

## CAPÍTULO 4

# ANÁLISE DA CORRELAÇÃO E PERCEPÇÃO DE OCORRÊNCIA DE DDA COM A QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO NOS BAIROS DO MUNICÍPIO DE TUCURUÍ-PA

---

*Data de submissão: 29/02/2024*

*Data de aceite: 01/04/2024*

### **Hellean Sacha da Silva de Lima**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<https://lattes.cnpq.br/4315620140122201>

### **Beatriz Souza da Silveira**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/7444597996958280>

### **Luiza de Nazaré Almeida Lopes**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/3332622265434535>

### **João Elias Vidueira Ferreira**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/8018691254585785>

### **Augusto da Gama Rego**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/8395640780400778>

### **Devanilda Ranieri Martins da Fonseca**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/8082374583529846>

### **Enayle Maria de Freitas Silva**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<https://lattes.cnpq.br/0468021149856532>

### **Pedro Henrique Silva de Sousa**

Instituto Federal do Pará- Campus Tucuruí  
Tucuruí-PA  
<http://lattes.cnpq.br/1243598066623818>

**RESUMO:** Este estudo teve o propósito de investigar a qualidade da água para consumo humano, identificar o perfil epidemiológico de DDA e analisar a correlação de precipitação e temperatura nos casos de doenças diarreicas agudas (DDA) notificadas em quatro bairros do município de Tucuruí-PA, entre os anos de 2020 a 2022. Na realização da pesquisa obteve-se o levantamento de dados pela aplicação de questionários sobre os serviços de saneamento nos bairros e o acesso aos dados públicos (VIGIAGUA, Sivep-DDA e INMET). Analisaram-se as variáveis de pesquisa com base em estatísticas descritivas, das quais foram utilizadas ferramentas de análise hierárquica de agrupamentos e correlação. Nos resultados observou-se que, em 2020 e 2021 o número de ocorrências de DDA diminuiu 19%, e de 2021 a 2022, houve decréscimo de 17% no número de casos da doença no município, os resultados também podem

representar a existência de inúmeros casos subnotificados pela unidade de atendimento de saúde. A sazonalidade foi observada com aumento de casos de DDA no primeiro semestre do ano, quando são registradas as maiores incidências de chuvas e as temperaturas mais amenas da região. No teste de correlação de *Spearman*, entre as ocorrências de DDA e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura) para os anos de 2020 e 2021 se mostraram fracas e no ano de 2022 indicou uma correlação moderada positiva, adotando o nível de relevância de 5% ( $p < 0,05$ ). Os resultados das entrevistas mostraram que grande parte da população entrevistada não está satisfeita com o serviço de abastecimento de água oferecido, de acordo com o período estudado. É possível destacar no estudo que a falta dos serviços de saneamento e deficiências no SAA são condicionantes para a progressão das doenças diarreicas agudas nos bairros pesquisados.

**PALAVRAS-CHAVE:** Doenças diarreicas agudas; Saneamento; Qualidade da água; Precipitação; Temperatura.

## ANALYSIS OF THE CORRELATION AND PERCEPTION OF THE OCCURRENCE OF ADD WITH THE QUALITY OF WATER FOR HUMAN CONSUMPTION IN THE NEIGHBORHOODS OF THE MUNICIPALITY OF TUCURUÍ-PA

**ABSTRACT:** The purpose of this study is to investigate the quality of water for human consumption, identify the epidemiological profile of acute diarrheal diseases (ADDs), and analyze the correlation between precipitation and temperature with cases of ADDs reported in four neighborhoods in the municipality of Tucuruí-PA, between the years 2020 to 2022. To conduct this research, data was collected through the application of questionnaires addressing sanitation services in the neighborhoods and access to public data (VIGIAGUA, Sivep-DDA and INMET). The research variables were analyzed based on descriptive statistics, using hierarchical cluster analysis and correlation tools. In the results, it was observed that, in 2020 and 2021, the number of ADD occurrences decreased by 19%, and from 2021 to 2022, there was a 17% decrease in the number of cases of the disease in the municipality. These results may also suggest the existence of numerous cases underreported by the health care unit. Seasonality was observed, with an increase in ADD cases in the first half of the year, when the highest incidences of rainfall and mildest temperatures in the region are recorded. In Spearman's correlation test, between the occurrences of ADD and the climatic variables (precipitation and temperature) for the years 2020 and 2021 were demonstrated to be weak and in the year 2022, it indicated a moderate positive correlation, adopting a relevance level of 5% ( $p < 0.05$ ). The results of the interviews showed that a large part of the interviewed population is not satisfied with the water supply service offered, according to the studied period. It is possible to highlight in the study that the lack of sanitation services and deficiencies in the SAA are conditions for the progression of acute diarrheal diseases in the researched neighborhood.

**KEYWORDS:** Acute diarrheal diseases; Sanitation; Water quality; Precipitation; Temperature.

## INTRODUÇÃO

A água é um recurso essencial para o desenvolvimento e manutenção dos seres humanos. Logo, a água utilizada para o consumo humano, quando não tratada corretamente, e fora dos padrões de potabilidade determinados pela Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, pode ser um risco à saúde, sendo uma via importante de transmissão de doenças provenientes de veiculação hídrica, principalmente aquelas que afetam o trato intestinal, agindo como meio de cultura de microrganismos patogênicos (CASTRO, CRUVINEL E OLIVEIRA, 2020).

As precárias condições de saneamento, são fatores determinantes para a exposição dos seres vivos a agentes patogênicos. Arelado a isto, as condições climáticas exercem forte influência na disseminação de patógenos, devido à contaminação de fontes de água. Neste contexto, a região Amazônica sofre com elevados índices de morbidade por doenças diarreicas infecciosas, em função de eventos climáticos extremos (AGUIAR *et al.*, 2020).

As doenças diarreicas infecciosas representam uma grande problemática para a saúde do país. Nesta perspectiva, as Doenças Diarreicas Agudas (DDA) apresentam maior probabilidade de ocorrência, sendo estas, causadas por diferentes agentes etiológicos, como bactérias, protozoários e vírus. Como sintoma dominante destas doenças, temos o aumento do número de evacuações, com fezes aquosas ou de pouca consistência, podendo estar diretamente associada às situações de vulnerabilidade social, seca, enchentes e fenômenos relacionados às mudanças climáticas (AGUIAR *et al.*, 2020).

Entre as DDAs, a Organização Mundial de Saúde (OMS) ressalta as doenças diarreicas infecciosas intestinais (CID 10: A00-A09), estando relacionadas a diferentes enfermidades descritas na classificação internacional de doenças, tais como, a cólera, a febre tifóide e paratifóide, infecções bacterianas e doenças intestinais causadas por protozoários e vírus. As notificações destas doenças são registradas no Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica das DDA (SIVEP-DDA), sendo um programa de monitoramento contínuo, com a finalidade de sistematizar os índices de casos da doença nas cidades em diferentes períodos (CASTRO E NETO, 2023).

