



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO  
TOCANTINS  
CAMPUS PALMAS  
CURSO SUPERIOR DE ENGENHARIA CIVIL**

**MAYELLE GONÇALVES PEREIRA**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS DIARREICAS  
AGUDAS NO ESTADO DO TOCANTINS**

**PALMAS**

**2021**

**MAYELLE GONÇALVES PEREIRA**

**QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS DIARREICAS  
AGUDAS NO ESTADO DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Palmas.

Orientador: Profa. Dra. Alice Rocha de Souza.  
Coorientador: Msc. Sérgio Luís de Oliveira Silva

**PALMAS  
2021**

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Bibliotecas do Instituto Federal do Tocantins**

---

P436q Pereira, Mayelle Gonçalves  
Qualidade da água para consumo humano e doenças diarreicas no estado do Tocantins / Mayelle Gonçalves Pereira. – Palmas, TO, 2021.  
23 p. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Palmas, Palmas, TO, 2021.

Orientadora: Dra. Alice Rocha de Souza  
Coorientador: Me. Sérgio Luís de Oliveira Silva

1. Abastecimento de água. 2. Água potável. 3. Saúde pública. I. Souza, Alice Rocha de. II. Silva, Sérgio Luís de Oliveira. III. Título.

**CDD 624**

---

A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio, deste documento é autorizada para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica do IFTO com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

## FOLHA DE APROVAÇÃO

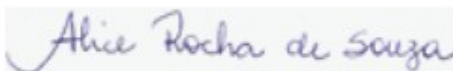
MAYELLE GONÇALVES PEREIRA

### QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS NO ESTADO DO TOCANTINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel do Curso Superior de Engenharia Civil do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* Palmas.

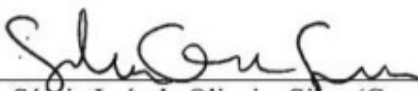
Aprovado em: 23/04/2021

#### BANCA AVALIADORA



---

Profª. Dra. Alice Rocha de Souza (Orientadora)  
IFTO – *Campus* Palmas



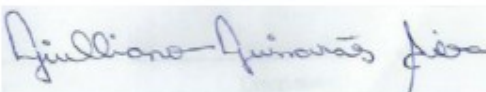
---

Msc. Sérgio Luís de Oliveira Silva (Coorientador)  
SES/TO



---

Prof. Msc. Adriana Soraya Alexandria Monteiro  
IFTO – *Campus* Palmas



---

Prof. Dr. Giuliano Guimarães Silva  
IFTO – *Campus* Palmas

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS.....</b>	<b>9</b>
<b>2.1 Caracterização da área de estudo.....</b>	<b>11</b>
<b>2.2 População do estudo.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3 Local de coleta de dados.....</b>	<b>12</b>
<b>2.4 Amostragem.....</b>	<b>12</b>
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....</b>	<b>13</b>
<b>4 CONCLUSÕES.....</b>	<b>23</b>
<b>5 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>24</b>

# QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO E DOENÇAS DIARREICAS AGUDAS NO ESTADO DO TOCANTINS

## *WATER QUALITY FOR HUMAN CONSUMPTION AND ACUTE DIARRHEAL DISEASES IN THE STATE OF TOCANTINS*

PEREIRA, Mayelle Gonçalves<sup>1</sup>, SOUZA, Alice Rocha de<sup>2\*</sup>, SILVA, Sérgio Luís de Oliveira<sup>3</sup> e BRITO, Murilo Ribeiro<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal do Tocantins, Quadra 310 Sul Avenida Ns 10 S/N - Plano Diretor Sul, Palmas - TO, 77021-090, mayelle124@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto Federal do Tocantins, Quadra 310 Sul Avenida Ns 10 S/N - Plano Diretor Sul, Palmas - TO, 77021-090, alice@ifto.edu.br

<sup>3</sup> Secretaria Estadual de Saúde, Diretoria de Vigilância Ambiental e Saúde do Trabalhador, Av. LO-01, 2 – Plano Diretor Sul, Palmas – TO, 77001-036, sergioluisos@outlook.com

<sup>4</sup> Secretaria Estadual de Saúde, Diretoria de Vigilância Ambiental e Saúde do Trabalhador, Av. LO-01, 2 – Plano Diretor Sul, Palmas – TO, 77001-036, mu\_case@hotmail.com

