

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO CENTRO-OESTE – UNICENTRO
SETOR DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E AMBIENTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO *STRICTO SENSU* EM ENGENHARIA SANITÁRIA
E AMBIENTAL

KAROLINE DE SOUZA CARDOSO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SUA
RELAÇÃO COM DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA**

IRATI - PR

2022

KAROLINE DE SOUZA CARDOSO

**AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E SUA
RELAÇÃO COM DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA**

Dissertação apresentada como requisito parcial à obtenção de grau de Mestre em Engenharia Sanitária e Ambiental, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Magno de Sousa Vidal.

Coorientadora: Prof^a. Dra. Jeanette Beber de Souza

IRATI - PR

2022

Catálogo na Publicação
Rede de Bibliotecas da UNICENTRO

C268a

Cardoso, Karoline de Souza

Avaliação da qualidade da água para consumo humano e sua relação com doenças de veiculação hídrica / Karoline de Souza Cardoso. -- Irati, 2022.
xiii, 62 f. : il. ; 28 cm

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual do Centro-Oeste, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, 2022.

Orientador: Carlos Magno de Sousa Vidal

Coorientadora: Jeanette Beber de Souza

Banca examinadora: Carlos Magno de Sousa Vidal, Grasielle Soares Cavallini e Tatiane Bonametti Veiga

Bibliografia

1. Qualidade bacteriológica da água. 2. Doenças de veiculação hídrica. 3. Doenças diarreicas agudas. 4. Leptospirose. I. Título. II. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental.

| CDD 628.4

TERMO DE APROVAÇÃO

Karoline de Souza Cardoso

Avaliação da qualidade da água para consumo humano e sua relação com doenças de veiculação hídrica

Dissertação aprovada em 09/09/2022, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre, no Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Engenharia Sanitária e Ambiental, área de concentração em Saneamento Ambiental e Recursos Hídricos, da Universidade Estadual do Centro-Oeste, pela seguinte Banca Examinadora:



Dr. Carlos Magno de Sousa Vidal
Universidade Estadual do Centro-Oeste
Orientador e Presidente da Banca



Dra. Grasielle Soares Cavallini
Universidade Federal de Tocantins



Dra. Tatiane Bonametti Veiga
Universidade Estadual do Centro-Oeste

Irati-PR, 09 de setembro de 2022.

AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Universidade Estadual do Centro-Oeste, ao Departamento de Engenharia Ambiental e especialmente ao Laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água por toda a infraestrutura e dados fornecidos e por todo o conhecimento que me foi passado ao longo de minha carreira acadêmica, levo destes lugares amigos, mestres e inspirações para vida.

Agradeço a Seção de Vigilância Epidemiológica da 4ª Regional de Saúde (SCVGE/04RS) por toda atenção e disponibilidade de dados para realização desta pesquisa.

Agradeço aos professores Carlos e Jeanette que me orientaram brilhantemente e sempre me forneceram o apoio necessário neste trabalho e em toda a minha caminhada na universidade, a professora Izabel Bonete por todo o auxílio nas análises estatísticas e a Joelma Fedalto por toda a ajuda na secretaria do mestrado.

Agradeço as professoras Tatiane Bonametti Veiga e Grasielle Soares Cavallini por terem aceitado participar como banca em minha defesa e por contribuírem com seus conhecimentos para o êxito deste trabalho.

Agradeço de forma imensurável a Ana Maria Charnei por todo o companheirismo, conselhos e carinho durante esta jornada. Também sou extremamente grata as minhas amigas Érica M. Garbachevski e Fernanda Filipaki que estiveram presentes durante todo o momento me apoiando, seja rindo ou chorando juntas, e dando força para que eu chegasse até aqui. Assim como a Sara e a Luana, que, apesar da distância, nunca estiveram ausentes. E ao Guilherme Gavlak por todas as conversas e risadas que também me ajudaram a concluir este ciclo. Considero vocês, meus amigos, anjos em minha vida!

Agradeço aos meus pais, Idemar e Joelma, minhas referências para a vida e a quem devo todos os valores e moral que carrego, por me incentivarem a sempre ir mais longe e não ter medo do novo, por me acompanharem em todos os momentos mesmo com o cansaço e correria do trabalho e por terem feito todos os esforços possíveis para eu me formar e continuar me especializando. Agradeço também ao meu irmão, Mateus, que muitas vezes mesmo sem saber, me ajudou a manter o foco e conseguir chegar ao fim do mestrado. Dedico este trabalho a vocês que são a minha base e meu refúgio neste imenso e complexo mundo. Eu vejo vocês!

Também agradeço a todos que não tiveram o nome citado, mas que me auxiliaram direta ou indiretamente de alguma forma na realização desta pesquisa.

Por fim, inspirada em Carl Sagan, digo que “diante da vastidão do tempo e da imensidão do universo, é um imenso prazer para mim dividir um planeta e uma época com vocês”. Eu realmente não teria conseguido acabar essa pós-graduação sem a ajuda e o apoio de cada um de vocês. Muito obrigada!!!

“Se eu vi mais longe, foi porque estava sobre os ombros de gigantes”.

(Isaac Newton)

“Deixem que o futuro diga a verdade e avalie cada um de acordo com o seu trabalho e realizações. O presente pertence a eles, mas o futuro pelo qual eu sempre trabalhei pertence a mim”.

(Nikola Tesla)

“Nobody said it was easy...
No one ever said it would be this hard...”

(The Scientist, Coldplay)

“A vida não é fácil para nenhum de nós. Mas e daí? Nós devemos ter persistência e, acima de tudo, confiança em nós mesmos. Devemos acreditar que somos talentosos em alguma coisa, e que essa coisa, a qualquer custo, deve ser alcançada”.

(Marie Curie)

RESUMO

Dentre os agravos à saúde associados a água estão as doenças diarreicas agudas (DDA), que são responsáveis pela morte de milhares de crianças e adultos todos os anos em todo o mundo e que geralmente estão relacionadas a hábitos de higiene precários e ingestão de água e/ou alimentos contaminados por patógenos entéricos. E a leptospirose, doença transmitida por bactérias presentes em excretas de animais infectados (principalmente roedores) geralmente apresenta elevação em seus índices de notificação em períodos chuvosos e com enchentes. Na presente pesquisa foi realizado o levantamento de dados epidemiológicos para a prevenção e controle desses agravos à saúde, tendo esta sido desenvolvida com os objetivos de avaliar a qualidade microbiológica da água de abastecimento dos municípios pertencentes a 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS), durante o período de 2014 a 2019, e verificar sua correlação com DDA e também avaliar se há associação entre casos de leptospirose e períodos de enchente na região, assim como com os níveis de precipitação registrados no local durante o período estudado. Para tal, foi realizado o levantamento de dados disponibilizados pelo Laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água, da Unicentro, e pela Seção de Vigilância Epidemiológica da 4ª Regional de Saúde (SCVGE/04RS), a partir da organização e tabulação das informações e análises estatísticas dos fatores de interesse. Foram analisados 8.271 laudos de amostras de água da região e detectou-se que a maior parte das amostras coletadas nos municípios da 4ª RS (55,66%), entre 2014 e 2019, encontravam-se fora do padrão estabelecido pela legislação vigente. Além disso, quase 60% dessa parcela apresentava contaminação por *Escherichia coli* (*E. coli*), indicando contaminação fecal desses pontos. Ainda, observou-se durante a tabulação dos laudos, que no decorrer do tempo, muitas vezes eram coletadas amostras dos mesmos locais e estes continuavam contaminados, levando-se a inferir que não eram tomadas ações de melhoria para correção da situação ou que tais ações não foram eficientes no período estudado. Entretanto, não foi encontrada correlação significativa entre DDA e a proporção relativa de amostras de água não conformes (fN), em relação a coliformes totais (CT) e *E. coli*, nos municípios e na área como um todo abrangida pela 4ª RS. Da mesma forma, não se encontrou correlação entre incidência de leptospirose com a situação de risco de contato com água ou lama de enchente nos 30 dias antecedentes dos primeiros sintomas do agravo e nem com os índices de precipitação acumulados no período estudado. Esta pesquisa evidenciou características específicas em relação a qualidade da água e aos agravos avaliados que podem auxiliar os gestores da região na tomada de decisão para melhorias nas áreas contempladas pela temática abordada que podem trazer benefícios para a saúde pública.

Palavras-chave: Qualidade bacteriológica da água, Doenças de veiculação hídrica, Doenças diarreicas agudas, Leptospirose.

ABSTRACT

Among the health problems associated with water are acute diarrheal diseases (ADD), which are responsible for the death of thousands of children and adults every year around the world and which are usually related to poor hygiene habits and drinking water and/or food contaminated by enteric pathogens. And leptospirosis, a disease transmitted by bacteria present in the excreta of infected animals (mainly rodents) usually presents an increase in its notification rates in rainy and flooding periods. In the present research, the survey of epidemiological data for the prevention and control of these health problems was carried out, having been developed with the objective of evaluating the microbiological quality of the water supply of the municipalities belonging to the 4th Regional Health of Paraná (4th RS), during the period from 2014 to 2019, and to verify its correlation with ADD and also to assess whether there is an association between cases of leptospirosis and periods of flooding in the region, as well as with the levels of precipitation recorded in the place during the period studied. To this end, a survey of data made available by the Laboratory of Environmental Sanitation and Water Quality, of Unicentro, and by the Epidemiological Surveillance Section of the 4th Regional Health (SCVGE/04RS) was carried out, based on the organization and tabulation of information and analyzes statistics of the factors of interest. 8,271 reports of water samples from the region were analyzed and it was found that most of the samples collected in the municipalities of the 4th RS (55.66%), between 2014 and 2019, were outside the standard established by current legislation. In addition, almost 60% of this portion had contamination by *Escherichia coli* (*E. coli*), indicating fecal contamination of these points. Also, during the tabulation of the reports, it was observed that, over time, samples were often collected from the same places and these remained contaminated, leading to the inference that improvement actions were not taken to correct the situation or that such actions were not taken. were not efficient in the period studied. However, no significant correlation was found between DDA and the relative proportion of non-conforming water samples (fN), in relation to total coliforms (TC) and *E. coli*, in the municipalities and in the area as a whole covered by the 4th RS. Likewise, no correlation was found between the incidence of leptospirosis and the risk of contact with water or mud from flooding in the 30 days prior to the first symptoms of the disease, nor with the precipitation rates accumulated in the studied period. This research evidenced specific characteristics in relation to the water quality and the evaluated diseases that can help the managers of the region in the decision making for improvements in the areas covered by the addressed theme that can bring benefits to public health.

Keywords: Bacteriological quality of water, Waterborne diseases, Acute diarrheal diseases, Leptospirosis.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Divisões do grupo de bactérias coliformes.	19
Figura 2 – Classificações dos estudos epidemiológicos.....	27
Figura 3 – Municípios pertencentes a 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS).	29
Figura 4 – Fluxograma com as etapas do desenvolvimento da pesquisa.	30
Figura 5 – <i>Boxplot</i> da proporção relativa de amostras não conformes (fN) na região abrangida pela 4ª RS, de 2014 a 2019.	36
Figura 6 – Proporção relativa de amostras não conformes (fN), de 2014 a 2019, dos municípios pertencentes a 4ª RS.....	37
Figura 7 – Formação de grupos entre os municípios pertencentes a 4ª RS em relação qualidade da água, de 2014 a 2019.	38
Figura 8 – <i>Boxplot</i> de DDA, de 2014 a 2019, da área contemplada pela 4ª RS.....	40
Figura 9 – Incidência de DDA, de 2014 a 2019, dos municípios pertencentes a 4ª RS.....	41
Figura 10 – Formação de grupos entre os municípios pertencentes a 4ª RS em relação a incidência de DDA, de 2014 a 2019.....	42
Figura 11 – Incidência de leptospirose, de 2014 a 2019, e precipitação acumulada, de dez/2013 a nov/2014, em Irati-PR.	46
Figura 12 – Ocorrência de leptospirose, de 2014 a 2019, e precipitação acumulada, de dez/2013 a nov/2014, na área abrangida pela 4ª RS, com exceção dos municípios de F. Pinheiro e Rio Azul.	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Doenças associadas a água.	20
--	----

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de laudos obtidos por municípios e seu percentual de amostras não conformes (NC) e os tipos de amostras (SAA, SAC e SAI), entre 2014 e 2019...	33
Tabela 2 – Porcentagem de não conformidade por tipo de amostra, entre 2014 e 2019.....	34
Tabela 3 – Número de notificações de casos de DDA entre 2014 e 2019, nos municípios da 4 ^a RS.	39
Tabela 4 – Coeficientes de correlação e valores de p dos municípios na análise entre DDA e qualidade da água.	43
Tabela 5 – Número de notificações de casos de leptospirose, entre 2014 e 2019, nos municípios da 4 ^a RS.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

4ª RS	4ª Regional de Saúde
CGLAB	Coordenação Geral de Laboratórios de Saúde Pública
CT	Coliformes Totais
Datusus	Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde
DDA	Doenças Diarreicas Agudas
DENAM	Departamento de Engenharia Ambiental
DTHA	Doenças de transmissão hídrica e alimentar
<i>E. coli</i>	<i>Escherichia coli</i>
Funasa	Fundação Nacional de Saúde
GAL	Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial
IAT	Instituto Água e Terra
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDDA	Programa de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
ONU	Organização das Nações Unidas
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAC	Solução Alternativa Coletiva
SAI	Solução Alternativa Individual
SCVGE/04RS	Seção de Vigilância Epidemiológica da 4ª Regional de Saúde
SIDRA	Sistema IBGE de Recuperação Automática
SIH-WEB	Sistema de Informações Hidrológicas
SINAN-NET	Sistema de Informação de Agravos de Notificação
Sisagua	Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
SIVEP-DDA	Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica – Doenças Diarreicas Agudas
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SVS	Secretária de Vigilância em Saúde
VE-DTHA	Vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar
Vigiágua	Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano
WHO	<i>World Health Organization</i>

LISTA DE SÍMBOLOS

\cong	Aproximadamente
fN	Frequência ou proporção relativa de amostras de água não-conformes
I	Incidência acumulada
NA	Número total de amostras de água
NAM	Número de amostras de água não conformes
NCN	Número de casos novos do agravo durante o período estudado
NPR	Número de pessoas sob risco de desenvolver o agravo durante o período especificado
p	p-valor – significância
r	Coeficiente de correlação de <i>Pearson</i>
ρ	Coeficiente de correlação de <i>Spearman</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. OBJETIVO GERAL.....	15
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	15
3. REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1. QUALIDADE DA ÁGUA.....	15
3.1.1. Indicadores microbiológicos da qualidade da água: Coliformes Totais (CT) e <i>Escherichia coli</i> (<i>E. coli</i>).....	17
3.2. DOENÇAS ASSOCIADAS A ÁGUA.....	19
3.2.1. Doenças Diarreicas Agudas (DDA).....	22
3.2.2. Leptospirose.....	23
3.3. ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS.....	25
3.3.1. Estudos Epidemiológicos Ecológicos.....	27
4. METODOLOGIA	28
4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	28
4.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS.....	30
4.3. ANÁLISE DOS DADOS.....	31
4.3.1. Cálculo da incidência acumulada (I).....	32
4.3.2. Frequência ou proporção relativa de amostras de água não-conformes (fN).....	32
4.3.3. Análise estatística dos dados.....	32
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
5.1. DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS (DDA) E QUALIDADE DA ÁGUA.....	33
5.1.1. Qualidade da Água.....	33
5.1.2. Doenças diarreicas agudas (DDA).....	39
5.1.3. Associação entre doenças diarreicas agudas (DDA) e a proporção relativa de amostras de água não conformes (fN).....	43
5.2. LEPTOSPIROSE, PRECIPITAÇÃO E SITUAÇÃO DE RISCO RELACIONADA A ENCHENTES.....	44
5.2.1. Avaliação em relação ao município de Irati-PR.....	45
5.2.2. Avaliação da região abrangida pela 4ª RS.....	47
6. CONCLUSÕES	50
REFERÊNCIAS	51

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A relação entre água e saúde é pauta desde a antiguidade, antes mesmo de haver conhecimento sobre microrganismos patogênicos, e ao longo do tempo essa associação foi sendo desvendada através de investigações e estudos até se chegar nos dias atuais, em que a preocupação com mudanças climáticas e poluição dos recursos hídricos torna-se cada vez mais presente devido aos riscos que traz para a saúde pública e ao meio ambiente (SILVA; COSTA, 2019).

Sabe-se que a água é elemento essencial a vida e é direito de todos ter acesso a quantidade suficiente e com qualidade adequada para consumo. Além disso, a literatura de forma geral, assim como órgãos importantes como a *World Health Organization* (WHO), aponta que ela pode se tornar importante ponto de veiculação de várias doenças como diarreias, leptospirose, ascaridíase, giardíase, esquistossomose, entre outras quando contaminada, sendo necessário o seu monitoramento e controle constantes.

A ocorrência de doenças diarreicas agudas (DDA) está intimamente ligada com a qualidade da água, bem como com hábitos culturais, de higiene e condições de saneamento básico. De acordo com a OMS, aproximadamente 829 mil pessoas por ano perdem a vida para a diarreia causada pela falta de água potável, saneamento e higiene das mãos, desse grupo cerca de 297 mil são crianças menores de 5 anos. Este agravo muitas vezes pode ser evitado se esses fatores de risco forem controlados (WHO, 2022a).

Além disso, a água tem um papel importante na transmissão de leptospirose, visto que em períodos de fortes precipitações com enxurradas, enchentes e inundações, o agente patógeno deste agravo acaba atingindo áreas extensas antes sem contaminação expondo a população ao risco de infecção. Ressalta-se que locais com falta de acesso a saneamento básico, como, por exemplo, falta de água potável e que apresentam acúmulo de resíduos, caracterizados pela urbanização desordenada, tornam-se focos de criação de vetores deixando os indivíduos ao seu redor vulneráveis (PORTELA; KOBİYAMA; GOERL, 2020).

