldo Gabriel de; MEIRELES Ana Célia Maia; OLIVEIRA, Carlos Wagner; SANTOS, Yannice Tatiane da Costa; ROQUE, Rafaella de Lima. Açude grande de cajazeiras (PB): um insustentável exemplo de descuido com a água no semiárido brasileiro. **Revista Bea**, São Paulo, V. 15, No 3: 315-337, 2020

TAKEDA, I.; FUKUSHIMA, A.; SOMURA, H. **Long-term trends in water quality in an under-populated watershed and influence of precipitation.** Journal of Water and Environment Technology, Vol. 7, No. 4, 2009.

TUCCI, C. E. M.; HESPANHOL, I.; CORDEIRO NETTO, O. M. **Cenários da Gestão da Água no Brasil:** uma contribuição para a visão mundial da Água. 2002. Disponível em: <http://www.profrios.hpg.ig.com.br/html/artigos/cenarios.html>. Acesso em: 05 de julho de 2020.

TOLEDO, L., G.; FERREIRA, C.J.A. Impactos das atividades agrícolas na qualidade da água. **Revista Plantio Direto, Passo Fundo**, n. 58, p. 21-27, 2000.

TOLEDO, L.M. **O Cólera nas Américas e a sua produção no Brasil.** Informe Epidemiológico do SUS 2009; II(1) : 7-17.

UHR, Júlia Gallego Ziero; SCHMECHEL, Mariana; UHR, Daniel de Abreu Pereira. Relação entre saneamento básico no Brasil e saúde da população sob a ótica das internações hospitalares por doenças de veiculação hídrica. RACEF – **Revista de Administração, Contabilidade e Economia da Fundace**. v. 7, n. 2, p. 01-16, 2016.

XAVIER, T. M. M. S. Classificação e monitorização de períodos secos e chuvosos e cálculo de índices pluviométricos para a região Nordeste do Brasil. Ano 2020, **Revista Brasileira de Engenharia/Cadernos de recursos hídricos**, vol 22, nº2, pp.7-31.