### RESUMO

A água é um recurso natural indispensável à vida, todavia, constitui um fator de risco à saúde devido a sua capacidade de disseminar contaminantes físico-químicos e/ou biológicos, principalmente na água destinada ao consumo humano. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo analisar a relação da qualidade da água ofertada pelos sistemas (SAA) e soluções alternativas coletivas (SAC) de abastecimento de água e as Doenças Diarreicas Agudas (DDA) no estado do Tocantins, no período de 2015 a 2020. A metodologia do estudo foi de caráter descritivo e exploratória e teve como fonte de dados principais, os Sistemas de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA) e de Vigilância Epidemiológica-Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA), utilizando-se de variáveis selecionadas. Os resultados obtidos mostraram que a Cobertura populacional por SAA passou de 78,04% em 2015 para 83% em 2020 e 2,07% da população são abastecidas por SAC em 2020. De 2015 a 2020, cerca de 50% das amostras coletadas em SAA possuem a presença de Coliformes totais, e a maior frequência das notificações de DDA ocorreu em 2016 e 2017. Além disso, existem 6 municípios com SAA sem tratamento que distribuem água para população. Os parâmetros fora do padrão de potabilidade demonstraram influência direta na qualidade da água, podendo acarretar a veiculação de doenças por meio da água de má qualidade, como a DDA. Entretanto, as notificações de DDA não estão associadas apenas à má qualidade da água visto que outros fatores podem influenciar esse tipo de morbidade.

**Palavras-chave:** Abastecimento de água; Água potável; Saúde Pública; Diarreia.

### ABSTRACT

The water is a necessary natural resource for life, however, it constitutes a risk factor for health due to its ability to spread physical-chemical and/or biological contaminants, mostly on water intended for human consumption. In this context, the present study aimed to analyze the

ratio between the quality of water for human consumption offered by systems (SAA) and collective alternative solutions (SAC) for water supply and Acute Diarrheal Diseases (DDA) in the state of Tocantins, from 2015 to 2020. The methodology of the study was descriptive and exploratory and had as main data source, the Information Systems for Monitoring Water Quality for Human Consumption (SISAGUA) and Epidemiological Surveillance - Acute Diarrheal Diseases (SIVEP -DDA), using selected variables. The results showed that the population coverage by SAA went from 78.04% in 2015 to 83% in 2020 and 2.07% of the population is supplied by SAC in 2020. From 2015 to 2020, about 50% of the samples collected in SAA have Total Coliforms, and the highest frequency of DDA notifications occurred in 2016 and 2017. Furthermore, there are 6 cities without treatment SAA that distribute water to the population. The parameters outside the standard of potability demonstrated a direct influence on the quality of the water, which may cause the transmission of diseases through poor quality water, such as the DDA. However, DDA notifications are not only associated with poor water quality, as other factors may influence on this type of morbidity.

**Keywords:** Water supply; Drinking water; Health service, Diarrheal.

## 1 INTRODUÇÃO

A água constitui, atualmente, uma das principais preocupações mundiais no que diz respeito aos seus usos preponderantes e a sua manutenção como um bem de todos, em quantidade e qualidade adequadas. A atenção das autoridades sanitárias para com os sistemas públicos de abastecimento da água, tratamento de esgotos, coleta e disposição de resíduos sólidos gerados, principalmente nos grandes centros urbanos, está tradicionalmente direcionada para as consequências que os problemas desse contexto são capazes de causar ao meio ambiente e à saúde pública (Sá et. al, 2005).

Segundo a Organização Mundial da Saúde (OMS) (2009), “todas as pessoas, em quaisquer estágios de desenvolvimento e condições sócio-econômicas têm o direito de ter acesso a um suprimento adequado de água potável e segura”.

Já a Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (2001) define o termo “segura” sendo a “oferta de água que não represente um risco significativo à saúde, que esteja disponível continuamente e em quantidade suficiente para atender a todas as necessidades domésticas, e que tenha um custo acessível. Estas condições podem ser resumidas em cinco palavras-chave: qualidade, quantidade, continuidade, cobertura e custo”.

De acordo com Franco (2017), as doenças de veiculação hídrica emergiram como um dos principais problemas de Saúde Pública nos últimos 25 anos.

Dentre as doenças de veiculação hídrica mais comuns, citam-se: febres tifóide e paratifóide, disenterias bacilar e amebiana, cólera, diarreia, poliomielite, hepatite e giardíase (TORRES et al., 2000).

Segundo Queiroz (2006), a morbidade por diarreia é um indicador importante para a saúde pública, pela capacidade de resposta a diversas alterações nas condições de saneamento, qualidade sanitária de alimentos, hábitos higiênicos e comportamentais de uma comunidade.

Conforme a publicação “World Health Statistics 2020”, relatório sobre as estatísticas mundial de saúde, estima-se que “mais da metade (55%) da população global carece de acesso a serviços de saneamento administrados com segurança em 2017, e mais de um quarto (29%) carece de água potável administrada com segurança. No mesmo ano, dois em cada cinco lares em todo o mundo (40%) não tinham instalações básicas para lavar as mãos com água e sabão em casa. Globalmente em 2016, a água potável e o saneamento inseguros e a falta de higiene das mãos foram responsáveis por quase 1,2 milhões de mortes, incluindo quase 300.000 crianças menores de 5 anos que morreram devido à diarreia.” (WHO, 2020).