Visto isso, o desenvolvimento de estudos sobre a ocorrência desses agravos avaliando a sua associação com condições de qualidade da água e demais fatores relacionados em diferentes regiões torna-se importante para auxiliar os gestores da saúde pública na tomada de decisão de ações para prevenção e controle eliminando riscos evitáveis acerca do assunto.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

- Avaliar a qualidade microbiológica da água de abastecimento e sua relação com doenças de veiculação hídrica dos municípios pertencentes a 4ª Regional de Saúde do Paraná, no período de 2014 a 2019.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Verificar a conformidade ou não de amostras de água dos municípios pertencentes 4ª RS em relação a coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*);
- Analisar a ocorrência e a taxa de incidência de DDA nos municípios pertencentes a 4ª RS;
- Verificar se há correlação entre a taxa de incidência de DDA e a qualidade microbiológica da água, em relação a CT e *E. coli*, na área abrangida pela 4ª RS;
- Analisar a ocorrência e a taxa de incidência de casos de leptospirose na área abrangida pela 4ª RS;
- Verificar se há correlação entre casos de leptospirose e períodos enchenes na área abrangida pela 4ª RS e se há associação entre casos desse agravo e os índices de precipitação no local.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. QUALIDADE DA ÁGUA

Quando se fala em qualidade da água abre-se um grande leque de possibilidades, visto que suas classificações e considerações dependem dos usos preponderantes estabelecidos. Neste trabalho será dada evidência para informações sobre a qualidade da água utilizada para abastecimento humano.

De acordo com a Organização das Nações Unidas (ONU, 2010) é direito de todos ter acesso a água suficiente, de maneira contínua e segura para uso pessoal e doméstico. Nesse sentido, um dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), definidos em 2015, versa sobre água potável e saneamento, com a finalidade de assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.

Entre suas metas, até 2030, estão: alcançar o acesso universal e equitativo a água potável e segura para todos e melhorar a qualidade da água, com a redução da poluição, eliminação de despejos e minimização da liberação de produtos químicos e materiais perigosos, reduzindo pela metade a proporção de águas residuais não tratadas e aumentando substancialmente a reciclagem e reutilização segura globalmente, entre outras (ONU, 2022).

Ainda há muito o que se fazer para que essas metas sejam alcançadas, pois, conforme descrito pela Organização Mundial de Saúde, aproximadamente 785 milhões de pessoas no mundo não tem acesso a serviços básicos de água potável e 144 milhões dessa parcela utilizam fontes superficiais para consumo (WHO, 2019).

No Brasil, em média, 15,9% da população não possui atendimento a serviços de água de potável (SNIS, 2020). E a falta de acesso a água de qualidade apropriada para abastecimento está associada a diversas doenças de transmissão hídrica, sendo este fato abordado em vários trabalhos desenvolvidos acerca da temática (VON SPERLING, 2014; OLIVEIRA et al., 2017; CASTRO; CRUVINEL; OLIVEIRA, 2019).

Para que a água seja considerada própria para consumo humano, sem oferecer riscos para a saúde, ela deve atender aos padrões de potabilidade vigentes, entre os quais, na Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021, estão a ausência de coliformes totais (CT), que são microrganismos que indicam fragilidades no sistema de abastecimento, e *Escherichia coli* (*E. coli*), que estão relacionadas a contaminação fecal, por exemplo. (BRASIL, 2021a). Mais adiante, as características desses microrganismos serão abordadas com maior detalhe, visto que são objeto de estudo deste trabalho.

Há diversos parâmetros físico-químicos e microbiológicos, com seus valores máximos permitidos, que são avaliados conforme estabelecido nessa portaria de potabilidade, nela é afirmado que é responsabilidade da Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS/MS) promover e monitorar a vigilância da qualidade da água para consumo humano juntamente com as Secretarias de Saúde dos Estados, do Distrito Federal e dos Municípios e respectivos responsáveis pelo controle da qualidade da água.

Além disso, está entre suas competências, entre outras, a implementação do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Vigiágua), que ocorreu a partir de 2000, com o objetivo de garantir o acesso a água potável em quantidade suficiente para a população através de um conjunto de ações desenvolvidas pelas autoridades de saúde pública (BEVILACQUA et al., 2014; BRASIL, 2022a).

Nesse programa as vigilâncias sanitárias seguem um plano de amostragem básico para análise de água avaliando turbidez, cloro, fluoreto, coliformes totais e *Escherichia coli*. Para

isso, são coletadas amostras de água de três tipos de fontes, sendo elas de sistemas de abastecimento de água (SAA), de soluções alternativas coletivas (SAC) e de soluções alternativas individuais (SAI) (BRASIL, 2016), estando no Art. 5º, da Portaria GM/MS Nº 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL,2021a), as suas definições, conforme a seguir:

[...] V - sistema de abastecimento de água para consumo humano (SAA): instalação composta por um conjunto de obras civis, materiais e equipamentos, desde a zona de captação até as ligações prediais, destinada à produção e ao fornecimento coletivo de água potável, por meio de rede de distribuição;

VI - solução alternativa coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC): modalidade de abastecimento coletivo destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição;

VII - solução alternativa individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI): modalidade de abastecimento de água para consumo humano que atenda a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares; [...].

Além do plano de amostragem básico, o Vigiágua ainda apresenta um plano de monitoramento para agrotóxicos, de monitoramento específico, que varia de acordo com o objetivo, e um plano de monitoramento para evento de saúde pública, como surtos (BRASIL, 2016).

Os resultados das análises desenvolvidas nesse programa são concentrados no Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua), que teve sua primeira versão disponibilizada em 2000 para 5 estados para testes e em 2001 para todo o país. Esse sistema foi desenvolvido pela Fundação Nacional de Saúde (Funasa), com o objetivo de facilitar a gestão de riscos à saúde com a disponibilização de informações rapidamente para planejamento e tomada de ação em situações associadas à água para abastecimento (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2019). Desde então, novas atualizações da ferramenta são disponibilizadas pelo Departamento de Informática do SUS (Datasus), estando hoje na Versão 1.23.25.

3.1.1. Indicadores microbiológicos da qualidade da água: Coliformes Totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*)

A identificação direta de patógenos na água pode levar muito tempo e ser dispendiosa devido aos métodos utilizados para determinação, além disso, devido ao fato de apenas parte da população apresentar esses organismos e ocorrer a diluição nos despejos de esgotos, a concentração deles pode ser baixa dificultando seu monitoramento. Portanto, para uma maior confiabilidade nos resultados da avaliação da qualidade microbiológica da água, opta-se por

utilizar indicadores de contaminação que são mais facilmente identificados (GRUBER; ERCUMEN; COLFORD JR., 2014; LIBÂNIO, 2010).

Os indicadores devem ser encontrados em grande quantidade em ambientes contaminados, não devem se proliferar na água e sobreviver por um tempo maior do que os patógenos nesse meio, devem apresentar resistência igual ou um pouco maior do que eles aos processos de desinfecção, não estarem presentes em águas não poluídas, serem de fácil identificação, entre outras características (CABELLI et al., 1983 apud SALES, 2005).

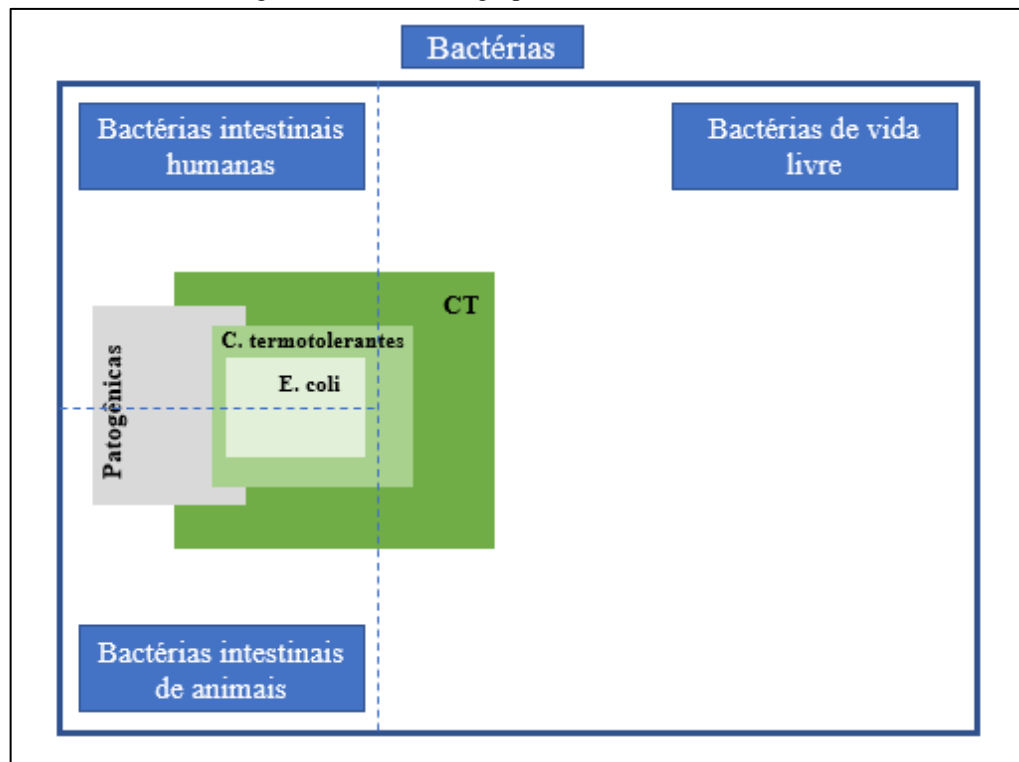
Existem diversos indicadores microbiológicos para diferentes organismos, nesse sentido, tanto os coliformes totais quanto a *E. coli* são amplamente utilizados como indicadores da qualidade bacteriológica da água, sendo considerados parâmetros importantes em diversas normas, como na Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021.

Os coliformes totais (CT) englobam um grande grupo de bactérias presentes no solo, vegetação e em fezes de animais homeotérmicos, eles possuem a capacidade de fermentar lactose e produzir ácido ou aldeído num período de 24 horas em temperatura entre 35 e 37°C (APHA; AWWA; WEF, 2017; ANDRADE; BARROS, 2019).

Devido aos organismos não fecais que fazem parte dessa parcela, eles não devem ser utilizados como indicadores de contaminação fecal, mas sim para avaliação da eficiência de tratamento e da integridade do sistema de distribuição de água, pois sua presença pode estar associada a tratamento ineficiente, contaminação posterior ou nutrientes em excesso na água (MECENAS, NASCIMENTO; COSTA, 2020; VON SPERLING, 2014).

Inseridos no grupo dos coliformes totais, como visto na Figura 1, estão os coliformes termotolerantes, que conseguem fermentar lactose em temperaturas entre aproximadamente 44 e 45°C, dentro de 24 horas. Eles são representados pelos gêneros *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter*, com esses dois últimos podendo ser encontrados em solos, plantas e águas sem poluição, e pelo gênero *Escherichia coli* (*E. coli*), que sozinho constitui cerca de 90% do grupo (APHA; AWWA; WEF, 2017; GURGEL; SILVA, L. S.; SILVA, L. A., 2020).

Figura 1– Divisões do grupo de bactérias coliformes.



Fonte: Adaptado de Von Sperling (2014).

O gênero *Escherichia coli* (*E. coli*) é o único que produz a enzima β -glucuronidase, podendo ser detectado em métodos fluorogênicos, essas bactérias são utilizadas como indicador de contaminação exclusivamente fecal, visto que são amplamente encontradas em fezes, esgotos, efluentes tratados e águas contaminadas recentemente por humanos e outros animais homeotérmicos de forma geral. Ressalta-se que algumas cepas pertencentes a esse gênero são patogênicas, conforme será visto no item a seguir (ODONKOR; AMPOFO, 2013; ROVERI; MUNIZ, 2016).

Salienta-se ainda que os coliformes totais e a *E. coli* são de fácil identificação laboratorial, conforme se recomenda para um indicador, podendo ser utilizados métodos como o da membrana filtrante, o de tubos múltiplos e aqueles em que são empregados substratos do tipo ONPG-MUG, como *Colilert* e *Colitag*. Em todos esses procedimentos os resultados são observados após 24 de incubação em temperatura adequada (APHA; AWWA; WEF, 2017).

3.2. DOENÇAS ASSOCIADAS A ÁGUA

A ideia de acometimento de doenças por meio da água acompanha a sociedade desde a antiguidade, Hipócrates, na Grécia no ano de 460 a. C., por exemplo, já falava sobre influência da água sobre a saúde, ao longo do tempo diversas inferências sobre o tema foram surgindo até que entre 1849 e 1855 apresentou-se a primeira constatação baseada em métodos

empíricos sobre a associação entre doença e água realizada pelo anestesista inglês John Snow (PITERMAN; GRECO, 2005).

Sua descoberta ocorreu devido a um surto de cólera no distrito de *Broad Street*, em Londres, que vitimou 521 pessoas. Durante a investigação das causas desse episódio Snow observou, através de um gráfico, que o grupo atingido pelo agravo consumia água de fonte contaminada por esgotos e que cessado o uso da água os casos pararam de surgir, visto que o líquido era translúcido, com sabor e odor agradáveis até mesmo pessoas que não moravam no local utilizam a água para abastecimento, a partir das evidências o médico constatou a associação entre a doença e a fonte contaminada e dez anos mais tarde Louis Pasteur validou essa relação (DUTRA; BORGES; VILELA, 2018; GOMES, 2022; LIBÂNIO, 2010).

Depois disso, outros estudos foram desenvolvidos possibilitando a criação da classificação ambiental dos agravos relacionados com a água, que tem como base os mecanismos de veiculação e hoje é dividida em quatro grupos distintos, sendo eles: de transmissão hídrica, quando o patógeno está presente na água e é ingerido; de transmissão relacionada com a higiene, que é caracterizado pela doença que pode ser interrompida através de hábitos de higiene pessoal e doméstica; de transmissão baseada na água, que ocorre quando o agente transmissor tem parte do seu ciclo de vida em um animal aquático; e de transmissão por um inseto vetor, em que esses animais que procriam na água são os transmissores (VON SPERLING, 2014).

Com base nisso, desenvolveu-se um quadro com as principais enfermidades associadas a água, com suas formas de veiculação e principais maneiras de prevenção, conforme a seguir:

Quadro 1 – Doenças associadas a água.

Grupo de doenças	Transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Veiculadas via feco-oral.	Ingestão do organismo patogênico.	Diarreias e disenterias, como cólera, gastroenterite e a giardíase;	Proteger e tratar a água de abastecimento e evitar a utilização de fontes contaminadas; Disponibilizar água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal, doméstica e de alimentos.
		Febre tifoide e paratifoide;	
		Leptospirose;	
		Amebíase;	
		Hepatite infecciosa;	
Ascaridíase.			

(Continua...)

(...Continuação)

Grupo de doenças	Transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Controladas pela higiene com a água.	Falta de água e higiene pessoal insuficiente facilitam a disseminação.	Infecções na pele e nos olhos, como o tracoma e o tifo relacionado a piolhos, e a escabiose.	Disponibilizar água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica.
Baseadas na água.	O patógeno penetra pela pele ou é ingerido.	Esquistossomose.	Evitar o contato com água infectada; Proteger mananciais; Adotar medidas adequadas para a disposição de esgotos; Combater o hospedeiro intermediário.
Veiculadas por insetos vetores.	As doenças são transmitidas por insetos que nascem na água ou picam perto dela.	Malária;	Combater os insetos transmissores; Eliminar pontos de criação dos vetores; Evitar contato com criadouros; Utilizar meios de proteção individual.
		Febre Amarela;	
		Dengue, Zika, Chikungunya;	
		Filariose	

Fonte: adaptado de Von Sperling (2014).

De acordo com Amaral et al. (2003), a maioria das doenças de transmissão hídrica são veiculadas via feco-oral, ou seja, agentes patogênicos entéricos que são excretados em fezes acabam atingindo a água que, se utilizada para abastecimento, pode infectar pessoas através da sua ingestão ou por alimentos contaminados por ela.

No Brasil, há a vigilância epidemiológica das doenças de transmissão hídrica e alimentar (VE-DTHA) que monitora esses agravos para intervenção, prevenção e controle de surtos quebrando sua cadeia de transmissão. Entre 2007 e 2019, foram registrados 9.030 surtos de DTHA, com 160.702 casos e 146 óbitos. Foi realizada a identificação do agente patogênico em 36,27% do total notificado, sendo os mais comuns a *Salmonella spp*, com 24,8%, *Escherichia coli*, com 23,5%, *Staphylococcus spp*, 17,9%, *Bacillus cereus*, com 9,9%, e *Clostridium spp*, representando 7,63% dos casos identificados (BRASIL, 2021b).

3.2.1. Doenças Diarreicas Agudas (DDA)

As doenças diarreicas agudas representam um grupo de diversas doenças gastrointestinais que são caracterizadas pela diminuição da consistência das fezes e aumento do número de evacuações (no mínimo três) durante o dia, podendo ser acompanhado por náusea, vômito, febre e dor abdominal, além disso, em alguns casos, ocorre a presença de muco e sangue. Geralmente os sintomas persistem até 14 dias e podem evoluir para quadros de desidratação de grau leve a grave (BRASIL, 2022b).

Ainda de acordo com o Ministério da Saúde (BRASIL, 2022b), bactérias, vírus e outros parasitas, como protozoários, são os agentes infecciosos desses agravos que são transmitidos através do consumo de água e alimentos contaminados, assim como com o contato com objetos, mãos, outras pessoas e animais infectados. Quando não tratada corretamente, seus casos podem se agravar para distúrbio hidroeletrólítico, havendo risco de óbito, com maior probabilidade quando relacionados à desnutrição e/ou imunodepressão.

As doenças diarreicas agudas (DDA) são responsáveis por 829 mil mortes relacionadas a água, saneamento e higiene ao redor do mundo, elas correspondem a segunda principal causa de óbitos entre crianças com menos de 5 anos, registrando-se cerca de 1,7 bilhão de casos infantis por ano, somente em 2019, 370 mil crianças faleceram devido a DDA (WHO, 2017; WHO, 2019; WHO, 2022b).

Os altos índices de ocorrência de DDA em crianças entre 1 e 4 anos podem ser explicados, segundo Marinho, Pontes e Bichara (2020), pela fase oral da infância, em que as crianças acabam levando a boca objetos e alimentos que podem estar contaminados com patógenos. Além disso, a falta ou má higienização das mãos, que podem apresentar contaminação fecal, pode acabar sendo mais uma via de propagação desse agravo de transmissão feco-oral (KUNDU et al., 2018).

Em escala nacional, entre 2009 e 2018, a média anual de casos de DDA foi de 4 milhões, com as regiões Sudeste e Nordeste sendo as mais afetadas, representando 36,99% e 29,47% das notificações respectivamente, ainda nesse período, registrou-se uma média anual de 4 mil mortes no país causadas por esse agravo (BRASIL, 2021b).

As DDA são um problema de saúde pública, visto que atingem pessoas de todas faixas etárias e diferentes classes sociais e afetam os municípios diretamente em relação a aspectos socioambientais, sendo ocasionadas muitas vezes por problemas de acesso a saneamento básico de qualidade e por meio de veiculação hídrica (OLIVEIRA; LEITE; VALENTE, 2015; MARINHO; PONTES; BICHARA, 2021).