Desta forma, as medidas de vigilância da qualidade da água para consumo humano, e o monitoramento mensal da qualidade da água nos sistemas, são imprescindíveis para manter a qualidade da água consumida (CASTRO, CRUVINEL E OLIVEIRA, 2020).

Dentre os indivíduos que apresentam maior vulnerabilidade as DDAs, estão aqueles que vivem em ambientes desprovidos de saneamento, ou que são assistidos de forma precária. Neste contexto, a percepção dos usuários sobre o serviço de saneamento oferecido se faz um mecanismo para a avaliação do sistema, sendo um meio importante que possibilita a visualização de um conjunto de ações (SILVA E SILVA, 2021).

Este estudo teve escopo identificar o perfil epidemiológico DDA e a correlação de precipitação e temperatura nos casos de doenças diarreicas agudas notificadas em quatro bairros, situados no município de Tucuruí-PA, compreendendo entre os anos de 2020 a 2022.

## MÉTODOS

### Área de Estudo

O município de Tucuruí situa-se no Sudoeste do estado do Pará (Figura 1), abrangendo uma área de aproximadamente 2.084,289 km<sup>2</sup>. Situa-se nas coordenadas geográficas de Latitude 3° 46' 10" Sul e Longitude 49° 40' 27" Oeste, às margens do lago artificial decorrente da construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí, por ser uma região próxima a linha do equador, apresenta clima úmido tropical (SILVA E SILVA, 2021).

De acordo com o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, a localidade possui população de 97.128 habitantes, com densidade demográfica de 46,56 hab/km<sup>2</sup>. Grande parte da população do município localiza-se em área urbana, cerca de 95,18%. Tal aglomeração ocasionou uma maior demanda por serviços de saneamento básico, dentre estes serviços destacamos o abastecimento de água. Segundo dados do Departamento de Endemias – DE, a população está distribuída em 49 bairros somente na zona urbana (RANIERI *et al.*, 2022).

### Descrição dos Pontos de Estudo

O estudo foi realizado em quatro bairros da cidade de Tucuruí (Alto Alegre, Jaqueira, Mangal e Nova Tucuruí), três deles situam-se na região mais suburbana do município, sendo estes: Alto Alegre, Jaqueira e Mangal (DATASUS, 2023).

O bairro da Jaqueira, apesar de localizar-se em área mais afastada, agrupa a Feira Municipal de Tucuruí, tornando-se o bairro com alto fluxo de pessoas e maior número de residências, bem como o bairro mais antigo dentre os quatro. Por outro lado, a Nova Tucuruí reúne a segunda maior quantidade de residências, tal como encontra-se em direção oposta às demais, ou seja, mais próximo do centro da cidade (DATASUS, 2023).

Deste modo, para a realização do diagnóstico do abastecimento de água, os quatro bairros no município de Tucuruí foram selecionados por possuírem pontos de monitoramento do Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (VIGIAGUA) e por serem abastecidos pela mesma Estação de Tratamento de Água - ETA (ETA-Km 04) a qual é responsável pela distribuição de mais de 50% do município (SILVA E SILVA, 2021). Os bairros selecionados na pesquisa foram descritos a seguir (Figura 1).

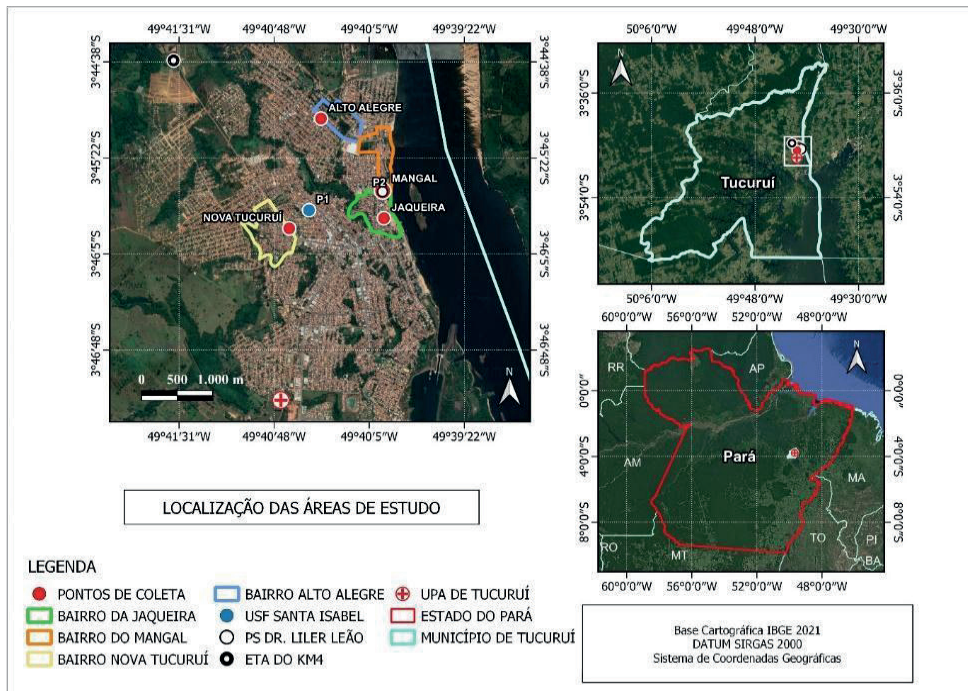


Figura 1- Mapa demonstrando as localizações dos pontos estudados e localização do município de Tucuruí//PA

Fonte: Autores (2023).

A ETA-Km 04, responsável pelo abastecimento de água deste estudo, está localizada na rodovia Transcmetá, possui o tipo de captação superficial, feita do Igarapé Santos (latitude:  $3^{\circ}44'31.07''S$  e longitude:  $49^{\circ}41'44.60''O$ ) com capacidade de captação de 278 L/s. Sendo esta unidade de tratamento composta por 12 filtros. O tratamento é feito por meio de filtração direta, desta forma, durante a técnica, são adicionados o sulfato de alumínio e o hipoclorito de cálcio à água de abastecimento. O processo de reservação da água tratada é feito em dois reservatórios semienterrados, com capacidade de 250 m<sup>3</sup> cada, sendo esta estação responsável por abastecer 26 bairros do município (SILVA E SILVA, 2021).

## MÉTODOS DA PESQUISA

A pesquisa aplicada é de caráter explicativo, com abordagem quanti-qualitativo, onde método de pesquisa qualitativo adotado buscou entender, interagir e interpretar as motivações e significados ao longo do processo, enquanto o quantitativo evidenciou a precisão em medir quantidade de dados, frequência e intensidade de determinado público-alvo (LAKATOS E MARCONI 2017).

Para a elaboração deste estudo, também foi realizada uma pesquisa documental e bibliográfica, por meio de artigos, livros, periódicos e boletins epidemiológicos da doença, cujo principal intuito foi observar o posicionamento de outros autores acerca da temática.