De acordo com a OMS as principais causas de morte e incapacidade em todo o mundo entre 2000 e 2019. As principais causas de morte, no âmbito global, estão associadas a três grandes tópicos: cardiovascular (doença cardíaca isquêmica, acidente vascular cerebral), respiratória (doença pulmonar obstrutiva crônica, infecções respiratórias inferiores) e condições neonatais - que incluem nascimento asfíxia e trauma de nascimento, sepse neonatal e infecções e complicações de parto prematuro. Em contrapartida houve uma grande queda no número de mortes por doenças diarreicas, com mortes globais caindo de 2,6 milhões em 2000 para 1,5 milhões em 2019 (WHO, 2020).

Em razão disso, é de fundamental importância que toda a população tenha garantia e segurança da qualidade da água para consumo em suas residências, visto que várias doenças podem ser veiculadas pela água, sendo essa a principal fonte de consumo humano.

No caso brasileiro, o saneamento ambiental e a qualidade da água estão inseridos como objetivos do Sistema Único de Saúde (SUS), possibilitando a criação de estruturas orgânicas não somente para curar as doenças e reabilitar os cidadãos, mas também para prevenir agravos e promover a qualidade de vida da população (Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990).

No Brasil, o Ministério da Saúde e as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde são os responsáveis pelos procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para



consumo humano e seu padrão de potabilidade, conforme a Portaria GM/MS nº 888, de 2021. (BRASIL, 2021).

A atual legislação classifica e define os tipos de sistemas de abastecimento de água para o consumo humano em: Sistema de Abastecimento de Água (SAA) que constitui na 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; Solução Alternativa Coletiva (SAC) é destinada a fornecer água potável, sem rede de distribuição; e a Solução Alternativa Individual (SAI) é uma modalidade de abastecimento que atende domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2021).

Segundo Brasil (2016), as soluções alternativas de abastecimento de água (coletivas e individuais) são mais susceptíveis à contaminação se comparadas aos sistemas de abastecimento de água. No entanto, há aqueles sistemas de abastecimento de água que ainda distribuem água sem tratamento. Considerando que essas formas de abastecimento oferecem, em geral, maior risco à saúde, as mesmas devem ser tratadas como prioritárias pelo setor saúde.

Assim sendo, a importância sanitária do abastecimento de água é imprescindível, pois “a implantação ou melhoria dos serviços de abastecimento de água pode trazer como resultado uma rápida e sensível melhoria na saúde e nas condições de vida de uma comunidade, constituindo-se um grande benefício à saúde pública” (MORAES, 2001 apud QUEIROZ, 2006).

Nesse sentido, esse trabalho teve como objetivo principal analisar a relação da qualidade da água para consumo humano ofertada pelos Sistemas e Soluções Alternativas Coletivas de Abastecimento de Água e as Doenças Diarreicas Aguda (DDA) no estado do Tocantins, compreendendo o período de 2015 a 2020. Foram objetivos ainda, identificar o perfil da morbidade das doenças diarreicas associadas à veiculação hídrica e descrever as características dos serviços dos sistemas de abastecimentos de águas para consumo humano no estado do Tocantins e das populações vulneráveis às ocorrências de doenças relacionadas a má qualidade da água.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

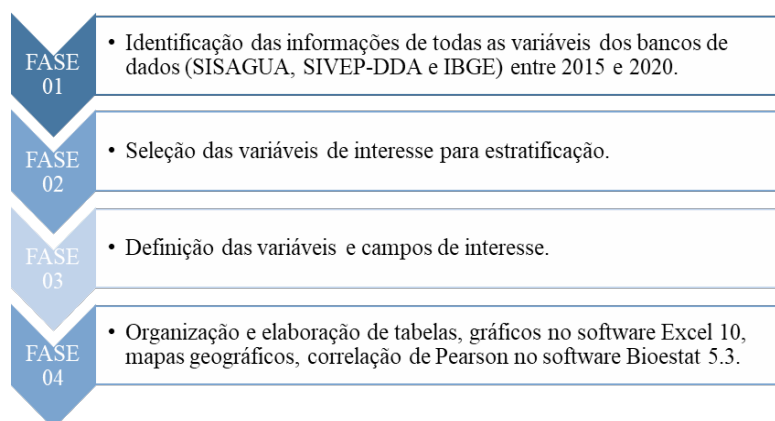
A metodologia proposta neste trabalho foi de caráter descritivo e exploratória com abordagem quantitativa, em que foi realizado um levantamento sobre os tipos de

abastecimento de água no Estado do Tocantins no período de 2015 a 2020, de forma em que foi possível identificar, descrever e analisar as informações secundárias por meio dos seguintes bancos de dados oficiais: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano-SISAGUA, Sistema de Informação sobre Agravos de Notificação-SINAN, Sistema de Informações de Vigilância Epidemiológica - Doenças Diarreicas Agudas-SIVEP-DDA e Sistema IBGE de Recuperação Automática – SIDRA. Vale ressaltar que as análises de vigilância foram realizadas pelo LACEN-TO (Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins).