Dada a importância do tema, em 1994, foi desenvolvido o programa sentinela de Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas (MDDA), com o objetivo de monitorar e verificar alteração do padrão do agravo para avaliação de risco e tomada de ações para prevenção e controle de situação (BRASIL, 2010a).

As ocorrências de doenças diarreicas agudas são de notificação compulsória e, desde 2002, são inseridas pelos municípios, em cada semana epidemiológica, no Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica das DDA (SIVEP-DDA), que foi desenvolvido pelo Datasus para facilitar a alimentação e avaliação dos dados virtualmente por meio da internet (SILVA; BORGES; MENEZES, 2021).

3.2.2. Leptospirose

A leptospirose, por sua vez, é um agravo infeccioso febril agudo adquirido por meio da exposição direta ou indireta a urina de animais como roedores (principais vetores), bovinos, suínos, ovinos, equinos e cães contaminados ou água e lama com a bactéria espiroqueta *Leptospira*, pertencente a ordem *Spirochaetales* (BRASIL, 2014; BRASIL, 2022c; OLIVEIRA, 2013).

Os sintomas, muitas vezes confundidos com outras doenças como dengue, influenza, febre tifoide, malária, febre amarela, hepatites virais, entre outras, variam, na fase precoce, de febre, dor de cabeça e muscular, falta de apetite, náuseas e vômitos até, na fase tardia, a icterícia, insuficiência renal e hemorragias, caracterizando a Síndrome de Weil, bem como síndrome de hemorragia pulmonar, entre outros. (BRASIL, 2022c).

A infecção ocorre via cutânea, através da pele com lesões ou íntegra quando em contato com água contaminada por longos períodos ou através de mucosas. As formas graves da doença apresentam índices de letalidade de aproximadamente 10% podendo chegar a 50% quando relacionadas com síndrome de hemorragia pulmonar. (BRASIL, 2014).

No Brasil, a leptospirose é endêmica (presente em um espaço limitado que pode ser, por exemplo, uma região ou estado), ocorrendo durante todos os meses, e pode tornar-se epidêmica (os casos aumentam repentinamente em um local em um determinado momento) em períodos chuvosos, principalmente em áreas vulneráveis a enchentes com saneamento inadequado e alta infestação de roedores. Trata-se de um grande problema de saúde pública, com elevada importância social e econômica devido sua alta letalidade e custo hospitalar para tratamento (BRASIL, 2014; BRASIL, 2022c; FLORES et al., 2020; MAGALHÃES; ACOSTA, 2019).

De acordo com a literatura, provavelmente a bactéria causadora dessa doença chegou ao país em navios que transportavam escravos. Os primeiros casos foram relatados em 1917, mas há indícios de episódios anteriores que podem ter sido confundidos com sintomas de febre amarela. Os primeiros surtos ocorreram nos anos 60, em períodos de tempestades de verão (MARTELI et al., 2020).

De acordo com a Portaria nº 1.061, de 18 de maio de 2020 (BRASIL, 2020), a notificação de leptospirose é compulsória, tendo que ser realizada até 24 horas após a suspeita ou confirmação, os dados são inseridos no Sistema de Informação de Agravos de Notificação (Sinan), do Datasus, com base na ficha de notificação preenchida no momento de atendimento do paciente (MAGALHÃES; ACOSTA, 2019).

Entre 2010 e 2020 foram registrados 39.270 casos da doença no país, com uma média de 3.734 casos por ano, com a letalidade média do período chegando a 8,7%, as regiões sul e sudeste se destacaram com os maiores índices, provavelmente pela forma de urbanização desordenada que geralmente cria ambientes vulneráveis, a maioria das ocorrências foram verificadas entre a faixa etária de 20 a 49 anos (BRASIL, 2021b).

Vários trabalhos evidenciam o fato de a leptospirose estar associada a períodos chuvosos com inundações, ocupação de áreas irregulares vulneráveis, saneamento inadequado, inexistência de coleta de resíduos, entre outros fatores ambientais e socioeconômicos (GHIZZO FILHO et al., 2018; PORTELA; KOBİYAMA; GOERI, 2020; GUIMARÃES et al., 2014; OLIVEIRA, 2013).

Segundo Silva, A. et al. (2022), por exemplo, em países desenvolvidos, com alta renda, esse agravo está relacionado geralmente a atividades esportivas, ocupacionais e de lazer no campo, enquanto isso, em países em desenvolvimento, como o Brasil, as causas estão associadas a problemas de urbanização desordenada, desastres hidrológicos e infraestrutura sanitária básica falha.

Em 1994 já se afirmava que:

[...] grupos socioeconômicos menos privilegiados, com dificuldade de acesso à educação e saúde, habitando moradias precárias, em regiões periféricas às margens de córregos ou esgotos a céu aberto, expostos com frequência a enchentes, são os que apresentam maior risco de contrair a infecção (ALMEIDA et al., 1994, p. 76).

Almeida et al. (1994) também disseram que a leptospirose é uma doença de risco ocupacional deixando trabalhadores das redes de abastecimento de água e de esgotos e da limpeza pública, como coletores de lixo e varredores, entre outros, expostos a infecção.

Suguiura (2019), afirma que como medida preventiva é essencial que trabalhadores expostos à infecção sejam conscientizados quanto a importância da utilização de equipamentos de proteção individual (EPIs) e que a identificação e tratamento de animais infectados pode reduzir o risco de contaminação de humanos e outros animais. O mesmo autor também salienta que, em períodos de chuva intensa e enchentes, medidas emergenciais como realocação de pessoas expostas e quimioprofilaxia são importantes para minimizar a veiculação de leptospirose por meio da água.

3.3. ESTUDOS EPIDEMIOLÓGICOS

A epidemiologia é uma ciência de extrema importância para a saúde pública que investiga o processo saúde-doença nas populações humanas, num determinado local e espaço temporário definido, avaliando a ocorrência, distribuição e fatores relacionados ao risco de enfermidades, agravos e eventos ligados à saúde de forma geral, com o objetivo de apresentar medidas de prevenção e controle de doenças ou problemas de saúde visando a promoção e recuperação da saúde individual e coletiva, tudo isso por meio de compartilhamento de conhecimento para auxiliar na tomada de ações relacionadas a temática (ROUQUAYROL; SILVA, 2018; PINTO JUNIOR, 2018).

Visto isso, os estudos epidemiológicos podem ser experimentais, quando, por exemplo, o pesquisador divide grupos em expostos e não expostos a um fator e partir disso coleta resultados e os avalia, ou observacionais, em que o pesquisador não intervém, apenas observando grupos já formados por condições pré-existentes (NUNES et al., 2013).

Os estudos epidemiológicos observacionais, por sua vez, se distinguem em descritivos, com o objetivo de apresentar o que ocorre em uma população para que se estabeleça o processo saúde-doença, ou analíticos, que além de apresentar, também analisam o processo num determinado momento para realizar associações entre susceptibilidade e uma condição de saúde (SASSE; SILVEIRA; VILELA, 2018).

Os estudos observacionais descritivos evidenciam distribuições de doenças ou condições associadas à saúde, com base no tempo, lugar e/ou características dos indivíduos. Seus dados podem ser primários ou secundários e os resultados são avaliados em termos de incidência ou prevalência (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003).

Ressalta-se que a prevalência é uma medida estática que explicita a proporção de indivíduos acometidos por um agravo em um determinado ponto no tempo, já a incidência é constituída pelo número de novos casos ou eventos notificados em indivíduos em risco

durante um intervalo de tempo determinado, podendo ser dividida em incidência acumulativa, que disponibiliza a probabilidade do indivíduo se desenvolver a doença (conhecida como risco), e taxa de incidência ou densidade de incidência, que é a taxa instantânea de desenvolvimento do agravo por unidade de tempo (WAGNER, 1998).

Já, de acordo com Passos e Ruffino-Neto (2011), os estudos observacionais analíticos são realizados com o intuito de avaliar hipóteses de correlação entre possíveis causas e efeitos, como, por exemplo, a associação entre a exposição a um determinado fator e a ocorrência de uma doença ou condição relacionada à saúde, nesse caso, a exposição é a variável independente e o gravo corresponde a variável dependente e avalia-se se a primeira tem influência sobre a última.

Ainda, os estudos analíticos podem ser divididos em quatro principais classificações, sendo estudos de coorte ou prospectivos, caso-controle ou caso-referência, transversais ou seccionais e estudos ecológicos (SASSE; SILVEIRA; VILELA, 2018; PASSOS; RUFFINO-NETO, 2011).

Os estudos de coorte, divididos em retrospectivo e prospectivo, ocorrem quando o pesquisador acompanha a população por um período de tempo para avaliar a associação entre a exposição e desfecho no processo saúde-doença. Na modalidade prospectiva ele está presente no momento da exposição e na retrospectiva ele obtém informações progressas sobre os fatores de exposição (CAMARGO; SILVA; MENEGUETTI, 2019). Nesse estudo a avaliação é feita a partir de uma variável independente, em que o pesquisador analisa grupos naturalmente expostos ou não a determinados fatores para medir o aparecimento de um resultado que pode estar associado a exposição (PASSOS; RUFFINO-NETO, 2011).

Já nos estudos de caso-controle são utilizadas variáveis dependentes, como doenças ou condições, ou seja, inicialmente são divididos dois grupos, um com a doença ou condição (caso) e outro sem (controle), e são analisados fatores de exposição que possam estar associados ao aparecimento dessas condições. Este estudo apresenta como vantagem a possibilidade de avaliar doenças raras sem a necessidade de acompanhar uma grande população (RÊGO, 2010).

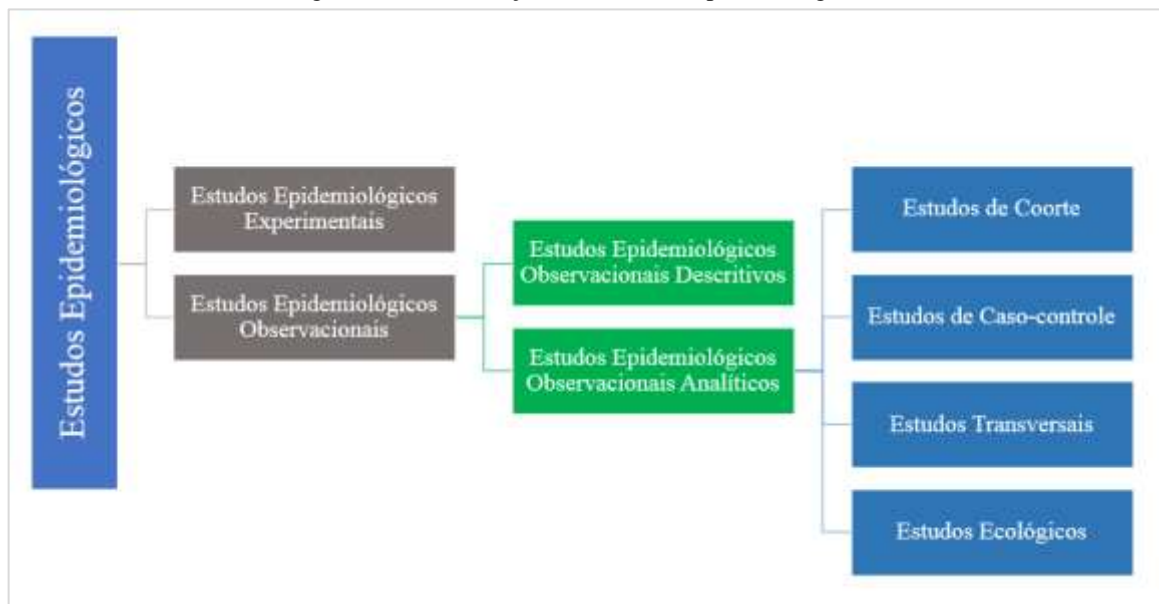
Nos estudos transversais, por sua vez, o pesquisador tem acesso a uma porção representativa e aleatória da população, sem saber quem são os expostos, não expostos, doentes e sadios, e a partir de então avalia o que ocorre no momento da realização do estudo como se estivesse tirando uma fotografia da população. Dessa forma avalia-se a prevalência de exposições, de agravos e outras características da população e pode-se determinar

frequências e também identificar grupos de pessoas que estão mais ou menos afetados (PASSOS; RUFFINO-NETO, 2011).

Já os estudos ecológicos poderão ser compreendidos no item 3.3.1 Estudos Epidemiológicos Ecológicos.

Logo abaixo na Figura 2 é possível visualizar um resumo das classificações dos estudos epidemiológicos para um melhor entendimento.

Figura 2 – Classificações dos estudos epidemiológicos.



Fonte: A autora, 2022.

3.3.1. Estudos Epidemiológicos Ecológicos

Os estudos epidemiológicos ecológicos avaliam a associação entre doenças e fatores de risco com o objetivo de verificar a distribuição de grupos populacionais conforme a exposição deles a diversas variáveis, como demográficas, culturais, ambientais e socioeconômicas (OLIVEIRA, 2013; BAILEY, 2001), ou seja, é analisada a ocorrência de doenças ou outras condições relacionadas à saúde e a exposição a fatores de interesse para verificação de existência ou não de associação entre elas (LIMA-COSTA; BARRETO, 2003).

Para realização desses estudos são definidas áreas geográficas, avaliando-se de forma comparativa indicadores globais, geralmente através da correlação entre variáveis socioeconômicas ou ambientais e indicadores de saúde, neles são utilizadas informações do grupo populacional como um todo permitindo que se realizem análises referentes a coletividade (SASSE; SILVEIRA; VILELA, 2018).

Os estudos ecológicos possuem como vantagem o fato de serem relativamente rápidos e apresentarem baixo custo, visto que os dados secundários geralmente estão disponíveis em bases preexistentes, como censos, estatísticas vitais, registros de base populacional, entre outros. Como desvantagem evidencia-se a impossibilidade de fazer associações em nível individual e a dificuldade de controlar possíveis fatores de confusão, que são variáveis não levadas em consideração que podem influenciar no desfecho da pesquisa (FRONTEIRA, 2013).

Um possível equívoco que pode ocorrer dentro de desenvolvimento dos estudos ecológicos e que se deve evitar é realizar inferências causais a nível individual com base nas associações observadas a nível coletivo, de grupo. Esse tipo de erro é denominado de viés ecológico, falácia ecológica ou de agregação e é citado em diversos trabalhos que abordam o tema (MARTINS et al., 2013; SASSE; SILVEIRA; VILELA, 2018).

Mesmo com essas limitações, devido as vantagens já apresentadas e por ser possível analisar grupos populacionais como um todo, os estudos ecológicos são muito utilizados dentro da epidemiologia para planejamento de ações em saúde pública (FREIRE; PATTUSSI, 2018).

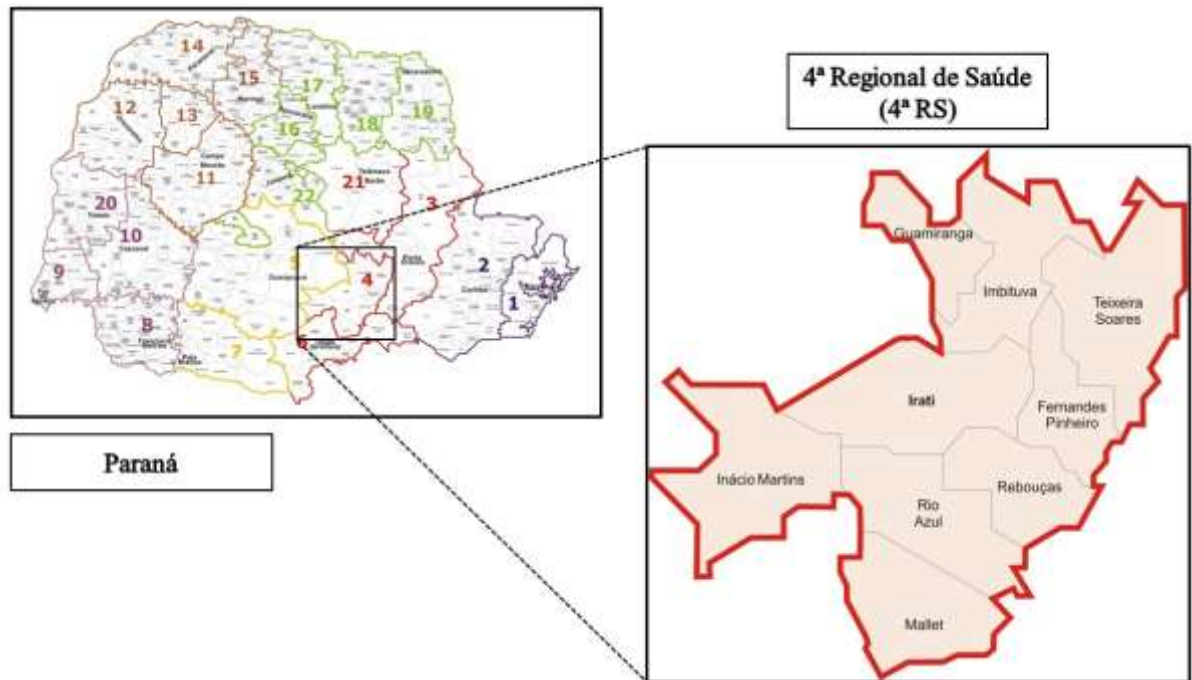
Na literatura referente a avaliações de doenças de veiculação hídrica, como DDA e leptospirose, e suas associações com diversos fatores, como socioambientais e climáticos, também é encontrado um grande volume de estudos ecológicos, como exemplo pode-se citar Leandro (2018), Guizzo-Filho et al. (2018), Monsalve; Botero e Donalisio (2021), Bühler et al. (2014), Duarte e Giatti (2019), Marteli et al. (2020), Queiroz; Heller e Silva (2009) entre muitos outros.

4. METODOLOGIA

4.1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Nesta pesquisa foi realizado um estudo epidemiológico do tipo ecológico, utilizando como referência geográfica para definição da unidade de informação a 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS), que é composta por Irati (sede), Fernandes Pinheiro, Guamiranga, Imbituva, Inácio Martins, Mallet, Rebouças, Rio Azul e Teixeira Soares, como pode ser observado na Figura 3.

Figura 3 – Municípios pertencentes a 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS).



Fonte: Adaptado de Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA/PR, 2022).