Neste sentido, a pesquisa envolveu seis etapas para coleta e análise dos dados. A primeira etapa da pesquisa consistiu no levantamento de dados pela aplicação de questionários sobre os serviços de saneamento nos bairros. Posteriormente, o tratamento dos dados foi composto pelas seguintes atividades: (i) seleção e agrupamento de dados referentes às notificações de DDA, precipitação e temperatura semanais, mensais e anuais; (ii) tratamentos estatísticos descritivos; (iii) análise multivariada, procedeu-se a análise hierárquica de agrupamentos; (iv) normalização dos dados; e (v) aplicação de ferramentas de análises de correlação.

## MÉTODOS DE OBTENÇÃO DE DADOS

### Banco de dados das entrevistas com os moradores

A primeira etapa da pesquisa sucedeu-se por meio de aplicação de questionários específico sobre os serviços de saneamento, composto por 22 questões fechadas à população dos bairros em questão, adotou-se como critério de seleção um morador por residência, utilizando a metodologia adotada por Santos (2014), através do software desenvolvido para cálculo amostral. As informações referentes ao número de residências por bairro foram obtidas através dos registros do Departamento de Combate às Endemias (DATASUS, 2023).

Para amostragem do estudo, foram consideradas 237 residências nos bairros, obtidos por meio do cálculo amostral, para homogeneização da amostra. Adotando um erro de 10%, determinou-se a distribuição de 53 questionários no bairro Alto Alegre, 63 na Jaqueira, 59 no bairro do Mangal e 62 na Nova Tucuruí. A partir das respostas obtidas nos questionários, foi realizada a tabulação no programa Excel e *Bioestat 5.0* os dados para o tratamento estatístico descritivo (BRITO, *et al.*, 2018).

Os moradores dos bairros Alto Alegre, Jaqueira e Mangal foram entrevistados em seus respectivos bairros e na Unidade Básica de Saúde (UBS) mais próximas de sua residência, responsável pelo atendimento da população (BRITO, *et al.*, 2018). Logo, a aplicação de questionários dos moradores do bairro Nova Tucuruí também ocorreu na Unidade de Saúde da Família (USF) do bairro, a estratégia foi utilizada com a finalidade de garantir uma diversificação na amostragem (SILVA E SILVA, 2021).

Os dados obtidos ocorreram por meio de indicadores quantitativos e qualitativos, mediante a caracterização dos serviços de saneamento, através de informações dos Órgãos Públicos responsáveis, identificação das características do local de estudo e a aplicação de questionários estruturados com perguntas fechadas.

O consentimento para a participação da pesquisa aos entrevistados, fora obtido por meio do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), disponibilizado aos participantes antes do momento da entrevista, informando a utilização dos dados para o desenvolvimento da pesquisa.

## **Banco de dados VIGIAGUA**

Os dados do Sistema de Informação da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano obtidos dos bairros foram analisados como no estudo de Chiarini *et al.* (2022), de acordo com as variáveis dos parâmetros químicos, físicos e microbiológicos de qualidade da água de abastecimento da Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021 e a Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, referentes a Turbidez (uT), *Escherichia coli* e Residual do Agente Desinfetante (mg/L), estabelecidos pela portaria como critério para garantir a potabilidade da água distribuída para população.

Para classificar o resultado de análise como “recomendação padrão”, utilizou-se o valor estabelecido na norma de potabilidade da água (BRASIL, 2017).

## **Banco de dados DDA**

Os dados de DDA foram disponibilizados pela Unidade de Pronto Atendimento – UPA da cidade, por meio de ofício, sendo que estes integram o banco de dados das notificações do Sistema Informatizado de Vigilância Epidemiológica de Doenças Diarreicas Agudas (Sivep-DDA) utilizado para facilitar a tabulação dos dados da Monitorização das Doenças Diarreicas Agudas registrados pelas Unidades de Saúde.

Na análise dos dados, foi realizado um estudo epidemiológico do tipo ecológico, visando observar a existência de associação entre exposição e a ocorrência da doença ou a condição relacionada à saúde da coletividade.

Para o levantamento da incidência de DDA entre a população do município, foram selecionadas as 52 semanas epidemiológicas como adotadas nos registros da Sivep-DDA, como no estudo de Silva, Pimentel e Jardim (2019), correspondentes ao período de estudo, compreendido entre janeiro de 2020 a dezembro de 2022. O número de casos notificados dos bairros estudados foi contabilizado e tabulado com a finalidade de se verificar uma correlação entre a incidência de DDA registrados nos quatro bairros.

## **Banco de dados de climatológicos (Temperatura e Precipitação)**

Foram utilizados dados climatológicos semanais, obtidos através da média dos dados diários disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), originários da Estação Meteorológica de Tucuuruí (82361) localizada nas coordenadas 3°45'37”S e 49°40'00”W, relativos à precipitação pluviométrica (mm) e temperatura do ar (°C) compensada, de acordo com as semanas epidemiológicas dos casos de DDA notificadas pela Unidade de Pronto Atendimento.

Os dados coletados durante a pesquisa foram tabulados em planilhas e tratados (descritivos) para possibilitar comparações, inferências e correlações de acordo com outros estudos. Essa etapa da pesquisa baseou-se na construção da explanação, que Silva, Pimentel e Jardim (2019) adotaram em sua pesquisa, com o intuito de verificar a influência da precipitação e temperatura nos dados de ocorrência de DDA e dados de qualidade da água.

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

### Análise hierárquica de agrupamento

Inicialmente, como etapa de pré-processamento dos dados, fez-se o auto escalonamento da matriz com os dados referentes ao número de casos de doença diarreica nos bairros estudados, em cada um dos quatro trimestres do ano, durante os anos de 2020 a 2022. Esse processo consistiu em padronizar os dados de modo que as variáveis tivessem média zero e variância um, assim as variáveis passaram a ter a mesma importância com relação à escala e, portanto, puderam ser comparadas sem nenhum viés (GOMES E CAVALCANTE, 2017).

Após essa etapa, procedeu-se a análise hierárquica de agrupamentos propriamente dita, cujo principal objetivo foi de demonstrar as semelhanças entre amostras representadas por pontos em espaços maiores do que três dimensões, facilitando o processo de interpretação de dados e associações com similaridades entre os dados estudados, por meio de dendrograma (BUSATO *et al.*, 2013). Para isso, utilizou-se o *método Ward* (1963) como método hierárquico de agrupamento, e a distância Euclidiana como tipo de distância (similaridade) entre as amostras (HAIR *et al.*, 2009).

Então, na escala utilizada no dendrograma, uma distância igual a 0 (zero) indica amostras idênticas. As amostras similares tendem a ficar em um mesmo agrupamento (também chamado cluster). No final do processo, todas as amostras formam um único agrupamento (BUSATO *et al.*, 2013).