O método para coleta e análise de dados consistiu em uma busca direta nos bancos de dados, além de informações em formulários de cadastro, planilhas e relatórios padronizados pela Secretaria de Saúde compreendendo os anos de 2015 a 2020. Para o acesso ao banco de dados, a Secretaria da Saúde do Estado do Tocantins autorizou de forma oficial o referido acesso, respeitando todos os trâmites legais.

Após o levantamento das fontes de abastecimento de água, os dados foram tabulados e analisados e verificados se estão em conformidade com o padrão de potabilidade exigido pela Portaria GM/MS Nº 888/2021. Também foi identificado o perfil da morbidade das doenças diarreicas associadas à veiculação hídrica por meio dos bancos de dados SINAN e SIVEP-DDA. Foi utilizado com auxílio do software Bioestat - versão 5.3, a realização da correlação de Pearson entre os dados de interesse. O nível de significância adotado nessas correlações foi de 5% ( $p \leq 0,05$ ). A realização deste estudo consistiu em quatro fases conforme evidenciado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia do trabalho



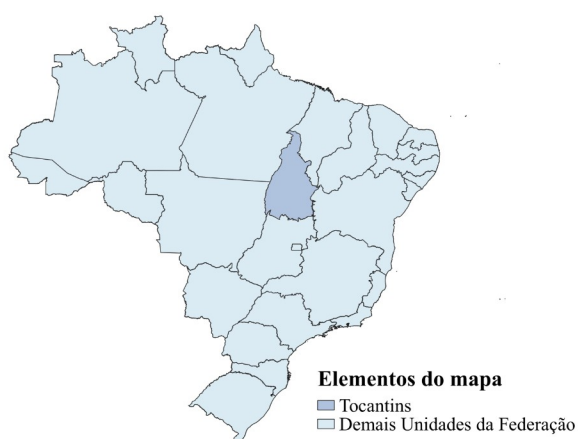
Fonte: Autor (2021)

## 2.1 Caracterização da área de estudo

A criação do estado do Tocantins ocorreu por meio do desmembramento da porção norte do estado de Goiás. A partir do artigo 13º do Ato das Disposições Constitucionais Transitórias da Constituição, em 5 de outubro de 1988, foi então criado o Estado do Tocantins. No dia 5 de outubro de 1989, foi promulgada a primeira Constituição do Estado, feita nos moldes da Constituição Federal. Foram criados mais 44 municípios além dos 79 já existentes. Atualmente, o Estado possui 139 municípios.

O Estado do Tocantins possui área de 277.466,763 km<sup>2</sup>, representando uma ocupação de 3,3% do território nacional e 7,2% da Região Norte. Limita-se ao norte com o Maranhão e o Pará; ao sul com Goiás; ao leste com o Maranhão, o Piauí e a Bahia; e ao oeste com o Pará e o Mato Grosso (IBGE, 2019). A Figura 2 mostra o mapa de localização do Estado do Tocantins no Brasil.

Figura 2 – Mapa de Localização do Estado do Tocantins



Fonte: Autor (2021)

## 2.2 População do estudo

A população em estudo consiste em toda a população que recebe alguma forma de abastecimento de água no Estado do Tocantins, seja por um sistema de abastecimento de água e/ou solução alternativa. Será dado enfoque aos modelos Sistema de Abastecimento de Água - SAA e Solução Alternativa Coletiva de Água - SAC, ambos sem tratamento, uma vez que estas fontes de abastecimento estão mais propícias à contaminação da água e consequentemente uma fonte de veiculação para doenças diarreicas.

### 2.3 Local de coleta de dados

As coletas de dados foram realizadas na Secretaria da Saúde do Estado do Tocantins, nas dependências da Superintendência de Vigilância em Saúde, no município de Palmas.

### 2.4 Amostragem

Para Minayo (2017), as pesquisas qualitativas e quantitativas são de natureza diversa, mas se complementam. Uma trata da intensidade dos fenômenos, a outra, da sua magnitude. Uma busca aquilo que se repete e pode ser tratado em sua homogeneidade, a outra, as singularidades e os significados.

O tamanho da amostra deve levar em conta caso um valor estabelecido seja insuficiente que traduza a realidade do objeto estudado, bem como as perdas que podem ser ocasionadas pela não localização dos sujeitos da pesquisa e também pela recusa destes participarem por qualquer que seja o motivo. Deve ser considerado que quanto maior o tamanho da amostra, menor será a possibilidade de erro, e conseqüentemente, maior será a confiança nas inferências sobre a população-alvo, considerando a amostra (HORTALE et al, 2010).