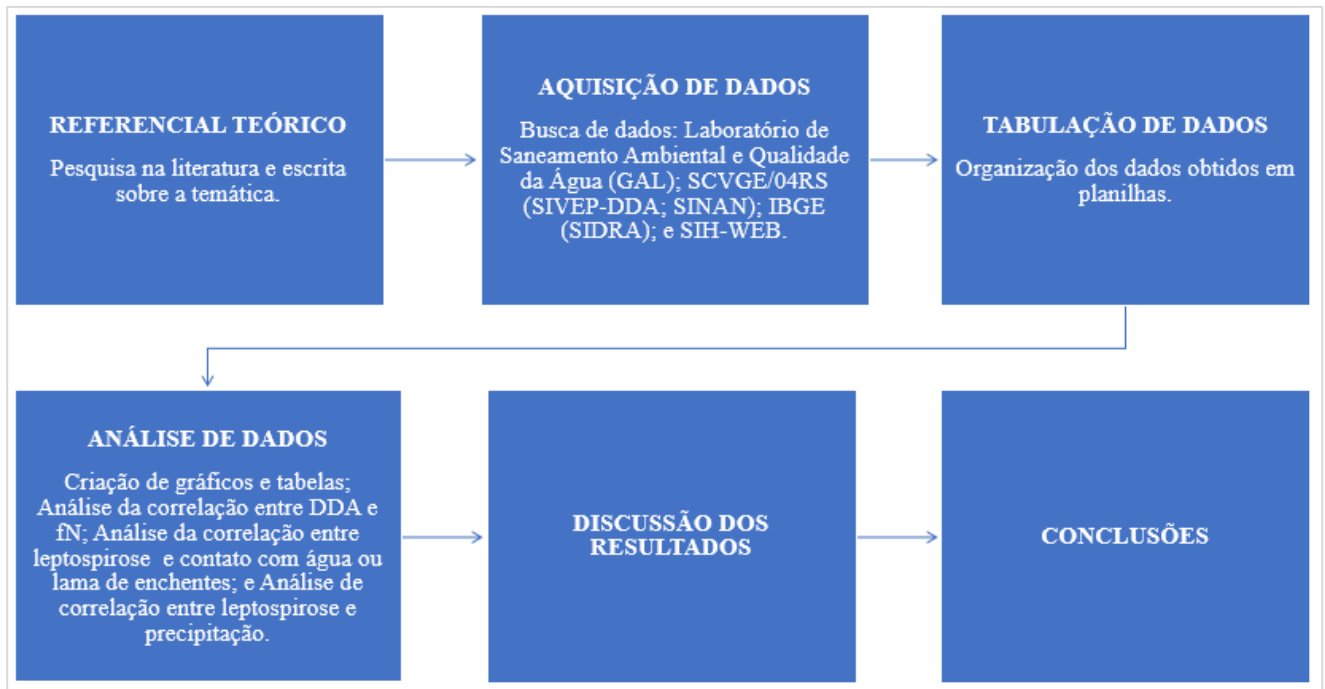
Esta região encontra-se na Mesorregião Sudeste do Paraná, com sua maior extensão apresentando o clima Subtropical Úmido Mesotérmico (Cfb), com verões amenos e invernos com geadas frequentes e severas, sem estação seca, com temperatura média de 17 °C e precipitações distribuídas entre os meses com um somatório total entre 1400 e 1600 mm (IPARDES, 2004).

Nesta pesquisa, foi analisada a correlação entre a qualidade da água, em termos de coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*), com a incidência de doenças diarreicas agudas (DDA) e também foi avaliada a associação entre a incidência de leptospirose e períodos de enchentes, a partir de informações sobre situações de risco relacionadas ao contato com água ou lama de enchentes 30 dias antes dos primeiros sintomas da doença na região, assim como com os índices de precipitação do local, entre o período de 2014 a 2019.

Os dados utilizados para a pesquisa são secundários, fornecidos por órgãos que monitoram a qualidade da água para consumo humano e os índices de DDA e leptospirose na região. Escolheu-se estudar especificamente esses agravos após uma reunião com os representantes Seção de Vigilância Epidemiológica da 4ª Regional de Saúde (SCVGE/04RS), que relataram que possuíam uma quantidade significativa de informações sobre ocorrências de leptospirose e DDA que poderiam ser utilizados para a pesquisa.

Na Figura 4 é apresentado o fluxograma das etapas de desenvolvimento da pesquisa.

Figura 4 – Fluxograma com as etapas do desenvolvimento da pesquisa.



Fonte: A autora, 2022.

4.2. LEVANTAMENTO DOS DADOS

Os dados sobre qualidade da água foram levantados a partir do Sistema Gerenciador de Ambiente Laboratorial (GAL), desenvolvido pela Coordenação Geral de Laboratórios de Saúde Pública (CGLAB), em parceria com Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS) e a Secretaria de Vigilância em Saúde (SVS), que é alimentado pelas vigilâncias sanitárias dos municípios, que coletam e cadastram as amostras de água, e pelo Laboratório de Saneamento Ambiental e Qualidade da Água, do Departamento de Engenharia Ambiental (DENAM) da Unicentro, Campus Irati-PR, que realiza as análises e gera os laudos que ficam armazenados no ambiente virtual.

Para realização dos exames bacteriológicos das amostras de água no laboratório foram utilizados os métodos de membranas filtrantes (método 9222 J) e o do substrato cromogênico *Colitag*, esse último para determinação de presença ou ausência de *E. coli* e coliformes totais (método 9223 B), ambos de acordo com o *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (APHA; AWWA; WEF, 2017).

As informações sobre notificação de doenças diarreicas agudas (DDA), por sua vez, foram cedidas pela Seção de Vigilância Epidemiológica da 4ª Regional de Saúde (SCVGE/04RS), através do Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica - Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA). Os dados foram disponibilizados por meio de tabelas que

continham o número de notificações de cada município por semana epidemiológica de cada ano.

Os dados sobre ocorrência de leptospirose e seus casos possivelmente relacionados a contato com água ou lama de enchentes, também foram disponibilizados pela SCVGE/04RS, a partir das informações das fichas do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN NET).

Foram disponibilizadas tabelas com informações referentes a data dos primeiros sintomas, que foi utilizada como referência para contabilização dos casos nesta pesquisa, situações de risco ocorrida nos 30 dias que antecederam os primeiros sintomas, como, por exemplo, contato com água ou lama de enchente, que foi utilizada como base para contabilização de casos possivelmente relacionados com esses eventos, entre outras informações.

Os dados referentes a população de cada município avaliado foram obtidos através do Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA) desenvolvido pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022).

Já os dados de alturas de precipitação mensal, em milímetros, por ano, de cada cidade, foram obtidos por meio do Sistema de Informações Hidrológicas do Paraná (SIH-WEB), versão v1_0_223, de 2020, disponibilizado na internet pelo Instituto Água e Terra (IAT) (IAT, 2022). Nessa base de dados não foram encontradas séries históricas dos municípios de Fernandes Pinheiro e Rio Azul referentes aos anos analisados, sendo assim, os dados desses locais não foram levados em consideração no momento da avaliação da relação dos casos de leptospirose com essa variável de estudo. Além disso, foi utilizada a defasagem de 1 mês nos dados de precipitação para avaliação, visto que a doença possui um período de incubação de cerca de 30 dias (BRASIL, 2014).

4.3. ANÁLISE DOS DADOS

Para a sistematização, compilação e análise das informações levantadas foi utilizado o *software Microsoft Excel*, possibilitando que os dados fossem colocados em planilhas e expressos por meio de tabelas e gráficos.

Os laudos de amostras de água foram divididos em conformes, que eram aqueles que atendiam as especificações da Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021a) em relação a CT e *E. coli*, e não-conformes, que eram os que se apresentavam fora do padrão estabelecido.

Após a organização das informações, também foram calculadas as taxas de incidência acumulada (I) de DDA e leptospirose e a proporção/frequência relativa de amostras de água não-conformes (fN) que foram utilizadas posteriormente para verificação de existência de correlação ou não entre DDA e qualidade microbiológica da água de cada município e também de toda região compreendida pela 4ª RS.

4.3.1. Cálculo da incidência acumulada (I)

Para o cálculo da taxa de incidência acumulada (I) de DDA e leptospirose a cada mil habitantes foi utilizada a Equação 1 (OPAS, 2010):

$$I = \frac{NCN}{NPR} \times 1.000 \text{ habitantes} \quad (1)$$

Em que, I corresponde a incidência acumulada a cada mil habitantes, NCN ao número de casos novos do agravo durante o período estudado (cada ano) e NPR ao número de pessoas sob risco de desenvolver o agravo durante o período especificado (população estimada de cada ano).

4.3.2. Frequência ou proporção relativa de amostras de água não-conformes (fN)

Para o cálculo da proporção relativa de amostras de água não-conformes (fN) de cada ano foi utilizada a Equação 2, que foi inspirada no Índice de Não Conformidade utilizado por Castro; Cruvinel e Oliveira (2019):

$$fN = \frac{NAN}{NA} \quad (2)$$

Em que, fN é a proporção relativa de amostras de água não-conformes de cada ano, NA é o número total de amostras de água coletadas em cada ano e NAN é o número de amostras não-conformes de cada ano.

4.3.3. Análise estatística dos dados

Para análise de correlação dos dados primeiramente foi avaliada a premissa de normalidade através do teste de *Shapiro-Wilk*, em seguida, foi utilizado o Coeficiente de Correlação de *Pearson* (r) para os dados normais e o Coeficiente de Correlação de *Spearman* (ρ) para avaliação das variáveis que não possuíam distribuição normal.

Analisou-se ainda a formação de agrupamentos (*clusters*) entre os municípios em relação a incidência de DDA e qualidade da água por meio de análise multivariada com a construção de dendrogramas.

O nível de significância (p) utilizado para todos os testes foi de 5%, ou seja, para que a correlação fosse considerada significativa era necessário que o valor de p fosse menor que 0,05. Os dados foram analisados com o auxílio do ambiente *RStudio* versão 4.2.0.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS (DDA) E QUALIDADE DA ÁGUA

5.1.1. Qualidade da Água

Na Tabela 1, em que são apresentados o número de laudos obtidos, o percentual de amostras não conformes (NC) e os tipos de amostras analisadas, observa-se que foram avaliados 8.271 laudos referentes a qualidade bacteriológica da água, entre o período de 2014 a 2019, dos municípios da 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS).

Tabela 1 – Número de laudos obtidos por municípios e seu percentual de amostras não conformes (NC) e os tipos de amostras (SAA, SAC e SAI), entre 2014 e 2019.

Município	Amostras	% SAA	% SAC	% SAI	% NC	% NC c/ <i>E. coli</i>
F. Pinheiro	794	16,62	32,49	50,88	71,66	63,62
Guamiranga	632	26,11	17,09	56,80	72,78	76,09
Imbituva	1078	37,94	56,49	5,57	37,57	34,81
I. Martins	757	24,57	10,96	64,46	71,07	58,74
Irati	1252	50,80	25,88	23,32	47,12	55,25
Mallet	901	23,53	12,43	64,04	69,37	72,16
Rebouças	1174	47,02	23,42	29,56	43,19	56,02
Rio Azul	803	20,67	57,29	22,04	39,23	60,32
T. Soares	880	36,70	10,68	52,61	67,61	53,28
TOTAL	8271	33,62	28,09	38,29	55,66	59,45

Fonte: A autora, 2022

Nota: NC: Não conforme; SAA: Sistema de Abastecimento de Água; SAC: Solução Alternativa Coletiva; SAI: Solução Alternativa Individual; % NC c/ *E. coli*: corresponde a porcentagem de amostras NC que apresentavam *E. coli*.

Nota-se que não há um padrão na distribuição do tipo de amostra coletada, sendo variada a porcentagem de SAA, SAC e SAI analisada em cada município. Isso ocorre porque nas orientações do Programa Vigiágua não é estabelecida a proporção de amostras que deve ser coletada de cada tipo de fonte. Em seu manual somente há diretrizes para a escolha dos locais com base em análise de pontos críticos, distribuição geográfica, entre outros elementos, e é estipulada uma quantidade mínima total de amostras que devem ser coletadas mensalmente

de acordo com o número de habitantes do município e com o parâmetro que será analisado (BRASIL, 2006).

Como visto na Tabela 1, 55,66% das amostras estavam fora do padrão estabelecido pela Portaria GM/MS N° 888, de 4 de maio de 2021 (BRASIL, 2021a), sendo que 59,45% dessa parcela apresentou contaminação por *Escherichia coli* (*E. coli*).

Conforme já explanado, a *E. coli* é representante inequívoca da qualidade bacteriológica da água, sendo inquestionavelmente de origem fecal e, portanto, correspondendo a um indicador de contaminação preciso tanto em relação a águas naturais quanto a tratadas (BRASIL, 2006; YAMAGUCHI et al., 2013). Por tudo isso, não só a legislação nacional, como também países como Estados Unidos da América e nações pertencentes à União Europeia exigem a ausência desse microrganismo na água para consumo humano (UE, 2020; USEPA, 2022).

Em relação aos municípios avaliados neste estudo, verifica-se ainda, que Guamiranga foi o que coletou a menor quantidade de amostras de água (632) e apresentou maior índice de não conformidade (72,78%). Quase todas que eram do tipo SAI apresentaram contaminação (98,89%) (Tabela 2). Já Imbituva, com 1.078 amostras, apresentou a menor porcentagem de contaminação (37,57%), ressalta-se que apenas 5,57% das coletas eram de fontes do tipo SAI e o índice de não conformidade desse tipo de amostra também foi alto, com 93,33% fora do padrão.

Tabela 2 – Porcentagem de não conformidade por tipo de amostra, entre 2014 e 2019.

Município	% SAA	% c/ <i>E. coli</i>	% SAC	% c/ <i>E. coli</i>	% SAI	% c/ <i>E. coli</i>
F. Pinheiro	13,64	22,22	64,34	17,47	95,30	85,45
Guamiranga	19,39	31,25	67,59	47,95	98,89	85,92
Imbituva	10,76	13,64	50,08	30,16	93,33	76,79
I. Martins	19,35	25,00	62,65	50,00	92,21	62,44
Irati	12,26	19,23	70,37	33,33	97,26	82,75
Mallet	11,79	20,00	45,54	45,10	95,15	77,05
Rebouças	9,42	34,62	55,64	31,37	87,03	72,19
Rio Azul	8,43	21,43	34,35	44,94	80,79	81,12
T. Soares	27,55	21,35	79,79	37,33	93,09	62,65
TOTAL	13,95	22,94	54,28	33,94	93,31	75,13

Fonte: A autora, 2022

Nota: NC: Não conforme; SAA: Sistema de Abastecimento de Água; SAC: Solução Alternativa Coletiva; SAI: Solução Alternativa Individual; % c/ *E. coli*: corresponde a porcentagem de amostras NC que apresentavam *E. coli*.

Pode-se observar que a maioria das amostras coletadas no período avaliado eram de soluções alternativas individuais (SAI) (38,29%), 93,10% delas estavam fora do padrão e

75,13% desta fração continha *E. coli*. Em segundo lugar ficaram as amostras de sistema de abastecimento de água (SAA), representando 33,62% do total coletado, esse tipo de amostra foi o que apresentou os menores índices de contaminação, como esperado, já que são previamente tratadas antes de serem distribuídas aos usuários por meio de rede de distribuição, passando inclusive pelo processo de desinfecção com cloro.

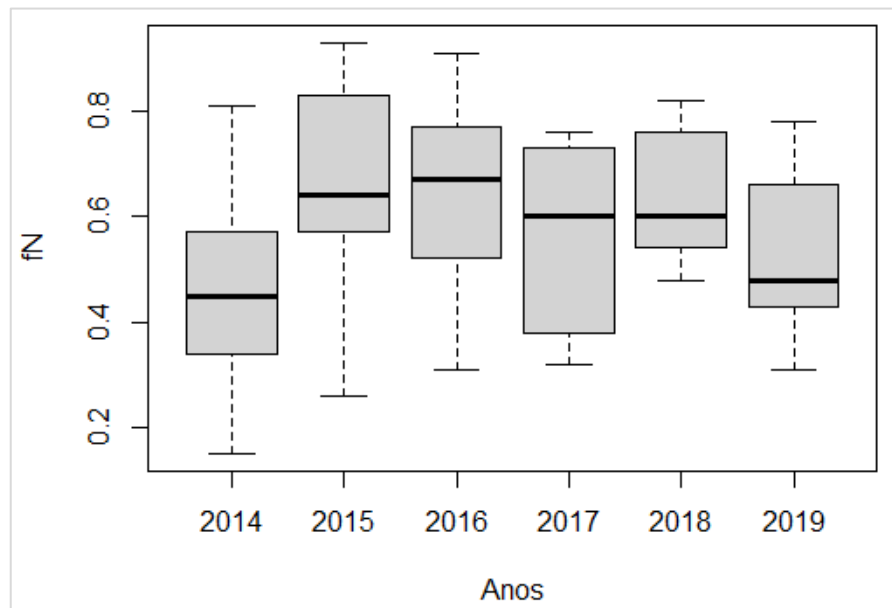
Destaca-se que a água oriunda de SAI geralmente não recebe tratamento prévio antes de ser consumida, pois essas fontes, em sua maioria, são utilizadas em locais de difícil acesso, em comunidades isoladas, em áreas rurais e outros lugares sem atendimento de serviços de tratamento de água (SIMÃO et al., 2020; BRUM et al., 2016).

Além disso, elas encontram-se facilmente susceptíveis a contaminação devido à disposição inadequada de dejetos no solo que polui os lençóis freáticos mais próximos a superfície, ainda, a água dessas fontes pode ser contaminada durante sua coleta, distribuição e, principalmente, reservação, causada pela vedação inadequada de cisternas e caixas d'água e falta de higienização e desinfecção periódicas (LEAL, 2012; STOLF e MOLZ, 2017; SILVA et al., 2014).

Logo, infere-se que todos esses fatos podem explicar os altos índices de não-conformidade em relação a qualidade bacteriológica das SAI observados nesta pesquisa. Evidenciando a importância do monitoramento desses locais para a tomada de ações que revertam tal situação evitando riscos para a saúde das pessoas que consomem água dessas fontes.

Na Figura 5 é possível visualizar a variação referente a proporção relativa de amostras não conformes (fN), de 2014 a 2019, da área contemplada pela 4ª RS. As médias de fN variaram de 0,45 (2014) a 0,66 (2016) aproximadamente.

Figura 5 – *Boxplot* da proporção relativa de amostras não conformes (fN) na região abrangida pela 4ª RS, de 2014 a 2019.