Como critério de escolha do número de agrupamentos para serem discutidos, utilizou-se a regra prática de adotar como ponto de corte (*cut off*) no dendrograma o ponto em que as distâncias acima dos agrupamentos deram um salto. Assim, o ponto de corte foi na distância de 40% (identificado pela linha tracejada horizontal alaranjada). Além disso, verificou-se se os agrupamentos possuíam alguma lógica ao reunir aquelas amostras.



## Teste de correlação

De acordo como os estudos de Silva, Pimentel e Jardim (2019), através de estatísticas descritivas, com a finalidade de determinar as médias, desvio padrão, coeficiente de variação, mediana, mínimo e máximo. Desta forma, foram realizados testes de normalidade de *Shapiro-Wilk*, e para as variáveis que apresentaram  $p < 0,05$ , optou-se pela logaritmização como medida para normalizar e homogeneizar a distribuição das variáveis. Posteriormente, a correlação linear entre as ocorrências de diarreia aguda e as variáveis temperatura do ar e precipitação pluviométrica foram determinadas pelo *método de Spearman* (HAIR *et al.*, 2009).

## RESULTADOS

### Avaliação da qualidade da água distribuída para população

A Portaria GM/MS nº 888, de 4 de maio de 2021, define os métodos de monitoramento e verificação dos padrões da água para consumo humano e seus parâmetros de potabilidade. No Anexo 15, deste documento consta a quantidade mínima de amostras para monitoramento da qualidade da água, para as análises químicas, físicas e microbiológicas, conforme o tipo de manancial e os pontos de coleta e amostragem (BRASIL, 2017).

Para o município de Tucuruí, com cerca de 97.128 habitantes (IBGE, 2010) considerando os parâmetros pH, Coliformes Totais, *Escherichia coli* e Turbidez (uT), devem ser realizados uma coleta para cada 1.000 habitantes semanalmente, totalizando mais de 40 amostras anuais para o município, considerando mais de 100.000 habitantes.

A Tabela 1 apresenta o número total de coletas realizadas no período estudado, identificou-se inúmeras falhas de coletas no banco de dados VIGIAGUA, pois o total de coletas anuais é inferior à quantidade determinada pelo plano de monitoramento e amostragem do Departamento de Vigilância Ambiental até o ano de 2021, ao qual determinava 36 coletas mensais, considerando esta mesma quantidade, nenhum ponto atenderia, entretanto a ETA-Km 04 estaria próxima da quantidade mínima mensal determinada pelo plano de monitoramento.

Anos de Coleta	Pontos de coletas				
	ETA-Km 04	Alto Alegre	Jaqueira	Mangal	Nova Tucuruí
2020	21	Não realizado	12	Não realizado	16
2021	29	Não realizado	28	1	17
2022	33	2	7	1	1

Tabela 1- Total de coletas de água realizadas no período estudado.

Fonte: Autores (2023).

Desta forma, para o quantitativo de presença ou ausência de agentes microbiológicos (*Coliformes totais e E.coli*), a relação ocorre pela quantidade de amostras examinadas. O ponto de monitoramento localizado na ETA-Km 04 apresentou resultados mais satisfatórios, com um percentual de mais de 80% de amostras com inexistência de agentes microbiológicos.

Conforme Chiarini *et al.* (2022), em seu estudo acerca do diagnóstico das características da água fornecida, identificou resultados satisfatórios nas amostras da saída da estação. Com isso, definiu que a ausência de *E.coli* mostra que está de acordo com os padrões.

Por outro lado, o bairro da Jaqueira apresentou maior quantidade de amostras com resultados insatisfatórios, durante os anos de 2021 e 2022 mais de 70% das amostras coletadas deram presente para coliformes totais, nesta área durante os mesmos anos o valor de Cloro Residual Livre (CRL) em mais de 90% das coletas foram 0 mg/L. Logo, os resultados encontram-se em desacordo com a Portaria MS nº 888/2021.

Entretanto, ao parâmetro de CRL nos três anos trabalhados, apontou que o ponto localizado na Jaqueira durante os dois semestres do ano de 2021, evidenciou valores de média, máximo e mínimo igual a zero, estando em desconformidade ao valor mínimo estabelecido pelas Portaria de Consolidação MS nº 5/2017, bem como pela Portaria MS nº 888/2021.

Nessa circunstância, dados de pesquisa, quando possuir valores de Cloro Residual Livre inferiores a 0,20 mg/L em uma amostra, aponta-se ineficiência na técnica de desinfecção, um consumo exagerado do cloro residual no sistema de distribuição ou demanda de novos pontos de cloração (recloração) devido a ampliação do sistema (rede de distribuição) (BRASIL, 2017).

Contudo, conforme o plano de monitoramento e amostragem do Departamento de Vigilância Ambiental, o departamento realiza o monitoramento de mais dois parâmetros, sendo estes, Turbidez e pH.

Com base nos dados obtidos a partir do parâmetro turbidez, pode-se analisar que bairro que apresentou a maior média relacionada ao parâmetro, foi o bairro Jaqueira, como média de 5,52 uT, sendo o valor máximo de 16,47 uT, em 2021, o que se encontra fora do parâmetro estabelecido pela Portaria 888/21, bem como pela Portaria de Consolidação nº 5/2017 que estabelece o valor máximo de 5,0 uT. Desta forma, foi observado na saída do tratamento da ETA-Km04, de 8,67 uT, referente ao primeiro semestre de 2022, estando em desconformidade.

Nesse contexto, os valores pH médios obtidos variaram de 4,11 a 5,39. Onde, o maior valor de pH analisado está descrito no ponto da Jaqueira, referente ao segundo semestre de 2022. Contudo, em todas as amostras os resultados apontam para uma água na faixa ácida.

Neste parâmetro, destaca-se também os valores de pH referentes ao ano de 2020, onde conforme o Capítulo V (Padrão de Potabilidade), da Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017, estabelece que os valores de pH para sistema de distribuição devem ser mantidos na faixa de 6,0 a 9,5. Logo, os resultados dos pontos localizados na Jaqueira e Nova Tucuruí denotam valores menores que 6,0 não estando em conformidade com a portaria vigente (BRASIL, 2017).

## **A influência das variáveis socioeconômicas nas ocorrências de DDA**

Os resultados apurados por meio de aplicação de questionários nas áreas trabalhadas, buscou-se compreender qual o perfil da população da área. Nessa ocasião, foram realizadas perguntas sobre: sexo, idade, grau de escolaridade, número de residentes e renda média familiar. Onde, o perfil dos entrevistados apontou que mais de 30% dos interrogados possuem mais de 65 anos.

Já para a análise da variável grau de escolaridade, a pesquisa evidenciou que a maior parte dos residentes dos bairros possuem apenas EFI (Ensino Fundamental Incompleto), onde 41,5% estão no Alto Alegre, 20,6% na Jaqueira, 28,8% no bairro do Mangal e 16,1% para Nova Tucuruí e EMC (Ensino Médio Completo) sendo, 20,8% no Alto Alegre, 31,8% na Jaqueira, 42,4% no Mangal e 37,1% na Nova Tucuruí.