Nessa pesquisa não foi utilizado uma amostra da população-alvo, ou seja, foram coletados dados de todas as unidades amostrais que formam esta população-alvo.

Quanto aos critérios de inclusão da população do estudo, foram consideradas somente as localidades e as populações do estado do Tocantins atendidas por Sistemas de Abastecimento de Água e/ou Soluções Alternativas Coletivas de Água, dando ênfase aquelas sem tratamento de água, não fazendo parte deste universo, aquelas atendidas pelas soluções alternativas individuais – SAI's. Quanto aos pontos de coleta foram considerados apenas as amostras que foram coletadas na zona urbana e na rede de distribuição de água.

As variáveis de estudos foram selecionadas a partir do levantamento de todas as variáveis dos bancos de dados (SISAGUA, SIVEP-DDA e IBGE). Estas variáveis incluíram, entre outras, os seguintes dados: ano de ocorrência, municípios de notificação e de residência, faixa etária, sexo, doenças causadas por veiculação hídrica mais frequentes nas comunidades, cobertura de abastecimento de água, tipo de captação de água e forma de tratamento da água. Além disso, foi avaliado a qualidade da água por meio de dados de vigilância da qualidade da água do SISAGUA. Após a seleção das variáveis de interesse, foram excluídas aquelas que não fizeram parte do estudo.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No período de 2015 a 2020, a Cobertura de Abastecimento de água para consumo humano no Estado do Tocantins por Sistema de Abastecimento de Água (SAA) e Solução Alternativa Coletiva (SAC) vem aumentando anualmente, com uma cobertura populacional de 78,04% em 2015 e 83% em 2020 para SAA e 1,19% em 2015 e 2,07% em 2020 para SAC. Para o abastecimento de água oriundo de Solução Alternativa Individual (SAI), a cobertura vem diminuindo, entretanto, é possível observar que até o ano de 2020, 0,95% da população ainda consome água de SAI, sendo em sua maioria sem tratamento, como pode ser visualizado na Tabela 1.

Estes números apresentam uma defasagem de 11,91% de dados não cadastrados no SISAGUA, ou seja, quase 12% da população tocantinense não aparecem nos dados de cobertura de abastecimento de água, o que apontam um problema a ser solucionado pelos gestores que atuam na vigilância da qualidade da água para o consumo humano no Tocantins.

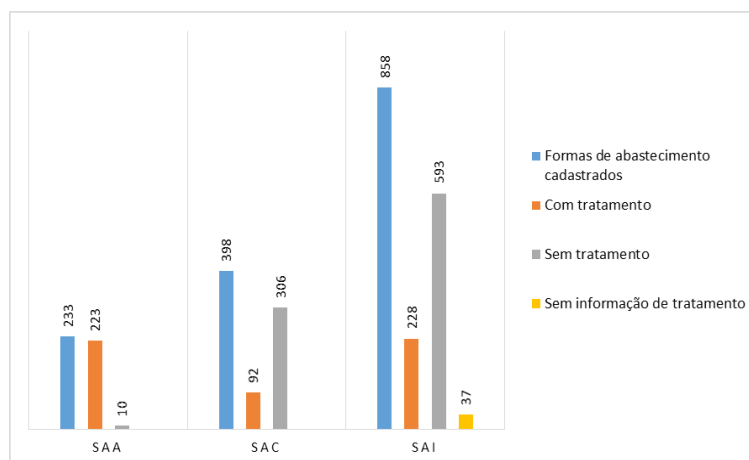
Tabela 1 – Cobertura Populacional por forma de Abastecimento de água para consumo humano no Estado do Tocantins, no período de 2015 a 2020

Ano	População abastecida					
	SAA		SAC		SAI	
<b>2015</b>	1.168.216	78,04%	17.768	1,19%	18.941	1,27%
<b>2016</b>	1.276.832	84,27%	17.619	1,16%	16.398	1,08%
<b>2017</b>	1.338.753	87,33%	18.788	1,23%	17.489	1,14%
<b>2018</b>	1.320.312	85,17%	26.233	1,69%	19.155	1,24%
<b>2019</b>	1.295.421	83,29%	37.573	2,42%	17.726	1,14%
<b>2020</b>	1.305.421	83,00%	32.539	2,07%	15.012	0,95%

Fonte: Sisagua (2020)

A figura 3 apresenta os sistemas e soluções alternativas cadastradas no Estado do Tocantins no ano de 2019, o qual é possível observar que foram cadastradas 1489 formas de abastecimento no Sisagua. Das 233 formas de abastecimento cadastradas por SAA's, apenas 4,29% delas não realizam o tratamento da água para o consumo humano. Enquanto que existem 398 formas por SAC's e 858 por SAI's, 76,88% e 69,11% representam o percentual de água sem tratamento por SAC's e SAI's, respectivamente. Por outro lado, 13,15% das pessoas não possuem nenhum cadastro da forma de abastecimento de água, ou seja, aproximadamente 220 mil pessoas.