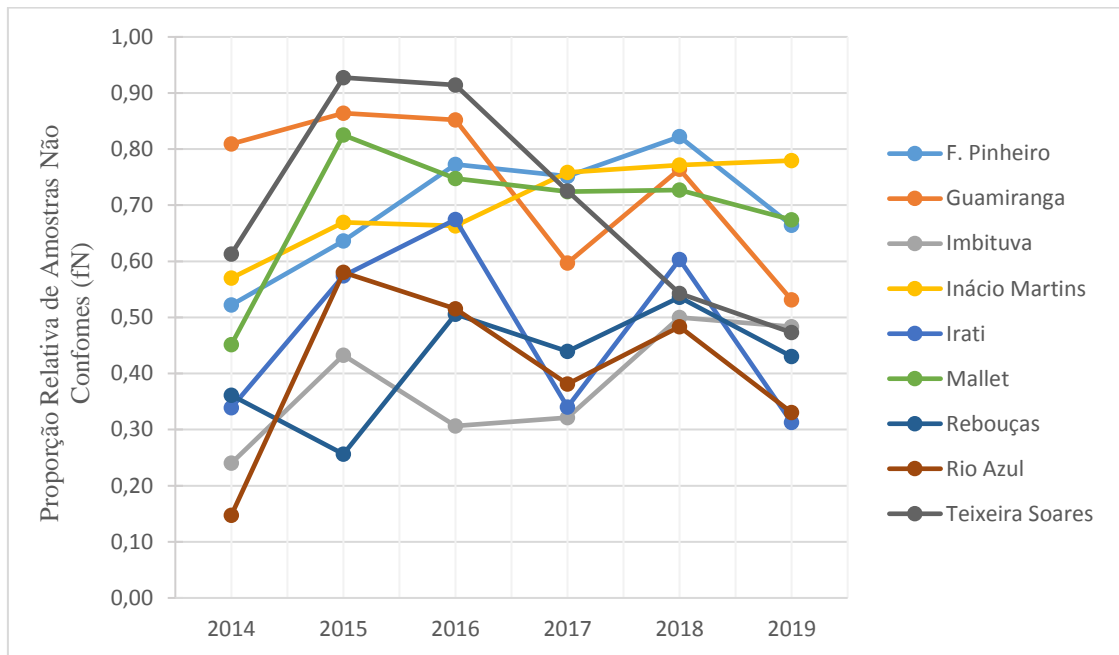


Fonte: A autora, 2022.

Percebe-se que não há grande mudança com o passar dos anos, com os índices de não conformidade mantendo certa constância, corroborando com essas observações, notou-se durante a tabulação dos laudos nas planilhas, que no decorrer do tempo, muitas vezes eram coletadas amostras dos mesmos locais e estes continuavam contaminados, levando a se concluir que não foram desenvolvidas ações de melhoria para correção da situação ou que estas não foram eficientes no período avaliado.

A Figura 6 reforça as conclusões obtidas no *boxplot* da região, não sendo possível identificar uma tendência clara, a longo prazo, de crescimento ou decréscimo da variável para a maioria dos municípios, com exceção de Teixeira Soares que a partir de 2016 começou a apresentar fN cada vez mais baixas de um ano para o outro.

Figura 6 – Proporção relativa de amostras não conformes (fN), de 2014 a 2019, dos municípios pertencentes a 4ª RS.



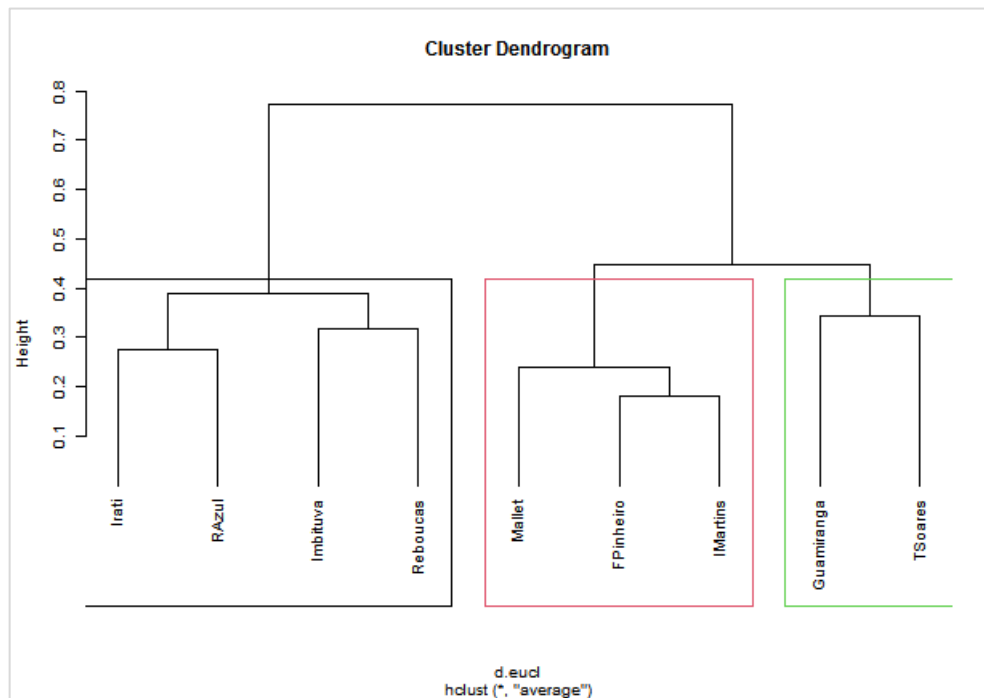
Fonte: A autora, 2022.

Também pode-se concluir que de 2018 para 2019 apenas Inácio Martins sofreu um aumento na sua proporção de amostras não conformes, enquanto nos outros locais houve um decréscimo no mesmo período.

Salienta-se que em 2019 apenas 68,29% da população desse município possuía acesso a serviços de abastecimento de água, significando que mais de 3500 habitantes utilizavam fontes alternativas ou não tinham acesso a água, além disso, somente 29,93% era atendida por esgotamento sanitário (IAS, 2020a), esses fatores evidenciam a necessidade do monitoramento da água de SAC e SAI no município para um controle maior dos índices de não conformidade e segurança da saúde pública do local.

A partir da análise de grupos chegou-se no resultado de três clusters distintos em relação a qualidade da água, conforme pode ser visto na Figura 7. Observou-se um grupo formado por Teixeira Soares a Guamiranga, que apresentaram as maiores fN, um intermediário com Inácio Martins, Fernandes Pinheiro e Mallet, e o último com Rebouças, Imbituva, Rio azul e Irati.

Figura 7 – Formação de grupos entre os municípios pertencentes a 4ª RS em relação qualidade da água, de 2014 a 2019.



Fonte: A autora, 2022.

Reforça-se que tanto Teixeira Soares quanto Guamiranga apresentavam, em 2019, elevadas porcentagens da população sem atendimento a serviços de sistema de abastecimento público, com 48,2% e 52,39% dos habitantes respectivamente utilizando soluções alternativas para consumo ou sem acesso a água (IAS, 2020b; IAS, 2020c), demonstrando mais uma vez a importância de dar-se atenção ao desenvolvimento de atividades para melhoria da qualidade da água de fontes do tipo SAC e SAI na região.

Por meio das análises desenvolvidas tem-se uma ideia da distribuição espacial da qualidade da água na região, podendo auxiliar na gestão da mesma, com o desenvolvimento de ações diferentes para cada local. Os gestores podem, por exemplo, avaliar quais características são semelhantes nas cidades de cada grupo e então, a partir disso, traçar metas para melhorias como recuperação de nascentes, projetos para implantação de desinfecção de soluções alternativas, implementação de sistemas adequados para disposição de dejetos, conscientização e sensibilização da população quanto à higienização e desinfecção dos reservatórios, entre outras.

Nesse sentido, lembra-se que os setores de saúde, meio ambiente e saneamento devem trabalhar de maneira conjunta para a busca por melhorias dos serviços de abastecimento avaliando as áreas prioritárias para destinação de recursos e orientação, com base nos indicadores epidemiológicos do Vigiágua, garantindo o acesso a água potável, levando em

consideração, entre os princípios fundamentais, a universalidade, segurança, qualidade, regularidade, continuidade e integralidade (BRASIL, 2020).

5.1.2. Doenças diarreicas agudas (DDA)

Em relação as doenças diarreicas agudas (DDA), , como pode ser visto na Tabela 3, foram notificados 31.474 casos, entre 2014 e 2019, na área contemplada pela 4ª RS. Irati destacou-se com 41,42% do total enquanto Teixeira Soares apresentou o menor índice de casos durante o período estudado (3,36%). Já em relação a incidência média do agravo, Fernandes Pinheiro se destacou com 70,08 casos a cada mil habitantes, enquanto Mallet apresentou o menor índice com 14,56 casos a cada mil habitantes.

Tabela 3 – Número de notificações de casos de DDA entre 2014 e 2019, nos municípios da 4ª RS.

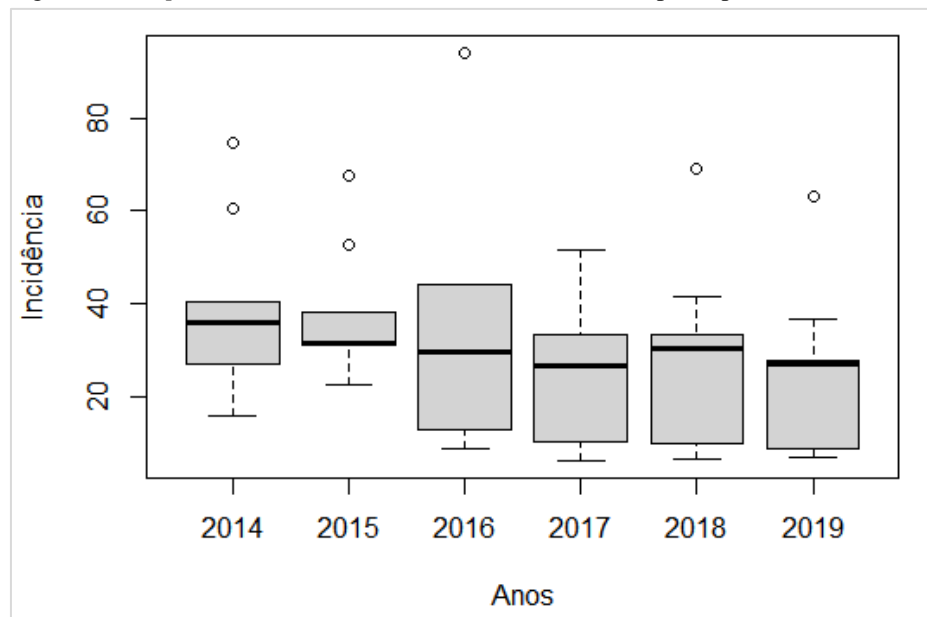
Município	Total	%	População média (hab.)	Incidência média (a cada 1.000 hab.)
F. Pinheiro	2.463	7,83	5.851	70,08
Guamiranga	2.016	6,41	8.579	39,32
Imbituva	2.170	6,89	31.604	26,83
I. Martins	5.097	16,19	11.251	32,13
Irati	13.038	41,42	60.105	36,15
Mallet	1.186	3,77	13.611	14,56
Rebouças	3.045	9,67	14.890	34,09
Rio Azul	1.402	4,45	15.089	15,55
T. Soares	1.057	3,36	11.808	15,11
TOTAL	31.474	100,00	172.788	-

Fonte: A autora, 2022.

Não foram encontrados registros durante o desenvolvimento deste trabalho que abordassem e explicassem o motivo de Irati apresentar um grande volume de casos desse agravo em relação aos demais locais (41,42%), possivelmente o maior número de habitantes pode ter contribuído para este resultado.

Na Figura 8, pode-se visualizar a variação da incidência acumulada de DDA, de 2014 a 2019, na região estudada.

Figura 8 – *Boxplot* de DDA, de 2014 a 2019, da área contemplada pela 4ª RS.

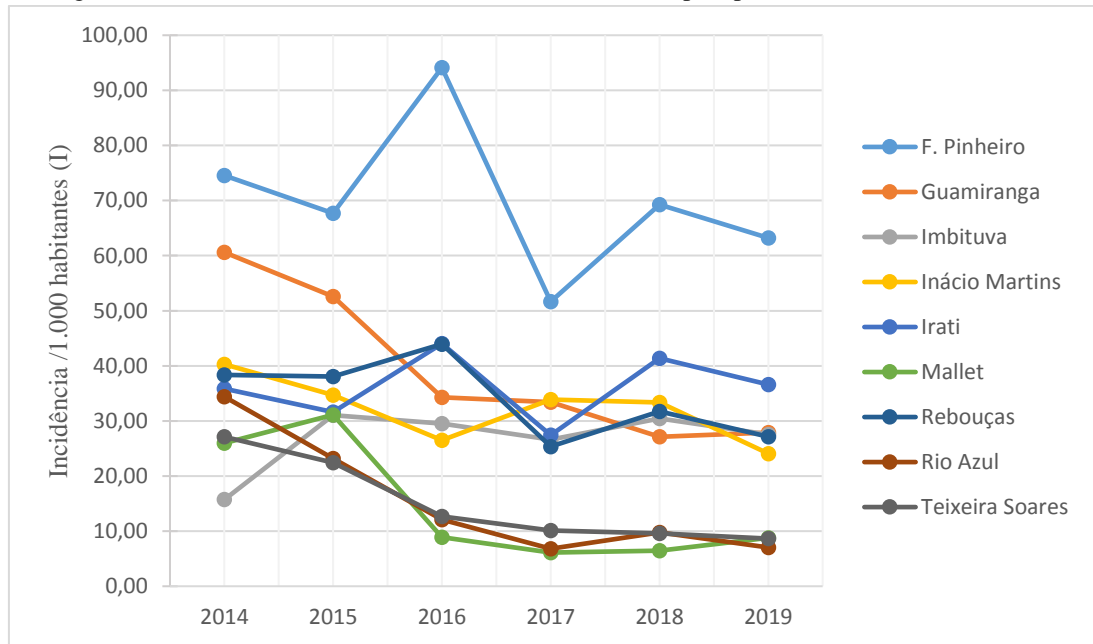


Fonte: A autora, 2022.

É possível concluir que as médias anuais dessa variável a cada mil habitantes ficaram próximas, sendo de 39,21, em 2014., a 25,67, em 2019. Além disso, observa-se uma grande dispersão dos dados, sendo identificados *outliers* em quase todos os anos, demonstrando que há grande diferenças de incidências em alguns anos entre os municípios.

Isso pode ser confirmado na Figura 9, com os *outliers* pertencendo a Fernandes Pinheiro, que, conforme já citado, apresentou os maiores índices de incidência acumulada de DDA, chegando ao ponto máximo em 2016, com 94,11 casos por mil habitantes, e Guamiranga, que teve sua maior taxa de incidência de DDA em 2014, com 60,61 casos do agravo por mil habitantes.

Figura 9 – Incidência de DDA, de 2014 a 2019, dos municípios pertencentes a 4ª RS.



Fonte: A autora, 2022.

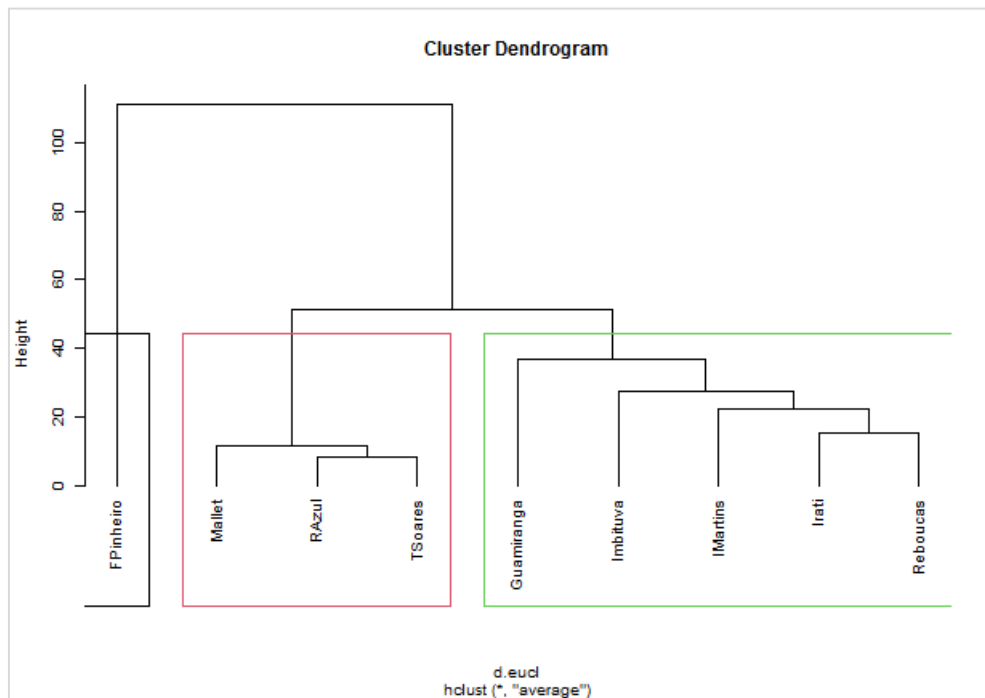
Durante o desenvolvimento desta pesquisa não foram encontrados documentos que possam indicar a possível causa de índices elevados de incidência de DDA em Fernandes Pinheiro quando comparado com os demais municípios.

Ainda assim, registra-se que a preocupação do local em relação a DDA data de períodos anteriores, sendo que foi desenvolvido um estudo, em 2011, na Estação Ecológica de Fernandes Pinheiro, após o Departamento Municipal de Vigilância Sanitária, vinculado à Secretaria Municipal de Saúde, observar casos crônicos de diarreia na população.

Neste caso, as autoras identificaram que os habitantes do local utilizavam fontes alternativas para abastecimento e constatou-se que a falta de proteção adequada dos mananciais e a disposição de excretas em locais impróprios associados com hábitos de higiene precários e ausência de processos de desinfecção da água eram determinantes para a alta prevalência do agravo na área avaliada (GOMES; SOUZA; FUJINAGA, 2011).

Na Figura 10, em que se apresenta a formação *clusters* entre os municípios em relação a incidência de DDA, observaram-se três grupos distintos. O primeiro constituído por Rebouças, Irati, Inácio Martins, Imbituva e Guamiranga, o segundo com Teixeira soares, Rio azul e Mallet e o terceiro com Fernandes Pinheiro.

Figura 10 – Formação de grupos entre os municípios pertencentes a 4ª RS em relação a incidência de DDA, de 2014 a 2019.



Fonte: A autora, 2022.

Como já demonstrado na Figura 9, fica evidente que o segundo grupo citado anteriormente apresenta as menores incidências verificadas, o primeiro possui os valores medianos e Fernandes Pinheiro detém os maiores índices encontrados, demonstrando quais municípios apresentam situações similares e auxiliando os gestores quanto ao tipo de ação que pode ser destinada para cada grupo.