Apesar da abordagem aleatória, os resultados de sua pesquisa mostram semelhanças percentuais próximas para os resultados obtidos para idade e grau de escolaridade (MILAGRES E SAYAGO, 2012).

Entretanto, nas variáveis número de residentes e renda média familiar, observou-se um alto índice de respostas indicando que nos quatro bairros mais de 50% das residências possuíam de 4 a 6 pessoas e um percentual de 25 a 63% com renda média familiar de até um salário-mínimo, neste parâmetro o bairro da Jaqueira se destacou.

Nesse contexto, com relação a percepção dos moradores acerca dos serviços oferecidos pelo Município. Neste bloco, os resultados obtidos apontaram que mais de 80% dos moradores dos bairros Alto Alegre, Jaqueira e Nova Tucuruí não estão satisfeitos com os serviços oferecidos pelo município, assim como o mesmo percentual afirmou que a qualidade da água fornecida é ruim.

Segundo a percepção dos usuários, sobre a qualidade da água no município de Tucuruí, grande parte da população abastecida pelo SAA (Sistema de Abastecimento de Água) classificou a qualidade da água como ruim, vale ressaltar que esta classificação foi realizada com base na cor e gosto (MARINHO, PONTES E BICHARA, 2021).

Quando perguntados sobre a fonte de água para consumo, nesta opção, boa parte dos entrevistados respondeu que compra água mineral e/ou coleta nas escolas. Em suma, os mesmos responderam que suas queixas eram devido a qualidade e cor da água, sendo, respectivamente 69,8% e 28,3% no Alto Alegre, 57,1% e 39,7% na Jaqueira, 55,9% e 35,6% no Mangal e 77,4% e 22,6% em Nova Tucuruí.

## Descrição do monitoramento das Doenças Diarreicas Agudas (DDA)

Para o quantitativo de casos notificados pela Unidade de Pronto Atendimento – UPA do município, agrupados em períodos semestrais, foram tratados pelo *Software BioEstat 5.0*, estes foram analisados com base nas semanas epidemiológicas do município referente aos três anos trabalhados (2020, 2021 e 2022). Para o ano de 2020 o valor médio de número de casos mais elevados ocorreu no 1º semestre, o valor médio de incidência foi de 94,6 casos geral para o município.

É importante ressaltar na pesquisa que os números de casos de DDA nos bairros protocolados pela UPA podem não retratar sua totalidade, mediante a evidência da existência de inúmeros casos subnotificados.

A grande quantidade de casos pode-se justificar em virtude das más condições de saneamento em um determinado território em que há uma população exposta a riscos sanitários e ambientais, às DDA também estão associadas a situações de vulnerabilidade social, inundações, desastres, entre outros (MILAGRES E SAYAGO, 2012).

Em conformidade com os dados trabalhados, a ocorrência de DDA, com base nas semanas epidemiológicas dos anos de trabalhados, analisando casos em cada bairro por semestre. Conforme apresentado, é possível verificar os resultados obtidos através de estatística descritiva, que contém os anos de coleta, os bairros que foram denominados 1 (Alto Alegre), 2 (Jaqueira), 3 (Mangal) e 4 (Nova Tucuruí), a média de casos, desvio padrão, coeficiente de variação, máximo e mínimo.

Para o ano de 2020, o valor médio de número de casos mais elevados ocorreu no 1º semestre no bairro da Jaqueira, o valor médio de incidência foi de 1,8 casos. Quando comparado esta quantidade com a média municipal, nota-se que a incidência no município é superior ao valor dos bairros selecionados (MARINHO, PONTES E BICHARA, 2021)

Os bairros em questão, dispõe apenas do mínimo de serviços de saneamento, ou seja, apesar dos bairros possuírem abastecimento de água público e coleta de resíduos (três vezes) por semana, não possuem os demais serviços de saneamento básico. Deste modo, a população está sujeita a doenças de veiculação hídrica.

Contudo, para o ano de 2021 a média de casos foi de 1,9 no primeiro semestre do ano no bairro do Mangal. Para 2022, os bairros que apresentaram a maior média de casos foram Jaqueira e Alto Alegre, totalizando 1,5 e 1,4 casos no 1º semestre de 2022, respectivamente. Durante as atividades de campo (aplicação de questionários), evidenciou-se que o bairro Alto Alegre se situa nas proximidades de uma área de invasão desprovida de serviços de saneamento conhecida como “Alto do Bode” (este pertence aos limites do bairro do Getat), isto pode justificar a alta incidência de casos de DDA durante o ano de 2022.

Por outro lado, o bairro do Mangal localiza-se às margens do Rio Tocantins, observou-se a ausência de esgotamento sanitário adequado no local e lançamento dos despejos domésticos diretamente no rio.

# ANÁLISE HIERÁRQUICA DE AGRUPAMENTOS DOS CASOS DE DDA

## Análise hierárquica de agrupamentos

O número de casos de doença diarreica nos bairros estudados foi tabulado em trimestres do ano durante os anos de 2020 a 2022, com intuito de construir um dendrograma. O dendrograma é baseado na incidência de doença diarreica nos bairros analisados e nos anos estudados, onde os descritores foram as incidências ao longo dos quatro semestres no respectivo ano de estudo.

As distâncias mostradas no dendrograma são normalizadas em relação a maior distância calculada. Deste modo, o dendrograma (Figura 2) apresenta agrupamentos (A, B, C e D), considerando a incidência de doenças diarreicas em determinado bairro e em determinado ano.

Com base no agrupamento realizado por este método, sintetizou-se os tipos de tratamento realizados, para a presente pesquisa a análise se desencadeia por semelhança do número de casos em cada setor estudado. Esta busca compreender quais são as semelhanças encontradas nos diferentes bairros e como influenciaram o número de casos de DDA (GOMES E CAVALCANTE, 2017).

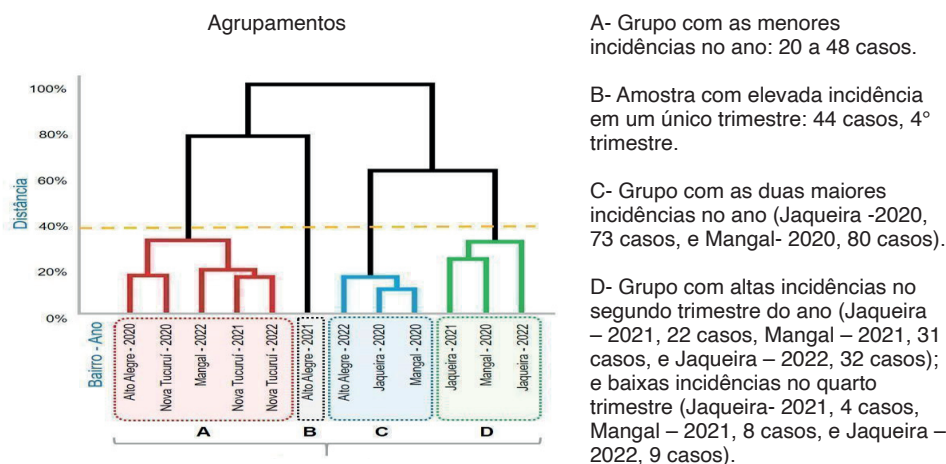


Figura 2. Dendrograma com base na incidência de doença diarreica nos bairros estudados nos anos de 2020 a 2022

Fonte: Autores (2023).