Figura 3 – Formas de abastecimento de água cadastradas no Sisagua por sistema/solução alternativa no Estado do Tocantins em 2019

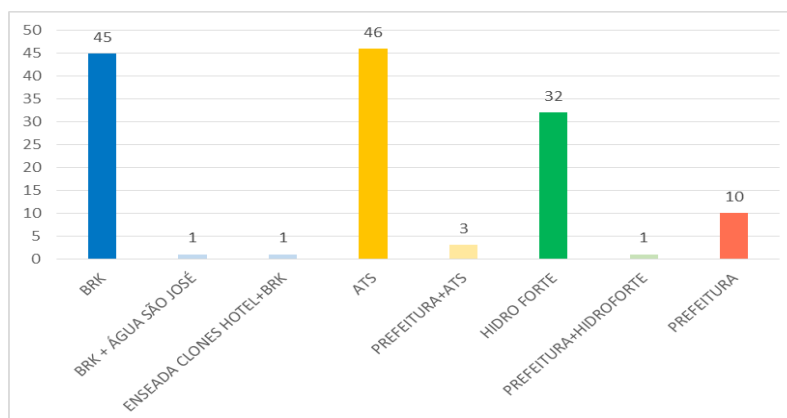


Fonte: Sisagua (2020)

Os Sistemas de Abastecimento de Água no Estado do Tocantins são de responsabilidade das prefeituras e em alguns municípios são de responsabilidade de prestadores de serviço de cunho privado. Uma minoria dos municípios compartilham mutuamente a responsabilidade de abastecimento, ou seja, tanto empresas privadas quanto a prefeitura atuam conjuntamente no abastecimento. No estado do Tocantins há 4 empresas responsáveis por prestar o serviço de abastecimento, são elas: Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), BRK Ambiental, Hidro Forte Saneamento e Água São José.

A figura 4 mostra que a ATS é a principal responsável pelo abastecimento de água no Tocantins pelo fato de abastecer 46 municípios, o que corresponde a 33% das cidades de todo o Estado. Em segundo, destaca-se a concessionária BRK Ambiental que abastece 45 municípios e em terceiro a Hidro Forte Saneamento que abastece 32 municípios, correspondendo assim a 32% e 23% no Estado do Tocantins, respectivamente. A Água São José atua juntamente com a BRK Ambiental no abastecimento da cidade de Araguaína, assim como outras concessionárias e/ou prefeituras que atuam conjuntamente no abastecimento de água de outros municípios. É importante destacar que apenas em 10 municípios a prefeitura é responsável pelo abastecimento e controle da qualidade da água para o consumo humano.

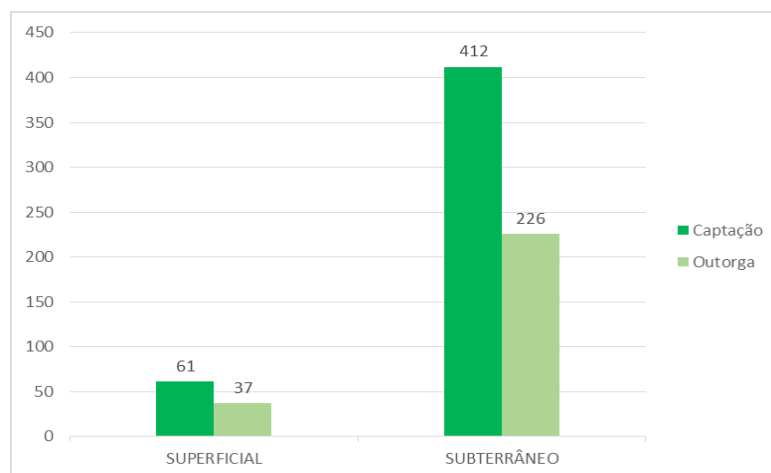
Figura 4 – Responsáveis pelo Abastecimento de água por SAA por município no Estado do Tocantins no ano de 2020



Fonte: Sisagua (2020)

O controle da qualidade da água para consumo humano realizado pelos prestadores de serviços, não se resume apenas as análises da água, além disso, soma-se um conjunto de responsabilidades que influenciam diretamente na qualidade da água, como por exemplo, a proteção dos mananciais. A figura 5, mostra que a maior parte dos municípios abastecidos por SAA recebe água para consumo humano proveniente de mananciais subterrâneos, sendo estes mais difíceis de serem contaminados. Por outro lado, ainda existem 61 pontos de captação provenientes de mananciais superficiais, representando 12,90% dos pontos de captação do SAA. A captação de águas superficiais está naturalmente sujeita à contaminação pelo fato de como a mesma se encontra disposta na superfície, tendo maior contato com contaminantes físicos, químicos e/ou biológicos. Pode-se observar ainda que para cada tipo de captação, apenas metade delas, aproximadamente 50%, possui licença de outorga.