De forma parecida com as possíveis ações de melhoria indicadas em relação a qualidade da água, para a promoção da saúde, prevenção e controle dos casos de DDA os gestores da saúde e meio ambiente da 4ª RS podem trabalhar de forma integrada, com base nos dados epidemiológicos levantados, desenvolvendo atividades para melhoria de condições de saneamento, segurança hídrica e alimentar e conscientização e sensibilização da população acerca de hábitos de higiene pessoal e doméstica.

Corroborando para a importância de ações nessa temática, por exemplo, Gebrehiwot et al. (2020), verificaram, na Etiópia, que escolas que desenvolviam atividades de intervenção relacionadas água, saneamento e higiene, como disponibilização de água potável, banheiros adequados com limpeza em dia e conscientização dos alunos acerca das possíveis causas de DDA, como hábitos de higiene precários, apresentavam índices de casos de diarreia mais baixos do que escolas que não implementavam tais ações.

5.1.3. Associação entre doenças diarreicas agudas (DDA) e a proporção relativa de amostras de água não conformes (fN)

Avaliando a associação entre a incidência acumulada de DDA e a proporção relativa de amostras de água não conformes (fN), na região abrangida pela 4ª Regional de Saúde do Paraná, concluiu-se que não há correlação significativa entre as variáveis, no período estudado, de acordo com o coeficiente de correlação de *Pearson* ($r \cong 0,08$; $p = 0,88$). Da mesma forma, conforme descrito na Tabela 4, não foi encontrada correlação significativa em nenhum município analisado, pois o valor de significância (p) do teste avaliado para cada local foi maior que 0,05.

Tabela 4 – Coeficientes de correlação e valores de p dos municípios na análise entre DDA e qualidade da água.

Município	r	p	Município	ρ	p
F. Pinheiro	0,04	0,95	Imbituva	0,60	0,21
Guamiranga	0,57	0,24	Mallet	0,26	0,62
I. Martins	-0,56	0,25	-	-	-
Irati	0,60	0,21	-	-	-
Rebouças	-0,14	0,78	-	-	-
Rio Azul	-0,40	0,43	-	-	-
T. Soares	0,31	0,56	-	-	-

Fonte: A autora, 2022.

Nota: r: Coeficiente de correlação de *Pearson*; ρ : Coeficiente de correlação de *Spearman*; p = significância.

Isso possivelmente pode ser explicado pela dificuldade em se correlacionar doenças de veiculação hídrica com qualidade da água devido aos múltiplos fatores que possuem influência sobre a ocorrência desses agravos, como condições de acesso a saneamento, hábitos de higiene, situações de vulnerabilidade, entre outras condições socioambientais e culturais e que não estão sempre diretamente associadas a qualidade da água (ARRUDA et al., 2019; OLIVEIRA et al., 2020; QUEIROZ; HELLER, SILVA, 2009).

Beltrão; Callado e Souza (2020), por exemplo, que realizaram a análise integrada da qualidade da água da sede do Pão de Açúcar, no Alagoas, juntamente com aspectos ambientais, de infraestrutura, socioculturais e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica, com dados de 2011 a 2016, concluíram que as notificações de diarreias estavam mais relacionadas a hábitos culturais e de higiene do que com a qualidade da água do local estudado, demonstrando que fatores socioculturais devem ser levados em consideração nesse tipo de avaliação.

Pereira et al. (2021), com dados de Tocantins, de 2015 a 2020, por sua vez, não conseguiram correlacionar DDA e qualidade da água na maioria dos municípios do estado

devido ao baixo número de amostras de água fora do padrão de potabilidade, nos dois locais em que foi identificada associação entre essas variáveis, não foi observado correlação com os parâmetros coliformes totais ($r \cong 0,40$) e *E. coli* ($r \cong -0,23$), esses resultados também evidenciaram, portanto, que outros fatores além da qualidade microbiológica da água podem ser determinantes para ocorrência desse tipo de agravo.

Dessa forma, a realização de outros estudos para avaliação da ocorrência de DDA na área abrangida pela 4ª RS, a correlacionando com outros fatores de interesse, é pertinente para um melhor entendimento dos motivos de suas notificações na região e para a tomada de ações no sentido de diminuição dos casos.

Nesse sentido, podem ser desenvolvidas pesquisas que avaliem diversos fatores relacionados a saneamento ambiental de forma integrada para um melhor entendimento dos processos saúde-doença que ocorrem na região. Além da qualidade da água é importante analisar hábitos de higiene e culturais, acesso a serviços de tratamento de esgoto, condições dos reservatórios de água utilizados e da infraestrutura de abastecimento disponível, entre outros elementos que podem estar relacionados ao aparecimento dos agravos.

5.2. LEPTOSPIROSE, PRECIPITAÇÃO E SITUAÇÃO DE RISCO RELACIONADA A ENCHENTES

Na Tabela 5, que apresenta as notificações de leptospirose, observa-se que foram identificados 182 casos da doença, entre 2014 e 2019, na região composta pela 4ª Regional de Saúde do Paraná.

Tabela 5 – Número de notificações de casos de leptospirose, entre 2014 e 2019, nos municípios da 4ª RS.

Município	Total	%	População média (hab.)	Incidência média (a cada 1.000 hab.)
F. Pinheiro	13	7,14	5.851	0,37
Guamiranga	4	2,20	8.579	0,08
Imbituva	7	3,85	31.604	0,04
I. Martins	2	1,10	11.251	0,03
Irati	110	60,44	60.105	0,31
Mallet	11	6,04	13.611	0,13
Rebouças	6	3,30	14.890	0,07
Rio Azul	23	12,64	15.089	0,25
T. Soares	6	3,30	11.808	0,08
TOTAL	182	100,00	172.788	-

Fonte: A autora, 2022.

Como visto, 60,44% das notificações pertencem a Irati, que apresenta a maior população na região e a segunda maior incidência média a cada mil habitantes (0,31). Em contrapartida, Inácio Martins foi o município que apresentou o menor número de casos, apenas 2, correspondendo a apenas 1,10% do total. Observou-se ainda que Fernandes Pinheiro foi o município com maior incidência média (0,37 casos a cada mil habitantes), ficando com um valor um pouco maior do que Irati.

Calculando a taxa de incidência média de leptospirose na região a cada cem mil habitantes, chegou-se a valores que variaram de 13,81, em 2018, a 24,34 casos por cem mil habitantes, em 2016. Esses valores ficaram bem acima da média brasileira entre 2010 e 2020, que foi de 2,1/100.000 hab. (BRASIL, 2021a), e também acima da incidência média no Paraná, do período entre 2007 e 2017, calculada por Sugiura (2019), que foi de aproximadamente 2,98 casos por cem mil habitantes.

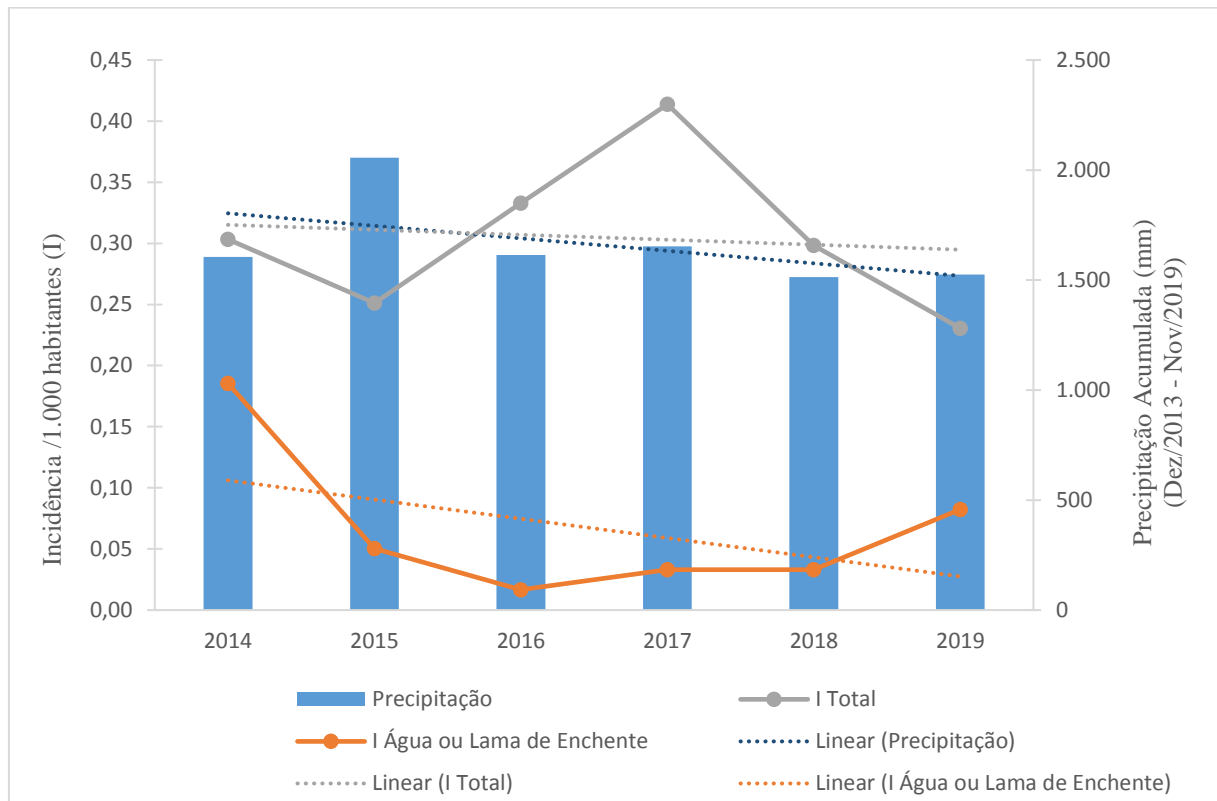
Durante a realização deste trabalho, não foram encontradas publicações que dessem embasamento para as causas de índices tão elevados na região, contudo observou-se que, já em 2013, os gestores da saúde da 4ª RS notavam que a área possuía os maiores índices de infecção de leptospirose e hantavirose, também causada por roedores, a ponto de realizarem treinamento de profissionais da saúde para diagnóstico e prevenção contra esses agravos (IRATI, 2013).

Com o desenvolvimento dessa pesquisa, inferiu-se que os índices de notificação dessa doença têm se mantido elevados na região, sendo necessária a atenção por parte dos gestores, com a avaliação das vulnerabilidades ligadas a temática e o desenvolvimento de ações para o controle da situação.

5.2.1. Avaliação em relação ao município de Irati-PR

Devido ao grande número de casos em Irati, foi realizada uma análise mais aprofundada desse município, como pode ser visualizado na Figura 11.

Figura 11 – Incidência de leptospirose, de 2014 a 2019, e precipitação acumulada, de dez/2013 a nov/2014, em Irati-PR.



Fonte: A autora, 2022.

Observou-se a maior incidência acumulada de casos leptospirose no ano de 2017, já as notificações em que o infectado teve contato com água ou lama de enchente até 30 dias antes do início dos sintomas apresentaram maior taxa de incidência em 2014, ano em que ocorreram enchentes em grande parte da região (FREITAS, 2018).

Apesar disso, realizando a análise do coeficiente de correlação de *Spearman* em relação as variáveis “incidência - casos que tiveram contato com água ou lama de enchentes” e “precipitação acumulada mensal”, desse período, não foi observada correlação significativa ($\rho \cong 0,06$; $p = 0,85$).

Ainda observando a Figura 11, pode-se concluir que o período com maior índice de precipitação acumulada ocorreu entre dez/2014 e nov/2015, com 2.056,60 mm, cerca de 395,40 mm acima da média do período avaliado, que foi de 1.661,18 mm.

Mesmo não sendo encontrada correlação estatisticamente significativa entre leptospirose e os demais fatores avaliados, sabe-se, com base em muitos estudos (DUARTE; GIATTI, 2019; SILVA, A. et al., 2022), que as condições climáticas não devem ser ignoradas na prevenção quanto a este agravo.

Além disso, como medidas simples para o controle e prevenção contra leptospirose, podem ser adotadas, em Irati e região, entre outras, evitar-se o contato com águas provenientes de enchentes e esgotos, não brincar ou nadar em lagos e córregos, não descartar resíduos e/ou armazenar entulho nos quintais de casa, guardar alimentos em lugares protegidos de roedores, colocar telas em ralos para o evitar o acesso desses animais, desinfetar e vedar caixas d'água, vedar frestas e aberturas em portas e paredes e, também, técnicos especializados podem aplicar raticidas em locais afetados com histórico de casos dessa doença (PARANÁ, 2022).

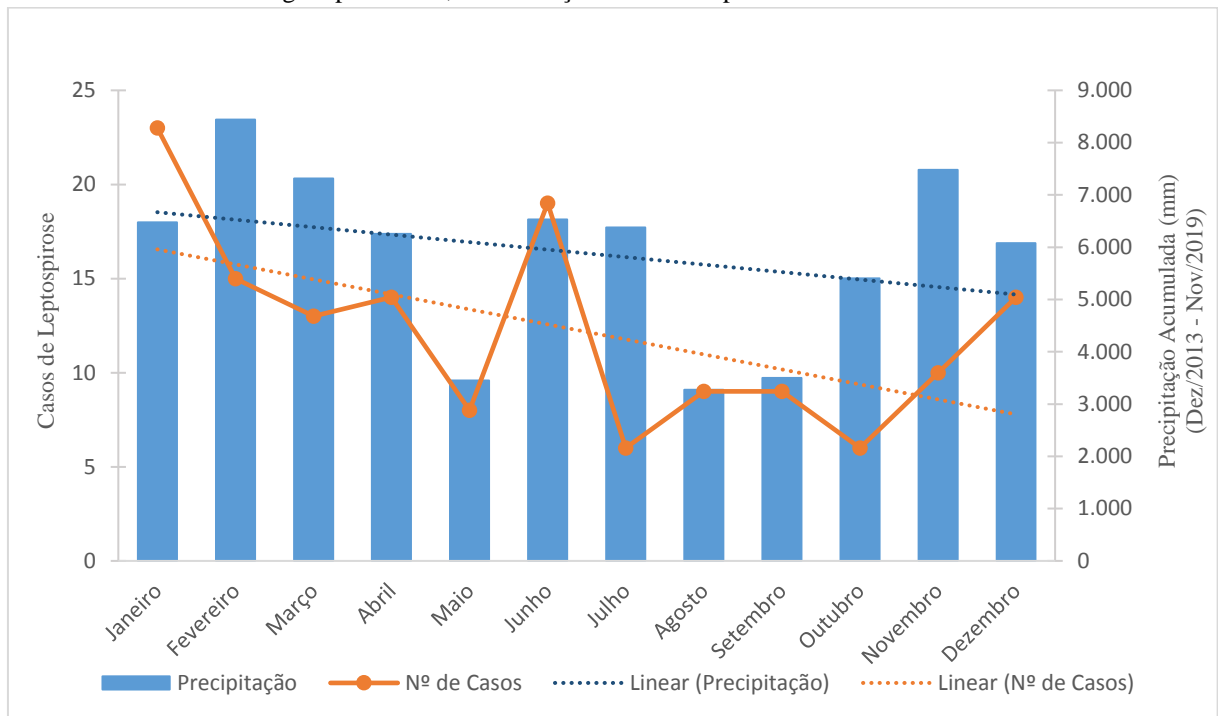
5.2.2. Avaliação da região abrangida pela 4ª RS

Avaliando toda a região contemplada pela 4ª RS, não foi observada correlação significativa utilizando o coeficiente de correlação linear de *Pearson* ($r \cong -0,026$; $p = 0,96$) entre a incidência de casos totais de leptospirose e a parcela em que os indivíduos tiveram contato com água ou lama de enchente nos 30 dias antecedentes dos sintomas durante o período estudado (2014-2019).

Uma hipótese para a possível explicação desse fato pode ser a subnotificação de casos, visto que os pacientes no momento de responder sobre os fatores de risco vivenciados 30 dias antes podem não lembrar de detalhes, esta situação faz parte de uma das desvantagens de estudos epidemiológicos que utilizam dados secundários, que é conhecida como viés da informação, na qual podem ocorrer erros no recordatório ou do entrevistador que acabam causando a classificação incorreta da possível exposição (PAULA, 2019).

Já em relação a avaliação de associação entre ocorrência de leptospirose e precipitação acumulada durante o período estudado para a região, com exceção dos municípios de Fernandes Pinheiro e Rio Azul que não tinham os dados de pluviométricos necessários, foi gerada Figura 12, em que é possível verificar que os maiores números de casos do agravo ocorreram entre os meses de janeiro e junho, com 23 e 19 observações respectivamente. Já os menores índices foram obtidos entre julho e outubro, ambos com 6 casos registrados.

Figura 12 – Ocorrência de leptospirose, de 2014 a 2019, e precipitação acumulada, de dez/2013 a nov/2014, na área abrangida pela 4ª RS, com exceção dos municípios de F. Pinheiro e Rio Azul.



Fonte: A autora, 2022.

Como observado, os maiores picos para precipitação acumulada, por sua vez, ocorreram nos meses de janeiro e outubro, com 8.443 e 7.479 mm, respectivamente. Enquanto isso, os menores índices foram observados nos meses de abril, com 3.449,60 mm, e julho, com 3.276 mm, ainda, a média de precipitação no período contemplado foi de 5.881,90 mm.

Na avaliação da existência de associação entre as variáveis “leptospirose” e “precipitação acumulada”, também não foi encontrada correlação significativa utilizando o coeficiente de correlação linear de *Pearson* ($r \cong 0,44$; $p \cong 0,15$).

Esses resultados vão em desencontro com a maioria dos estudos realizados na literatura, que demonstram a existência de correlação entre leptospirose e índices de precipitação e/ou enchentes (GUTIÉRREZ; MARTÍNEZ-VEGA, 2018; MOREIRA et al., 2019; NAING, et al., 2019).

Isso possivelmente pode ser explicado pelo fato deste agravo apresentar no conjunto de suas causas múltiplos fatores determinantes relacionados a questões socioambientais que vão além dos aspectos climáticos, como urbanização desordenada, precariedade ou inexistência de saneamento básico, entre outros (BUSATO et al., 2017; LARA et al., 2019; TEIXEIRA et al., 2014).

Gonçalves et al. (2016, p. 3950), por exemplo, que estudaram a distribuição de leptospirose e sua relação com fatores de riscos socioambientais em bairros de Belém, no

Pará, entre 2007 e 2013, afirmaram que “[...] a maior concentração da doença ocorreu em áreas onde existe ausência de coleta de resíduos sólidos domiciliares (26%), esgoto (22%) e água encanada (38%)”.