No agrupamento A, estão os bairros/anos com as menores incidências de doenças diarreicas. Em relação ao grupamento B, tem-se isoladamente o bairro Alto Alegre no ano de 2021, que se caracterizou por apresentar uma elevada incidência de casos (44 casos) num único semestre (4º semestre). Esse foi o maior registro trimestral considerando todos os bairros e os três anos analisados.

Os bairros acima citados encontram-se em direções opostas, o bairro da Nova Tucuruí situa-se mais ao centro da cidade este, é o bairro que apresenta melhores instalações sanitárias, pois 24,2% dos residentes possuem três ou mais banheiros, e 32,26% possuem em seus domicílios fossa séptica ou fossa filtro. Nesse contexto, os bairros trabalhados Jaqueira, Alto Alegre, e Mangal não possuem coleta e tratamento de esgoto, desta maneira a população fica exposta a patógenos e vetores que podem ser responsáveis por ocasionar doenças.

Por outro lado, o bairro (Alto Alegre) apresentou baixa incidência nos demais trimestres de 2021 (menos de dez casos), chegando a não ter nenhum caso registrado no 3º semestre. O agrupamento C tem as duas maiores incidências no período analisado: Jaqueira - 2020, com 80 casos notificados, e Mangal – 2020, 73 casos, seguidos do bairro do Alto Alegre com 62 casos em 2022.

Isto pode ser reafirmado nos resultados obtidos através dos questionários, onde, no bairro do Mangal, Jaqueira e Alto Alegre apontou que mais de 90% dos entrevistados responderam possuir em suas residências de 1-2 banheiros e mais de 44% despejam seus esgotos sanitários em fossas rudimentares ou buraco.

Referente a qualidade da água consumida pela população, a mesma não pode ser garantida como adequada para consumo, uma vez que os bairros Alto Alegre e Mangal não realizaram coletas no ano de 2020 e o bairro da Jaqueira apresentou uma quantidade insuficiente para análise de dados.

O agrupamento D revela altas incidências no segundo trimestre do ano pesquisados (Jaqueira – 2021, 22 casos, Mangal – 2021, 31 casos, e Jaqueira – 2022, 32 casos). A alta incidência ocasionada no ano de 2019 em Tucuruí ressalta a atenção no que tange a saúde ambiental, considerando a evidência da existência de subnotificações e a falta de um sistema de saneamento (RANIERI *et al.*, 2022).

Para este grupo, destaca-se o bairro da Jaqueira no ano de 2021, quando relacionado com os dados do VIGIAGUA, constatou-se que 23 das 28 amostras coletadas para o ano de 2021 indicam presença de coliformes totais. Portanto, a água neste ponto não apresentou adequada, segundo a Portaria nº 888/2021.

Gonçalves *et al.* (2021), em sua pesquisa, apontaram que entre os anos (2018 até 2020) o percentual de casos de diarreia por semana epidemiológica nas aldeias do município variava entre 60 e 86%, neste caso, a incidência está distribuída por bairro, ano e número de casos. Os descritores foram as incidências ao longo dos quatro trimestres no respectivo ano de estudo.

Logo, a realização de análises de dados por bairros de casos de doenças diarreicas permite uma avaliação da área estudada e maior aproximação da realidade local. Portanto, realizar a análise de agrupamento por bairros permitiu compreender o comportamento dos dados nos três anos trabalhados, sendo possível identificar as maiores e menores incidências.

## **Análise de Correlação entre as Variáveis climáticas e epidemiológicas**

Neste eixo temático, são apresentados os dados semanais de temperatura do ar (°C), precipitação pluviométrica (mm) e ocorrências de DDA (em casos), para os anos selecionados, do município de Tucuruí, utilizou-se referência do estudo de Silva, Pimentel e Jardim (2019), 52 semanas epidemiológicas para análise de dados.

Contudo, a ausência de dados referentes a precipitação pluviométrica e a temperatura média compensada nos anos em estudo, foram desconsideradas na análise duas semanas epidemiológicas nº 16 e 17 referente ao ano de 2021 e ainda nº 33 e nº 34 referentes ao ano de 2022. De acordo com o banco de dados disponibilizado pela UPA, em 2020, 2021 e 2022, foram notificados respectivamente 4.564, 3.686 e 3.057 casos de DDA em Tucuruí.

Em 2020 e 2021 o número de ocorrências de DDA diminuiu 19%, e de 2021 a 2022 houve decréscimo de 17% no número de casos no município, os resultados também representam a existência de inúmeros casos subnotificados pela unidade de atendimento de saúde.

Tal como, essa informação causa preocupação uma vez que nos países em desenvolvimento, assim como o Brasil, as disenterias refletem preocupação com a saúde pública da população, visto que é um dos maiores motivos de mortalidade e morbidade em crianças abaixo de cinco anos, acarretando em torno de 20% de mortes, apesar de poder ser facilmente evitável, isto indica que a quantidade de casos pode está diretamente relacionada com as condições socioambientais (MARINHO, PONTES E BICHARA, 2021).