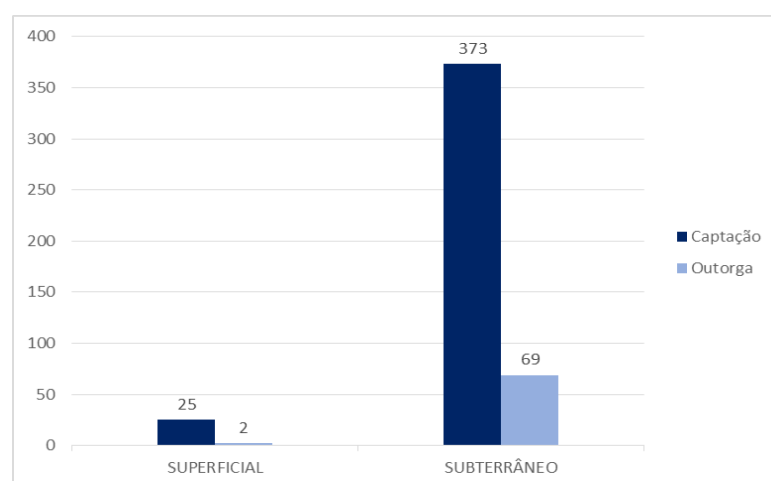
Figura 5 – Mananciais/pontos de captação de SAA com licença de Outorga no Estado do Tocantins em 2020



Fonte: Sisagua (2020)

Com relação às SACs (figura 6), os pontos de captação de mananciais subterrâneos possuem grande representatividade, sendo 373 pontos de captação chegando a 93,72%. O número de pontos de captação que possuem licença de outorga são relativamente baixos quando comparados a quantidade de captações, representando no total apenas 71 outorgas para os 398 pontos de captações, representando assim apenas 17,84%.

Figura 6 – Mananciais/pontos de captação de SAC com licença de Outorga no Estado do Tocantins em 2020



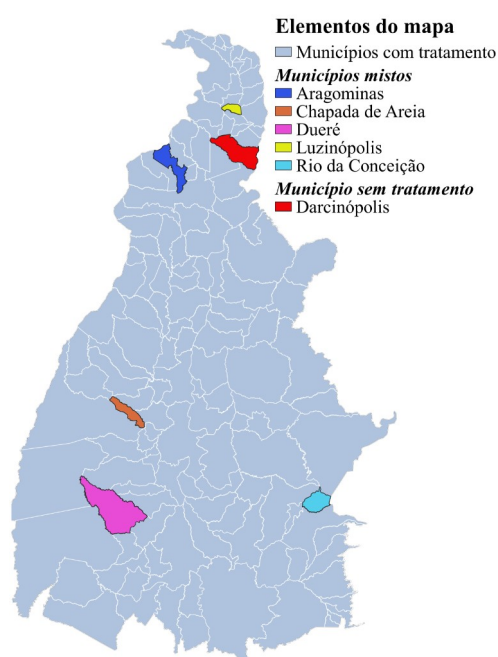
Fonte: Sisagua (2020)

Na figura 7 observa-se que em todo o Estado do Tocantins, os 139 municípios são abastecidos por SAA, destes 138 possuem água tratada, sendo que somente o município de Darcinópolis não possui nenhuma forma de tratamento de água para consumo humano.



Enquanto isso, os municípios de Aragominas, Chapada de Areia, Dueré, Luzinópolis e Rio da Conceição são considerados como “municípios mistos”, que são cidades que apresentam sistemas com água tratada e sistemas sem água tratada, porém essas águas se integram na rede e são distribuídas para a população.

Figura 7 – Municípios com cobertura de abastecimento por SAA com e/ou sem tratamento no ano de 2020



Fonte: Sisagua (2020).

A Diretriz Nacional de Plano de Amostragem, que visa orientar a elaboração e implementação dos planos de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano, traz uma abordagem sobre o número mínimo mensal de amostras a serem analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez e coliformes totais/*Escherichia coli* de acordo com a faixa populacional de cada município, referente as três formas de abastecimento (SAA, SAC e SAI). O número mínimo mensal de amostras analisadas por município segundo faixa populacional variam de 6 amostras/mês para municípios com população de até 5.000 habitantes, 9 amostras para municípios com população entre 10.001 e 50.000 habitantes, podendo chegar a valores superiores a 35 amostras/mês para municípios com população superior a 500.000 habitantes (BRASIL, 2016)