Também pode-se citar Silva, J. et al. (2022), que avaliaram a transmissão de leptospirose através de uma abordagem multidimensional, considerando graus de salubridade ambiental, em alguns bairros de Salvador e concluíram que fatores como precariedade em serviços de drenagem urbana, esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos possuem grande influência na proliferação dessa doença, sendo necessário disponibilizar saneamento básico de qualidade pra a prevenção e controle do agravo, assim como levar em consideração condições de caráter socioeconômico, físico-natural e culturais nas tomadas de ação.

Nesse sentido, infere-se que a ocorrência de leptospirose na região constituída pela 4ª Regional de Saúde do Paraná estatisticamente não tem vinculação direta com índices de precipitação e contato com água ou lama de enchentes, ainda assim, estudos futuros devem ser realizados para a avaliação da associação entre os casos e outros fatores de risco, como contato com roedores, criação de animais, contato com plantio e colheita, situação de vulnerabilidade, como falta de acesso a saneamento adequado, entre outras situações.

Além disso, mais uma vez reforça-se a importância do saneamento ambiental para o controle da leptospirose e outros agravos como as DDA, pois ele tem como objetivo proporcionar a salubridade ambiental e melhorar a qualidade de vida das pessoas através de saneamento básico, ações socioambientais e de preservação do meio ambiente, incluindo educação ambiental entre outras medidas (BRASIL, 2010b).

Endossando o fato da necessidade de se investir em saneamento ambiental, há o Atlas de Saneamento elaborado pelo IBGE que identificou que foram notificados 11.881.430 casos de doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI) no Brasil, entre 2008 e 2019, com 4.877.618 internações no Sistema Único de Saúde (SUS). De acordo com o documento, essas enfermidades, entre elas a leptospirose e as DDA, foram responsáveis por 0,9 % de todos os óbitos ocorridos no país durante o período estudado (IBGE, 2021).

Logo, levando em consideração os dados avaliados com o desenvolvimento deste trabalho em relação aos municípios da 4ª RS, recomenda-se que os gestores desenvolvam políticas públicas nessa temática a fim de diminuir os índices de ocorrência dessas doenças na área estudada.

6. CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho concluiu-se que:

- A maior parte das amostras de água coletadas nos municípios da 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS) (55,66%), entre 2014 e 2019, encontravam-se fora do padrão estabelecido pela legislação vigente. Além disso, quase 60% dessa parcela apresentava contaminação por *Escherichia coli* (*E. coli*), indicando contaminação fecal desses pontos. Ainda, percebeu-se durante a tabulação dos laudos, que no decorrer do tempo, muitas vezes eram coletadas amostras dos mesmos locais e estes continuavam contaminados, levando-se a inferir que não eram tomadas ações de melhoria para correção da situação ou que tais ações não foram eficientes no período estudado.
- Não foi encontrada correlação significativa entre a incidência acumulada de doenças diarreicas agudas (DDA) e a proporção relativa de amostras de água não conformes (fN), em relação a coliformes totais (CT) e *Escherichia coli* (*E. coli*), nos municípios e na área como um todo abrangida pela 4ª Regional de Saúde do Paraná (4ª RS), no período de 2014 a 2019.
- Da mesma forma, não se encontrou correlação entre incidência de leptospirose com a situação de risco de contato com água ou lama de enchente nos 30 dias antecedentes dos primeiros sintomas do agravo e nem com os índices de precipitação acumulados no período estudado.
- Concluiu-se também que esta pesquisa evidenciou características em relação a qualidade da água e aos agravos avaliados que podem auxiliar os gestores da região na tomada de decisão para melhorias nas áreas contempladas pela temática abordada que podem trazer benefícios para a saúde pública do local. Sendo importante serem desenvolvidas atividades que proporcionem um saneamento ambiental adequado para todos.
- Ainda, foi possível concluir que outros trabalhos podem ser desenvolvidos na região para um melhor entendimento dos fatores que influenciam no aparecimento desses agravos com o objetivo de prevenção, controle e minimização da ocorrência das doenças em questão.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. P.; MARTINS, L. F. S.; BROD, C. S.; GERMANO, P. M. L. Levantamento soroepidemiológico de leptospirose em trabalhadores do serviço de saneamento ambiental em localidade urbana da região sul do Brasil. **Rev. Saúde Pública**, v. 28, n. 1, p. 76-81, 1994. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-89101994000100009>>. Acesso em: 06 jun. 2022.

AMARAL, L. A.; NADER FILHO, A.; ROSSI JUNIOR, O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Rev. Saúde Pública**, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0034-89102003000400017>>. Acesso em: 13 jan. 2022.

ANDRADE, G. F.; BARROS, D. B. Bioindicadores Microbiológicos para Indicação de poluição Fecal. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**, v. 34, n. 34, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.25248/reas.e1099.2019>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23. ed. Washington, D.C.: APHA; AWWA; WEF.; 1.504 p. 2017.

ARRUDA, R. O. M.; SOUZA, P. C.; ROSINI, E. F.; AZEVEDO, F. D. Ocorrência de casos de doenças diarreicas agudas e sua relação com os aspectos sanitários na região do Alto Tiete, São Paulo. **Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 15, n.º. 34, p. 53-61, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia153449903>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

BAILEY, T. C. Spatial statistical methods in health. **Caderno de Saúde Pública**, v. 17, n. 5, p. 1083-1095, 2001. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2001000500011>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

BEDAQUE, H. P.; BEZERRA, E. L. M (org.). **Descomplicando MBE: uma abordagem prática da Medicina Baseada em Evidências**. – Natal: Editora Caule de Papiro, 3010 p., 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Joao-Victor-Cabral-4/publication/343126150_Valor_Preditivo/links/5f17f136a6fdcc9626a68e02/Valor-Preditivo.pdf#page=16>. Acesso em: 11 mai. 2022.

BELTRÃO, M. I.; CALLADO, N. H.; SOUZA, V. C. B. The water and disease relationship: the role of sociocultural and infrastructure aspects in public health in Pão de Açúcar, Alagoas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 17, e2, p. 1-14, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.21168/10.21168/rega.v17e2>>. Acesso em: 10 mar. 2021.

BEVILACQUA, P. D.; CARMO, R. F.; MELO, C. M.; BASTOS, R. K. X.; OLIVEIRA, D. C.; SOARES, A. C. C.; OLIVEIRA, J. F. Vigilância da qualidade da água para consumo humano no âmbito municipal: contornos, desafios e possibilidades. **Saúde Soc.**, v. 23, n. 2, p. 467-483, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902014000200009>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BRASIL, Fundação Nacional de Saúde. **Impactos na saúde e no sistema único de saúde decorrentes de agravos relacionados a um saneamento ambiental inadequado**. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 246 P., 2010b. Disponível em:

<http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Portaria nº 1.061, de 18 de maio de 2020**. Revoga a Portaria nº 264, de 17 de fevereiro de 2020, e altera a Portaria de Consolidação nº 4/GM/MS, de 28 de setembro de 2017, para incluir a doença de Chagas crônica, na Lista Nacional de Notificação Compulsória de doenças, agravos e eventos de saúde pública nos serviços de saúde públicos e privados em todo o território nacional. 2020. Disponível em: <https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2020/prt1061_29_05_2020.html>. Acesso em: 08 mai. 2022.

BRASIL. Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020. Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados. **Diário Oficial da União**, Brasília 16 jul. 2020. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/114026.htm>. Acesso em: 27 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Doenças diarreicas agudas (DDA)**. 2022b. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/d/dda/doencas-diarreicas-agudas-dda>>. Acesso em: 26 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Leptospirose**. 2022c. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/assuntos/saude-de-a-a-z/l/leptospirose-leptospirose>>. Acesso em: 17 abr. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Boletim Epidemiológico: Doenças tropicais negligenciadas**. n. esp., ISSN 9352-7864, 76 p. 2021b. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/boletins/boletins-epidemiologicos/especiais/2021/boletim_especial_doencas_negligenciadas.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. 51 p., 2016. Disponível em: <Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano>. Acesso em: 20 mar. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Leptospirose: diagnóstico e manejo clínico**. Brasília : Ministério da Saúde, 44 p., 2014. Disponível em:

<<https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/leptospirose-diagnostico-manejo-clinico2.pdf>>. Acesso em: 07 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância Epidemiológica. **Capacitação em monitorização das doenças diarréicas agudas – MDDA: manual do monitor**. Brasília: Ministério da Saúde, 94 p., 2010a. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/capacitacao_monitoramento_diarreicas_monitor.pdf>. Acesso em: 13 fev. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano**. Brasília : Ministério da Saúde, 284 p., 2006. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/manual_procedimentos_agua_consumo_humano.pdf>. Acesso em: 18 dez 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Vigilância e controle da qualidade da água para consumo humano**. Brasília : Ministério da Saúde, 212 P., 2006. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/vigilancia_controle_qualidade_agua.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2022.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Vigiagua**. 2022a. Disponível em: <<https://www.gov.br/saude/pt-br/composicao/svs/saude-ambiental/vigiagua/vigiagua>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

BRASIL. Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021. Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial da União**, Brasília 07 mai. 2021a. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-gm/ms-n-888-de-4-de-maio-de-2021-318461562>>. Acesso em: 28 jan. 2022.

BRUM, B. R.; OLIVEIRA, N. R.; REIS, H. C. O.; LIMA, Z. M.; MORAIS, E. B. Qualidade das águas de poços rasos em área com déficit de saneamento básico em Cuiabá, Mt: Avaliação microbiológica, físico- química e fatores de risco à saúde. **Holos**, v. 2, p. 179-188, 2016.

BÜHLER, H. F.; IGNOTTI, E.; NEVES, S. M. A. S.; HACON, S. S. Análise espacial de indicadores integrados de saúde e ambiente para morbimortalidade por diarreia infantil no Brasil, 2010. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 30, n. 9, P. 1921-1934, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311X00078013>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

BUSATO, M. A.; SCHABAT, F. M.; LUNKES, E. F.; LUTINSKI, J. A.; CORRALLO, V. S. Incidência de leptospirose e fatores associados no município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Revista de Epidemiologia e Controle de Infecção**, v. 7, n. 4, p. 221-226, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.17058/reci.v7i4.7838>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

CABELLI, V. J.; DUFOUR, A. P.; McCABE D. J.; LEVIN M. A. A marine recreational water quality criterion consistent wiht indicator concepts and risk analysis. **Journal Pollution Control Federation**, 1983.

CAMARGO, L. M. A.; SILVA, R. P. M.; MENEGUETTI, D. U. O. Tópicos de metodologia de pesquisa: Estudos de coorte ou coorte prospectivo e retrospectivo. **J Hum Growth Dev.**, v. 29, n. 3, p. 433-436, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.7322/jhgd.v29.9543>>. Acesso em: 05 jun. 2022.

CASTRO, R. S.; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. M. Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil. **Saúde Debate**, v. 43, n. especial 3, p. 8-19, 2019.

DUARTE, J. L.; GIATTI, L. L. Incidência da leptospirose em uma capital da Amazônia Ocidental brasileira e sua relação com a variabilidade climática e ambiental, entre os anos de 2008 e 2013. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 28, n. 1, 2019. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/s1679-49742019000100009>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

DUTRA, G. G.; BORGES, G. O.; VILELA, E. F. M. Epidemiologia e saúde pública: direto do túnel do tempo. *In*: VILELA, E. F. M.; OLIVEIRA, F. M (org.). **Epidemiologia sem mistérios: tudo aquilo que você precisa saber!** – Jundiaí: Paco Editorial, 348 p., 2018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=t5VxDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT16&dq=john+snow+epidemiologia&ots=ByhB1wIuHY&sig=k7RcUbkoX01whLP8f5fMs23juXw#v=onepage&q=john%20snow%20epidemiologia&f=false>>. Acesso em: 06 fev. 2022.

FLORES, D. M.; FLORES, L. M.; ROMANIELO, A. F. R.; DUTRA, G. S.; SOUZA, A. V.; FINTA, A. L.; LIMA, D. K. F. Epidemiologia da Leptospirose no Brasil 2007 a 2016. *Brasilian Journal of Health Review*, v. 3, n. 2, p. 2675-2680, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34119/bjhrv3n2-114>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

FREIRE, M.C.M.; PATTUSSI M.P. Tipos de estudos. *In*: ESTRELA, C. **Metodologia científica. Ciência, ensino e pesquisa**. 3ª ed. Porto Alegre: Artes Médicas, p.109-127, 2018.

FREITAS, A. R. **Identificação de áreas potencializadoras de inundações e enxurradas: uma proposta metodológica aplicada na Bacia Arroio dos Pereiras, Irati PR**. Tese (doutorado em Geografia – Área de Concentração – Gestão do Território) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 150 f., 2018.

FRONTEIRA, I. Estudos observacionais na era da medicina baseada na evidência: breve revisão sobre a sua relevância, taxonomia e desenhos. **Acta Med Port**, v. 26, n. 2, p. 161-170, 2013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Ines-Fronteira/publication/243965877_Observational_Studies_in_the_Era_of_Evidence_Based_Medicine_Short_Review_on_their_Relevance_Taxonomy_and_Designs/links/5604152e08ae8e08c0897c6b/Observational-Studies-in-the-Era-of-Evidence-Based-Medicine-Short-Review-on-their-Relevance-Taxonomy-and-Designs.pdf>. Acesso em: 11 mai. 2022.

GEBREHIWOT, T.; GEBEREMARIYAM, B. S.; GEBRETSADIK, T.; GEBRESILASSIE, A. Prevalence of diarrheal diseases among schools with and without water, sanitation and hygiene programs in rural communities of north-eastern Ethiopia: a comparative cross-sectional study. **Rural and Remote Health**, v. 20, n. 4, 2020. Disponível em: <<https://www.rrh.org.au/journal/article/4907>>. Acesso em: 29 mai. 2022.

GHIZZO FILHO, J.; FREITAS, P. F.; NAZÁRIO, N. O.; PINTO, G. A.; NUNES, R. D.; SCHLINDWEIN, A. D. Análise temporal da relação entre leptospirose, níveis pluviométricos

e sazonalidade, na região da grande Florianópolis, Santa Catarina, Brasil, 2005-2015.

Arquivos Catarinenses de Medicina, v. 47, n. 3, p. 116-132, 2018. Disponível em: <<https://revista.acm.org.br/index.php/arquivos/article/view/457/278>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

GOMES, M. C. R. L.; SOUZA, J. B.; FUJINAGA, C. I. Estudo de caso das condições de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos moradores da estação ecológica de Fernandes Pinheiro (PR). **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 7, n. 1, p. 25-38, 2011. Disponível em:

<<https://revistas.unicentro.br/index.php/ambiencia/article/view/1019/1188>>. Acesso em: 01 abr. 2022.

GOMES, M. F. B. Saneamento básico: promotor de saúde pública e sustentabilidade. *In*: FERREIRA, J. G.; FIGUEIREDO, F. F.; SILVEIRA, R. M. C (org.). **Socioeconomia do meio ambiente e política ambiental**. 1 ed. – Rio de Janeiro: Letra Capital, 237 p. 2022.

Disponível em:

<https://books.google.com.br/books?id=dI1eEAAAQBAJ&dq=descoberta+de+John+Snow&lr=&hl=pt-BR&source=gbs_navlinks_s>. Acesso em: 14 mai. 2022.

GONÇALVES, N. V.; ARAUJO, E. N.; SOUSA JÚNIOR, A. S.; PEREIRA, W. M. M.; MIRANDA, C. S. C.; CAMPOS, P. S. S.; MATOS, M. W. S.; PALÁCIOS, V. R. C. M. Distribuição espaço-temporal da leptospirose e fatores de risco em Belém, Pará, Brasil.

Ciência & Saúde Coletiva, v. 21, n. 12, p. 3947-3955, 2016. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/1413-812320152112.07022016>>. Acesso em: 21 jun 2022.

GRUBER, J. S.; ERCUMEN, A.; COLFORD JR, J. M. Coliform Bacteria as Indicators of Diarrheal Risk in Household Drinking Water: Systematic Review and Meta- Analysis.

PlosOne, v. 9, n.9, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107429>>.

Acesso em: 10 fev. 2022.

GUIMARÃES, R. M.; CRUZ, O. G.; PARREIRA, V. G.; MAZOTO, M. L.; VIEIRA, J. D.; ASMUS, C. I. R. F. Análise temporal da relação entre leptospirose e ocorrência de inundações por chuvas no município do Rio de Janeiro, Brasil, 2007-2012. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 19, n. 9, p. 3683-3692, 2014. Disponível em:

<<https://doi.org/10.1590/1413-81232014199.06432014>>. Acesso em: 19 mar. 2022.

GURGEL, R. S.; SILVA, L. S.; SILVA, L. A. Investigação de coliformes totais e *Escherichia coli* em água de consumo da comunidade Lago do limão, Município de Iranduba – AM. **Braz. Ap. Sci. Rev.**, v. 4, n.4, p. 2512-2529, 2020. Disponível em:

<<https://doi.org/10.34115/basrv4n4-028>>. Acesso em: 10 jan. 2022.

GUTIÉRREZ, J. D.; MARTÍNEZ-VEGA, R. A. Spatiotemporal dynamics of human leptospirosis and its relationship with rainfall anomalies in Colombia. **Transactions of The Royal Society of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 112, n. 3, p. 115-123, 2018.

Disponível em: <<https://doi.org/10.1093/trstmh/try032>>. Acesso em: 15 de abr. 2022.

IAS – Instituto Água e Saneamento. **Municípios e Saneamento beta: Inácio Martins (PR)**. 2020b. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pr/inacio-martins>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

IAS – Instituto Água e Saneamento. **Municípios e Saneamento beta: Teixeira Soares (PR)**. 2020c. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pr/teixeira-soares>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

IAS – Instituto Água e Saneamento. **Municípios e Saneamento beta: Guamiranga (PR)**. 2020a. Disponível em: <<https://www.aguaesaneamento.org.br/municipios-e-saneamento/pr/guamiranga>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

IAT – Instituto Água e Terra. Sistema de Informações Hidrológicas. **Pluviometria – Relatório de Alturas de Precipitação (mensal)**. Disponível em: <<http://www.sih-web.aguasparana.pr.gov.br/sih-web/gerarRelatorioAlturasMensaisPrecipitacao.do?action=carregarInterfaceInicial>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Coordenação de Geografia e Coordenação de Recursos Naturais e Meio Ambiente. **Atlas de saneamento: abastecimento de água e esgotamento sanitário**. Rio de Janeiro: IBGE, 3ª ed., 192 p., 2021. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/wp-content/files_mf/estudosPesquisas_ImpactosSaude.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2022.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Estimativas de População. **Tabela 6579 - População residente estimada**. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6579>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

IPARDES – Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. **Leituras regionais: Mesorregião Geográfica Sudeste Paranaense**. – Curitiba: BRDE, 133 p., 2004. Disponível em: <http://www.ipardes.gov.br/biblioteca/docs/leituras_reg_meso_sudeste.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2021.