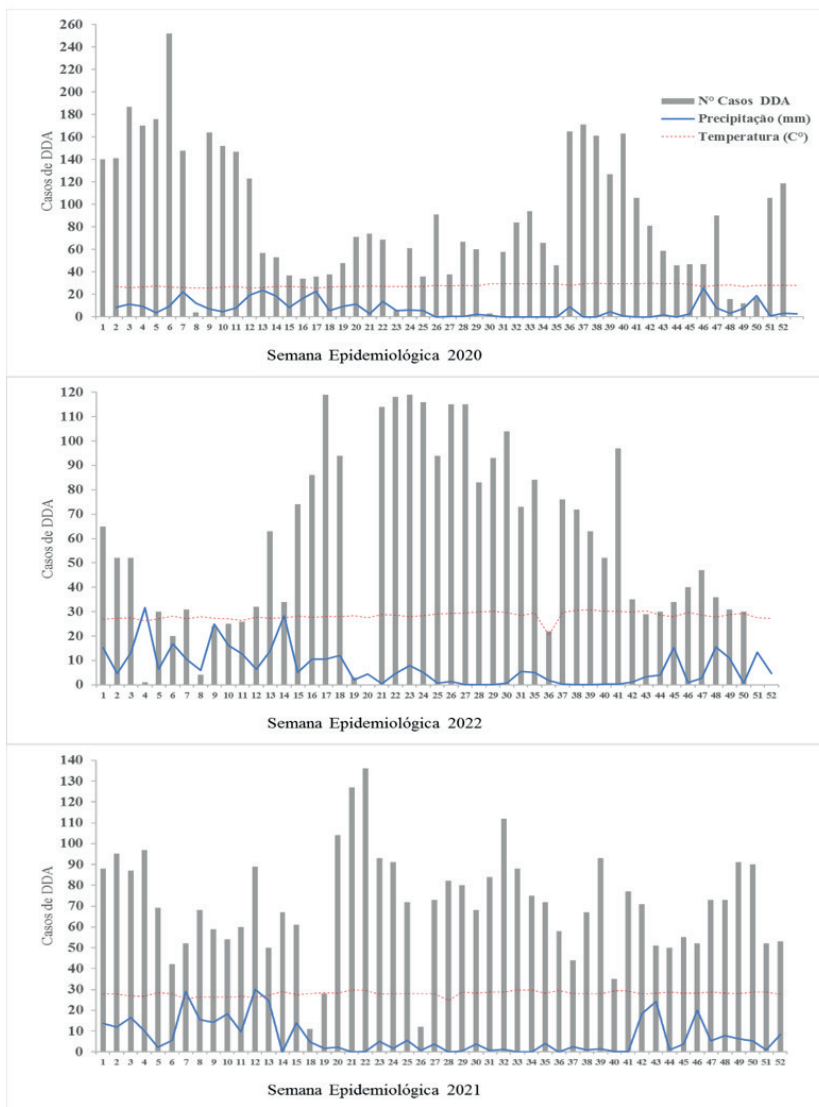


Figura 3. Ocorrências semanais de DDA (em %), temperatura do ar e precipitação pluviométrica o período de 2020 a 2022, em Tucuruí- PA

Fonte: Autores (2023).

O município de Tucuruí-PA, indicou sazonalidade com média mensal de 202,6 mm e duas estações distintas: uma estação chuvosa, do mês de dezembro até maio, e o intervalo seco, que vai do mês de junho a novembro, podendo este sofrer alteração decorrente do microclima causado pela aquosidade para evaporação reconhecido pela criação do lago artificial (LOPES *et al.*, 2020).



De acordo com a análise, observa-se o aumento nas ocorrências de DDA a partir da 3ª semana (mês de janeiro) do ano de 2020, com pico máximo na 6ª semana (mês de fevereiro, 252 casos) ainda na estação chuvosa, nas quais as ocorrências variaram gradativamente até o começo da 36ª semana epidemiológica (165 casos), onde o número de casos aumentou até a 40ª semana epidemiológica (163 casos).

No decorrer de 2021, a notificação da doença tem seu pico máximo na 22ª semana (136 casos), esta corresponde a última semana do mês de maio, término do período chuvoso na região, contudo ocorreram poucas variações no número de casos com o aumento da precipitação.

Em 2022 vê-se crescimento das notificações da doença na 17ª e 23ª semanas epidemiológicas (mês de abril e junho, 80 e 93 casos), no período da 41ª de semana epidemiológica (mês de outubro, 77 casos) há redução contínua, até a última semana epidemiológica referente ao ano. Como nos estudos de Silva, Pimentel e Jardim (2019), não foram evidentes a relação entre aumento no número de casos de doenças tropicais negligenciadas com o aumento da precipitação pluvial, no período estudado.

O teste de correlação de *Spearman* ( $\rho$ ), entre as ocorrências de DDA e as variáveis climáticas (precipitação e temperatura) para os anos de 2020, 2021 e 2022 e suas respectivas significâncias estatísticas, adotando o nível de relevância de 5% ( $p < 0,05$ ). Para os cálculos, foi considerado que havia dados que não seguiam o comportamento da distribuição normal (MEISEN *et al.*, 2011.; PINTO *et al.*, 2022).

Em 2020, as ocorrências de casos de DDA fazendo-se uso do teste não paramétrico de *Spearman*, não identificou correlação fracas (negativas) entre as ocorrências da doença e a temperatura do ar ( $\rho = -0,013$ ;  $p > 0,05$ ) nem a precipitação pluviométrica ( $\rho = -0,016$ ;  $p > 0,05$ ).

Nesse sentido, 2021 procedeu-se à correlação de *Spearman*, que não identificou correlação (positivas ou negativas) entre ocorrências de DDA, temperatura do ar ( $\rho = -0,016$ ;  $p > 0,05$ ) e precipitação pluviométrica ( $\rho = -0,150$ ;  $p > 0,05$ ).

Em 2022, o que teste de *Spearman* identificou correlação positiva e moderada entre as ocorrências de casos de DDA e temperatura do ar ( $r = 0,467$ ;  $p < 0,05$ ) e correlação positiva e moderada entre as ocorrências de DDA e precipitação pluviométrica ( $r = 0,595$ ;  $p < 0,05$ ).

Logo, a correlação obtida nos dados foi considerada fraca, diante disso, não se realizou outros tratamentos estatísticos, apesar dos dados apresentarem comportamento normal, agrupados em quantidade suficiente, assim como atenderam aos requisitos mínimos de correlação (BUSATO *et al.*, 2013).

## CONCLUSÕES

A análise de dados do VIGIAGUA aponta que existem falhas no banco de dados decorrente ao número de amostras nos períodos e bairros estudados, uma vez que o número total de coletas anuais é inferior à quantidade determinada pelo plano de monitoramento e amostragem, deste modo, de acordo com a análise, pode-se verificar que o ponto da saída da ETA- Km 04 apresentou mais coerência com os parâmetros *Coliformes totais* e *E.coli* e cloro residual.

Todavia, o ponto localizado no bairro da Jaqueira que é abastecido pela ETA- Km 04 apresentou índice significativo de amostras com resultados insatisfatórios, para *Coliformes totais* e *E.coli* e cloro residual, por consequência riscos à saúde população, podem estar associados com a inconformidades com os parâmetros estabelecidos pelas Portarias.

De acordo, com o estudo sobre a percepção dos moradores participantes da pesquisa, constatou-se que a principal insatisfação dos serviços de saneamento foi referente a qualidade da água por apresentar padrões organolépticos não aceitos pelos entrevistados, o que torna necessária a busca por fontes alternativas para o consumo humano, aumentando os custos e riscos para a população.

A análise temporal constatou a diminuição do número de casos de DDA entre os anos de 2020, 2021 e 2022. No período analisado, houve padrão sazonal com maiores ocorrências da DDA no primeiro semestre no município nos 2020 (média 94,6), 2021(média 71,9) e 2022 (média 60,2), no qual foram registrados maiores índices de chuvas e temperaturas mais amenas, sendo observado redução no número de registros da doença no segundo semestre, que coincide com o período de estiagem da região.

Em 2022, a precipitação pluviométrica e temperatura do ar correlacionou-se positivamente com os casos de DDA, contudo sugere-se que novos estudos sejam realizados com uma maior abrangência de períodos estudados.

Portanto, de acordo com o estudo é possível destacar que falta dos serviços de saneamento e deficiências no SAA são condicionantes para a progressão das doenças diarreicas agudas (DDA), logo melhorias no SAA e condições socioeconômicas, devem ser adotadas com a finalidade de diminuir os riscos à saúde da população.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, E. S. et al. **Doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado e indicadores socioeconômicos na Amazônia brasileira**. Research, Society and Development, v. 9, n. 9, p. e771997302-e771997302, 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/7302>. Acesso em: 20 abr. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **DATASUS**. Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2023. Disponível em: <https://datasus.saude.gov.br/informacoes-de-saude-tabnet/>. Acesso em: 20 jun. 2023.

BRASIL. **Portaria de Consolidação nº 5, de 28 de setembro de 2017.** Dispõe sobre a consolidação das normas sobre as ações e os serviços de saúde do Sistema Único de Saúde. Diário Oficial da União: Brasília, DF, 2017. Disponível em: [http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria\\_Consolidacao\\_5\\_28\\_SETEMBRO\\_2017.pdf](http://portalsinan.saude.gov.br/images/documentos/Legislacoes/Portaria_Consolidacao_5_28_SETEMBRO_2017.pdf). Acesso em: 23 jul. 2023.

BRASIL. **Portaria GM/SM nº888, de 4 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação nº5, 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, DF, 2021. Disponível em: [https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888\\_07\\_05\\_2021.html](https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2021/prt0888_07_05_2021.html). Acesso em: 20 jun. 2023.

BRITO, F. S. L. et al. **Comparação dos serviços de saneamento básico em bairros da cidade de Belém-Pa.** In: Congresso Nacional de Saneamento e Meio Ambiente. 2018.

BUSATO, M. A. et al. **Distribuição de doenças diarreicas agudas em municípios do estado de Santa Catarina.** Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde, v. 9, n. 16, p. 18, 2013. Disponível em: <https://seer.ufu.br/index.php/hygeia/article/download/20951/12451/87716>. Acesso em: 15 maio 2023.

CASTRO, M. B.; NETO, J. C. A. D. S. **Influência Hidroclimática nas Internações por Diarreia Aguda, Manaus, Amazonas, Brasil.** Revista Geonorte, v. 14, n. 43, 2023. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br/index.php/revista-geonorte/article/view/10900/8478>. Acesso em: 10 maio 2023.

CASTRO, R. S. D.; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. D. M. **Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil.** Saúde em debate, v. 43, p. 8-19, 2020. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sdeb/a/kDsVZRQxJ4w4Z9YZCsc4w6w/>. Acesso em: 18 maio 2023.

CHIARINI, G. S. et al. **Análise da qualidade da água distribuída na cidade de Altamira-PA.** Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento, v. 11, n. 15, p. e77111536531, 2022. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/36531>. Acesso em: 15 abr. 2023.

GOMES, M. C. R.; CAVALCANTE, I. N. **Aplicação da análise estatística multivariada no estudo da qualidade da água subterrânea.** Águas subterrâneas, v. 31, n. 1, p. 134-149, 2017. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/28617/18693>. Acesso em: 25 abr. 2023.

GONÇALVES, M. et al. **Doenças diarreicas agudas e a qualidade da água na aldeia Trocará (Tucuruí/Pará/Brasil): um estudo estatístico.** 10 f, 2021. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Campus Universitário de Tucuruí, Universidade Federal do Pará, Tucuruí, 2021. Disponível em: <https://bdm.ufpa.br:8443/handle/prefix/3484>. Acesso em: 14 abr. 2023.

HAIR, J. F. et al. **Análise multivariada de dados.** 6. ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Brasileiro 2010.** Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pa/tucuru/panorama>. Acesso em: 10 mar. 2023.

LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. D. A. **Fundamentos de metodologia científica.** 7.ed. São Paulo: Atlas, 2017.

LOPES, L. N. A.; LIRA, B. R. P.; TEIXEIRA, L. C. G. M.; COSTA, L. S.; SOUSA, A. A. do N. **Análise da variabilidade da precipitação frente às mudanças no uso da terra no município de Tucuruí-PA**. Research, Society and Development, [S. l.], v. 9, n. 3, p. e186932726, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i3.2726. Disponível em: <https://www.rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/2726>. Acesso em: 01 jul. 2023.

MARINHO, A. C. D. 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. 5, p. 51582-51596, 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/30269/23806>. Acesso em: 10 maio 2023.

MEISEN, M. N. et al. **Análise de correlação da ocorrência de Doenças Diarreicas Agudas (DDA) com a qualidade da água para consumo humano no município de Pouso Redondo-SC**. Revista de Estudos Ambientais, v. 13, n. 2, p. 57-67, 2011. Disponível em: <https://bu.furb.br/ojs/index.php/real/article/view/2673/1803>. Acesso em: 15 abr. 2023.

MILAGRES, V. R.; SAYAGO, D. A. V. **Qualidade da água e doenças relacionadas ao saneamento ambiental inadequado (DRSAI): uma abordagem perceptiva com os moradores do Distrito Taquaruçu, Palmas (TO)**. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 6, p. 1317-1332, 2012. Disponível em: <https://www.realp.uevora.pt/content/download/468/1796/file/516-2473-1-PB.pdf>. Acesso em: 01 jun. 2023.

RANIERI, C. L. W. et al. **Correlação da ocorrência de doenças diarreicas agudas (DDA) com fatores sanitários e ambientais no município de Tucuruí-Pa**. Revista Ibero-Americana de Humanidades, Ciências e Educação, v. 8, n. 5, p. 793-805, 2022. Disponível em: <https://periodicorease.pro.br/rease/article/view/5515/2082>. Acesso em: 16 abr. 2023.

SANTOS, G. E. O. **Cálculo Amostral**. 2014. Disponível em: <http://www.praticaclinica.com.br/anexos/c colaborativa-calculo-amostal/ccolaborativa-calculo-amostal.php>. Acesso em: 12 maio 2023.

SILVA, J. P. D.; PIMENTEL, M. A. D. S.; JARDIM, M. A. G. **A influência da precipitação e da temperatura sobre as ocorrências de febre chikungunya no município de Belém do Pará, Brasil**. Brazilian Journal of Environmental Sciences (RBCIAMB), n. 53, p. 81-96, 2019. Disponível em: [https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes\\_RBCIAMB/article/download/243/489](https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/download/243/489). Acesso em: 15 maio 2023.

SILVA, R. O. D.; SILVA, A. B. **Diagnóstico do sistema de abastecimento de água na zona urbana sob a percepção do usuário no município de Tucuruí-PA**. Revista de Ciência e Tecnologia, v. 7, 2021. Disponível em: <https://scholar.archive.org/work/y72sbsaohrbcxgdsrpb6zk7kq/access/wayback/https://revista.ufr.br/rct/article/download/6839/3372>. Acesso em: 02 jun. 2023.

WARD JUNIOR, J. H. **Hierarchical grouping to optimize an objective function**. Journal of the American statistical association, v. 58, n. 301, p. 236-244, 1963. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/01621459.1963.10500845>. Acesso em: 01 jun. 2023.