IRATI. **Profissionais de saúde são capacitados para diagnosticar leptospirose e hantavirose**. 2013. Disponível em: <https://irati.pr.gov.br/noticiasView/350_noticia.html>. Acesso em: 30 mai. 2022.

KUNDU, A.; SMITH, W. A.; HAVEY, D.; WUERTZ. Drinking Water Safety: Role of Hand Hygiene, Sanitation Facility, and Water System in Semi-Urban Areas of India. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 99, nº. 4, p. 889-898, 2018. Disponível em: <<https://doi.org/10.4269/ajtmh.16-0819>>. Acesso em: 13 abr. 2022.

LARA, J. M.; ZUBEN, A. V.; COSTA, J. V.; DONALISIO, M. R.; FRANCISCO, P. M. S. B. Leptospirose no município de Campinas, São Paulo, Brasil: 2007 a 2014. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, v. 22, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-549720190016>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

LEAL, J.T.C.P. **Água para consumo na propriedade rural**. Belo Horizonte: EMATER-MG, 18 p., 2012. Disponível em: <https://www.emater.mg.gov.br/doc/intranet/upload/DETEC_Ambientalcartilha%20%C3%A1gua%20para%20consumo%20na%20propriedade%20rural.pdf>. Acesso em: 03 mai. 2022.

LEANDRO, G. C. W. **Estudo epidemiológico: doenças diarreicas agudas no litoral do Paraná**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Saúde Coletiva) – Universidade Federal do Paraná, Matinhos, 2018. Disponível em:

<<https://www.acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/58963/GUSTAVO%20CEZAR%20WAGNER%20LEANDRO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 jun. 2022.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3 ed. – Campinas: Editora Átomo, 496 p., 2010.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, v. 12, n. 4, p. 189-201, 2003. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.5123/S1679-49742003000400003>>. Acesso em: 17 mar. 2022.

MAGALHÃES, V. S.; ACOSTA, L. M. W. Leptospirose humana em Porto Alegre, Rio Grande do Sul, de 2007 a 2013: caracterização dos casos confirmados e distribuição espacial. **Epidemiol. Serv. Saúde**, v. 28, n. 2, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000200019>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

MARINHO, A. C. S. M.; PONTES, A. N.; BICHARA, C. N. C. Perfil epidemiológico de doenças diarreicas agudas notificadas em um município da Amazônia paraense. *Brazilian Journal of Development*, v. 7, n.º. 5, p. 51582-51596, 2021. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/download/30269/23806>>. Acesso em: 27 fev. 2022.

MARTELI, A. N.; GENRO, L. V.; DIAMENT, D. GUASSELLI, L. A. Análise espacial da leptospirose no Brasil. **Saúde Debate**, v. 44, n. 126, p. 805-817, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-1104202012616>>. Acesso em: 23 jan. 2022.

MARTINS, A. M. E. B. L.; FERREIRA, R. C.; SANTOS-NETO, P. E.; RODRIGUES, C. A. Q.; VELOSO, D. N. P.; CRUZ, J. C.; COSTA, D. C. Delineamentos de estudos epidemiológicos e não epidemiológicos da área da saúde: uma revisão de literatura. **Revista Unimontes Científica**, v. 15, n. 2, p. 64-80, 2013. Disponível em: <<https://www.periodicos.unimontes.br/index.php/unicientifica/article/view/2030>>. Acesso em: 15 de jun. 2022.

MECENAS, M. C. M.; NASCIMENTO, L. G. M.; COSTA, J. J. Avaliação da Qualidade Sanitária da Água Distribuída pelo Sistema de Abastecimento em Poço Verde – SE no Período de Janeiro a Outubro de 2019. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 7, P. 3675-3688, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.07.p3675-3688>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

MONSALVE, C. S. A.; BOTERO, D. S.; DONALISIO, M. R. Epidemiology of leptospirosis in Colombia between 2007 and 2015. **Revista Facultad Nacional de Salud Pública**, v. 39, n. 1, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.17533/udea.rfnsp.e339058>>. Acesso em: 17 jun. 2022.

MOREIRA, F. S. A.; FERREIRA, G. R. B.; DIAS, L. C.; VITORINO, M. I. Variabilidade da precipitação na Cidade de Belém-PA e sua relação com a incidência de Leptospirose. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 01, p. 071-080, 2019. Disponível em: <<https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe/article/view/234853>>. Acesso em: 15 mai 2022.

NAING, C.; REID, S. A.; AYE, S. N.; HTET, N. H.; AMBU, S. Risk factors for human leptospirosis following flooding: A meta-analysis of observational studies. **PlosOne**, v. 14, n.

5, p. 1-15, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0217643>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

NUNES, L. N.; CAMEY, S. A.; GUIMARÃES, L. S. P.; MANCUSO, A. C. B.; HIRAKATA, V. N. Os principais delineamentos na epidemiologia. **Revista HCPA**, v. 33, n. 2, p. 178-183, 2013. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/158317>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

ODONKOR, S. T.; AMPOFO, J. K. Escherichia coli as an indicator of bacteriological quality of water: an overview. **Microbiology Research**, v. 4, n. 2, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.4081/mr.2013.e2>>. Acesso em: 11 jan. 2022.

OLIVEIRA JÚNIOR, A.; MAGALHÃES, T. B.; MATA, R. N.; SANTOS, F. S. G.; OLIVEIRA, D. C.; CARVALHO, J. L. B.; ARAÚJO, W. N. Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (Sisagua): características, evolução e aplicabilidade. **Epidemiol. Serv. Saude**, v. 28, n. 1, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742019000100024>>. Acesso em: 13 mar. 2022.

OLIVEIRA, A. F.; LEITE, I. C.; VALENTE, J. G. Global burden of diarrheal disease attributable to the water supply and sanitation system in the State of Minas Gerais, Brazil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 20, n.º 4, p. 1027-1036, 2015. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/csc/a/dfGwKkYkLmpzq8DgCmzf4Wh/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 03 mar. 2022.

OLIVEIRA, H. M.; GOMES, K. R. B.; FERREIRA, C. R. S.; FERREIRA, C. R. S.; NASCIMENTO, V. B.; DIAS, W. W. D. S. Doença diarreica aguda em menores de 5 anos em um hospital da fronteira do Brasil. **Revista científica del Amazonas**, v. 3, n.º 5, p. 30-40, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.34069/RC/2020.5.03>>. Acesso em: 24 jan. 2022.

OLIVEIRA, J. S. C.; MEDEIROS, A. M.; CASTOR, L. G.; CARMO, R. F.; BEVILACQUA, P. D. Soluções individuais de abastecimento de água para consumo humano: questões para a vigilância em saúde ambiental. **Cadernos Saúde Coletiva**, v. 25, n. 2, p. 217-224, 2017.

OLIVEIRA, T. V. S. **Fatores Socioambientais Associados a Eventos Hidrometeorológicos Extremos na Incidência de Leptospirose no Município do Rio de Janeiro – 1997 a 2009. Um estudo de caso.** Tese (doutorado em ciências na área de Saúde Pública) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2013.

ONU – Organização das Nações Unidas. **Objetivo 6. Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todas e todos.** 2022. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/6>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

ONU – Organização das Nações Unidas. **ONU diz que acesso à água potável é direito humano.** 2010. Disponível em: <<https://news.un.org/pt/story/2010/07/1350641-onu-diz-que-acesso-agua-potavel-e-direito-humano>>. Acesso em: 16 ago. 2021.

OPAS – Organização Pan-Americana da Saúde. **Módulos de Princípios de Epidemiologia para o Controle de Enfermidades. Módulo 3: medida das condições de saúde e doença na população.** Brasília-DF, 94 p., 2010. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/modulo_principios_epidemiologia_3.pdf>. Acesso em: 20 nov 2021.

PARANÁ – Secretaria da Saúde. **Leptospirose**. 2022. Disponível em: <<https://www.saude.pr.gov.br/Pagina/Leptospirose>>. Acesso em: 08 mai. 2022.

PASSOS, A. D. C.; RUFFINO-NETO, A. Introdução aos Estudos Epidemiológicos Analíticos, *In*: FRANCO, L. J.; PASSOS, A. D. C (org.). **Fundamentos de Epidemiologia**. 2 ed. – Barueri: Manole, 424 p., 2011.

PAULA, T. **Vieses em estudos epidemiológicos**. Centro de Apoio à Pesquisa no Complexo de Saúde da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – CAPCS – UERJ, 2019. Disponível em: <<http://www.capcs.uerj.br/vieses-em-estudos-epidemiologicos/>>. Acesso em: 08 ago. 2022.

PEREIRA, M. G.; SOUZA, A. R.; SILVA, S. L. O.; BRITO, M. R. Qualidade da água para consumo humano e doenças diarreicas agudas no estado do Tocantins. **Revista de Engenharia e Tecnologia**, v.13, n°. 2, p. 259-273, 2021. Disponível em: <<https://revistas2.uepg.br/index.php/ret/article/view/18081/209209214434>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

PINTO JUNIOR, V. Introdução ao Pensamento Epidemiológico. *Revista de Medicina e Saúde de Brasília*, v. 7, n. 1, p. 159-171, 2018. Disponível em: <<https://portalrevistas.ucb.br/index.php/rmsbr/article/download/9023/5732>>. Acesso em 15 mai. 2022.

PITERMAN, A.; GRECO, R. M. A água seus caminhos e descaminhos entre os povos. **Revista APS**, v. 8, n. 2, p. 151-164, 2005. Disponível em: <<https://www.ufjf.br/nates/files/2009/12/agua.pdf>>. Acesso em: 05 fev. 2022.

PORTELA, F. C.; KOBIYAMA, M.; GOERI, R. F. Panorama brasileiro da relação entre leptospirose e inundações. **Geosul**, v. 35, n. 75, p. 711-734, 2020. Disponível em: <<http://doi.org/10.5007/1982-5153.2020v35n75p711>>. Acesso em: 12 jan. 2022.

QUEIROZ, J. T. M.; HELLER, L.; SILVA, S. R. Análise da correlação de ocorrência da doença diarreica aguda com a qualidade da água para consumo humano no município de Vitória - ES. **Saúde e Sociedade**, v. 18, n°. 3, p. 479-489, 2009. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902009000300012>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

RÊGO, M. A. V. Estudos caso-controle: uma breve revisão. **Gazeta Médica da Bahia**, v. 80, n. 1, p. 101-110, 2010. Disponível em: <<http://www.gmbahia.ufba.br/index.php/gmbahia/article/viewFile/1089/1046>>. Acesso em 05 jun. 2022.

ROUQUAYROL, M. Z.; SILVA, M. G. C. **Rouquayrol: Epidemiologia & saúde**. 8 ed. – Rio de Janeiro: Medbook, 752 p., 2018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=I70oEAAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT17&dq=epidemiologia&ots=BM7pHLdiwv&sig=iex9iXUyNGuel2UoZYklLkK3cf4#v=onepage&q=epidemiologia&f=false>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

ROVERI, V.; MUNIZ, C. C. Contaminação microbiológica por *Escherichia coli*: estudo preliminar, no canal de drenagem urbana da Av. Lourival Verdeiro do Amaral – São Vicente/SP. **Revista Eletrônica de Divulgação Científica da Faculdade Don Domênico**, 8 ed., 2016. Disponível em:

<http://faculdadedondomenico.edu.br/revista_don/artigos8edicao/12ed8.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2022.

SALES, T. E. A. Estudo da balneabilidade das praias urbanas do Município de Natal-RN durante o ano de 2005. Dissertação (mestrado em Engenharia Sanitária) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal-RN, 87 f., 2005. Disponível em: <http://arquivos.info.ufrn.br/arquivos/2015246188c00f295039057e4d7ae8856/Dissertao_de_Thaise_Emmanuele_Andrade_de_sales.pdf>. Acesso em: 05 jan 2022.

SASSE, T. V.; SILVEIRA, I. L. C.; VILELA, E. F. M. Estudos ecológicos: o todo pela parte. In: VILELA, E. F. M.; OLIVEIRA, F. M (org.). **Epidemiologia sem mistérios: tudo aquilo que você precisa saber!** – Jundiaí: Paco Editorial, 348 p., 2018. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=t5VxDwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PT110&dq=estudos+ecol%C3%B3gicos+na+epidemiologia&ots=ByhB0xJpGW&sig=T80KGLby9UhOezH2FIGMpTsX3HY#v=onepage&q=estudos%20ecol%C3%B3gicos%20na%20epidemiologia&f=false>>. Acesso em: 11 mai. 2022.

SESA/PR – Secretaria de Estado da Saúde do Paraná. **Mapas - Regionais de Saúde – PR.** Disponível em: <https://saude.mppr.mp.br/arquivos/File/rs/3_mapas.htm>. Acesso em: 04 mar. 2022.

SILVA, A. E. P.; LATORRE, M. R. D. O; CHIARAVALLI NETO, F.; CONCEIÇÃO, G. M. S. Tendência temporal da leptospirose e sua associação com variáveis climáticas e ambientais em Santa Catarina, Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 27, n. 3, p. 849-860, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232022273.45982020>>. Acesso em: 19 jan. 2022.

SILVA, B. O. S.; COSTA, A. S. V. Estudo sobre a qualidade da água para consumo humano e as doenças diarreicas no Brasil. **Revista Baiana de Saúde Pública**, v. 43, n. 4, p. 1119-134, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.22278/2318-2660.2019.v43.n4.a2979>>. Acesso em: 15 mai. 2022.

SILVA, D. D.; MIGLIORINI, R. B.; SILVA, E. C.; LIMA, Z. M.; MOURA, I. B. Falta de saneamento básico e as águas subterrâneas em aquífero freático: região do Bairro Pedra Noventa, Cuiabá (MT). **Eng. Sanitária Ambiental**, v.19, n.1 p. 43-52, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100005>>. Acesso em: 03 mai. 2022.

SILVA, J. C. S.; BORJA, P. C.; COSTA, F.; PALMA, F. A.; SANTANA, R.; NERY JR., N. R. R.; SACRAMENTO, G.; OLIVEIRA, D. S.; CRUZ, J. S.; WUNDER JR., E. A.; REIS, M. G.; KO, A. I. Índice de salubridade ambiental e a ocorrência da leptospirose: um estudo em bairros populares de Salvador – Bahia. **Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales: Investigación, desarrollo y práctica**, v. 15, n. 2, p. 1013-1027, 2022. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.22201/iingen.0718378xe.2022.15.2.79116>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

SILVA, L. F.; BORGES, A. K. P.; MENEZES, J. S. Análise da ocorrência de doenças diarreicas no período de 2015 a 2020 em Palmas-To. **Revista de Patologia do Tocantins**, v. 8, n. 3, p. 120-124, 2021. Disponível em: <<https://doi.org/10.20873/uft.2446-6492.2021v8n3p120>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

SIMÃO, G.; DAMIANI, A. P. M.; ALEXANDRE, N. Z.; SILVA, B. G. Qualidade da água utilizada para consumo humano em áreas rurais, estudo de caso no município de Santa Rosa do Sul – Santa Catarina. **Holos Environment**, v. 20, n. 1, p. 100-116, 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. **Abastecimento de Água - 2020**. 2020. Disponível em: <<http://www.snis.gov.br/painel-informacoes-saneamento-brasil/web/painel-abastecimento-agua>>. Acesso em: 14 mar. 2022.

STOLF, D. F.; MOLZ, S. Avaliação microbiológica da água utilizada para consumo humano em uma propriedade rural de Taió – SC. **Saúde & Meio Ambiente**, v. 6, n. 1, p. 96-106, 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.24302/sma.v6i1.1104>>. Acesso em: 05 mai. 2022.

SUGUIURA, I. M. Leptospirose no estado do Paraná, Brasil: Uma abordagem de saúde única. *Revista de Saúde Pública do Paraná*, v. 2, n. 2, p. 77-84, 2019. Disponível em: <<https://doi.org/10.32811/25954482-2019v2n2p77>>. Acesso em: 20 jan. 2022.

TEIXEIRA, J. C.; OLIVEIRA, G. S.; VIALI, A. M.; MUNIZ, S. S. Estudo do impacto das deficiências de saneamento básico sobre a saúde pública no Brasil no período de 2001 a 2009. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 19, n. 01, p. 87-96, 2014. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41522014000100010>>. Acesso em: 21 jun. 2022.

UE – União Europeia. **Diretiva (UE) 2020/2184 do Parlamento Europeu e do Conselho de 16 de dezembro de 2020 relativa à qualidade da água destinada ao consumo humano**. *Jornal Oficial da União Europeia*, 2020. Disponível em: <<https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PT/TXT/PDF/?uri=CELEX:32020L2184&from=EL>>. Acesso em: 20 jun. 2022.

USEPA – United States Environmental Protection Agency. **Ground Water and Drinking Water. National Primary Drinking Water Regulations**. 2022. Disponível em: <<https://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>>. Acesso em 20 jun. 2022.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4 ed. – Belo Horizonte: UFMG, 472 p.: il. – (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias; v. 1), 2014.

WAGNER, M. B. Medindo a ocorrência de doença : prevalência ou incidência?. **Jornal de Pediatria**, v. 74, n. 2, p. 157-162, 1998. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/54350>>. Acesso em: 10 mai. 2022.

WHO – World Health Organization. **Diarrhoeal disease**. 2017. Disponível em: <<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

WHO – World Health Organization. **Diarrhoeal**. 2022b. Disponível em: <https://www.who.int/health-topics/diarrhoea#tab=tab_1>. Acesso em: 21 mai. 2022.

WHO – World Health Organization. **Drinking-water**. 2022a. Disponível em: <<https://www.who.int/en/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>>. Acesso em: 16 mai. 2022.

WHO – World Health Organization. **Water, sanitation, hygiene and health – A primer for health professionals**. 2019. Disponível em: <<https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1265752/retrieve>>. Acesso em: 03 fev. 2022.

YAMAGUCHI, M. U.; CORTEZ, L. E. R.; OTTONI, L. C. C.; OYAMA, J. Qualidade microbiológica da água para consumo humano em instituição de ensino de Maringá-PR. **Revista O Mundo da Saúde**, v. 37, n. 3, p. 312-320, 2013. Disponível em: <<https://revistamundodasaude.emnuvens.com.br/mundodasaude/article/view/427>>. Acesso em: 19 jun. 2022.