A tabela 2 mostra a quantidade de amostras coletadas em SAA nos municípios do Estado do Tocantins para cada parâmetro de qualidade no período de 2015 a 2020, com

valores obtidos de 10.146 amostras coletadas em 2015. Este número foi aumentando gradativamente ao longo do anos, obtendo 13.255 amostras coletadas em 2019. Em 2020 foi registrado poucas coletas devido o período de pandemia. Observa-se que para o parâmetro de cloro residual livre o número de amostras coletadas para análise apresenta uma quantidade menor em relação aos demais parâmetros, uma vez que no Estado ainda existem municípios com SAA sem tratamento, conforme demonstrado na figura 7. Do total de amostras coletadas, 785 amostras apresentaram presença de Coliformes Totais (CT) em 2015 e esse número foi crescendo até o ano de 2019 visto que aumentou o número de amostras coletadas, no entanto, houve uma redução desse número no ano de 2020, com apenas 591 amostras com presença de CT. Os demais parâmetros, E. Coli, Cloro Residual Livre e Turbidez tiveram uma oscilação, onde houve um número mais elevado de amostras fora do padrões estabelecido pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 no ano de 2018, com valores de 1.416 para Coliformes Totais, 252 para E. Coli, 369 para Turbidez e 491 para Cloro Residual Livre. Observou ainda, que esses números decresceram nos anos posteriores, 2019 e 2020. De acordo com a Portaria GM/MS Nº 888/2021, é considerado uma amostra fora do padrão aquelas amostras em que há a presença de Coliformes totais e E. coli, uma taxa abaixo de 0,20 mg/L de Cloro Residual Livre e uma taxa acima de 5,0 UT para Turbidez.

Tabela 2 – Número de Amostras coletadas em SAA na zona urbana de municípios do Estado no período de 2015 a 2020

Variáveis		Período de Coleta de Dados					
		2015	2016	2017	2018	2019	2020
Quantidade de Amostras Coletadas	Coliformes totais, E. coli, Turbidez	10146	9249	11536	12218	13255	4348
	Cloro Residual livre	10041	9921	11483	12137	13084	4324
Quantidade de Amostras fora do padrão estabelecido pela legislação *	Coliformes totais	785	788	974	1416	1862	591
	E. coli	203	166	212	252	231	85
	Turbidez	631	170	218	369	298	211
	Cloro Residual livre	324	330	301	491	402	98

\* Portaria GM/MS Nº 888, 2021

Fonte: Sisagua (2020).

O número de amostras coletadas nos municípios que possuem cobertura de abastecimento por Solução Alternativa Coletiva (tabela 3) aumentou entre os anos de 2017 e 2018, com valores de 613 e 560 respectivamente. Aproximadamente 50% das amostras coletadas possuem a presença de Coliformes totais em todo o período de estudo, de 2015 a 2020, o qual se encontra fora do padrão exigido pela legislação. Observa-se ainda, que o

número de amostras realizadas para Cloro Residual Livre são da ordem de 50%, uma vez que mais de 70 municípios que possuem SAC's, e 90% delas não dispõem de tratamento de água.

Tabela 3 – Número de Amostras coletadas em SAC nos municípios do Estado do Tocantins e número de notificações de DDA no período de 2015 a 2020.

Variáveis	Período de Coleta de Dados						
	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Quantidade de Amostras Coletadas	Coliformes totais, E. coli, Turbidez	469	424	613	560	528	215
	Cloro Residual livre	219	217	334	230	234	111
Quantidade de Amostras fora do padrão estabelecido pela legislação*	Coliformes totais	226	189	250	231	210	86
	E. coli	78	77	83	87	36	19
	Cloro Residual livre	34	31	44	32	20	13
	Turbidez	24	15	15	27	18	4

\* Portaria GM/MS Nº 888, 2021.

Fonte: Sisagua (2020).

A tabela 4 apresenta o número de notificação de DDA nos municípios do Estado, onde é possível observar que as notificações variaram durante o período de estudo, de 2015 a 2020, com valores aproximados entre 30.000 e 55.000 notificações. A maior frequência do número de notificações de DDA no Estado do Tocantins ocorreu nos anos de 2016 e 2017, com 55.429 e 51.984 casos respectivamente. Posteriormente, o número de notificações foi reduzindo a um total de 30.545 notificações em 2020, perfazendo uma redução de aproximadamente 55%. Sabe-se que esses números de notificações de DDA podem ser maiores uma vez que muitas pessoas buscam uma unidade de saúde somente quando a doença está em estágio avançado e em alguns casos somente após a realização de tratamento domiciliar por conta própria e sem sucesso. Em consequência disso, não há a notificação desses casos.

É importante mencionar que além das más condições de saneamento em um determinado território em que há uma população exposta, as DDA também estão associadas à situações de vulnerabilidade social, seca, inundações, desastres, entre outros. No caso do Tocantins, vários municípios passaram a conviver estes fenômenos relacionados às mudanças climáticas de forma mais intensa. As inundações podem dispersar diversos contaminantes, aumentando os riscos de surtos de doenças transmitidas pela água. No caso da seca, a utilização de fontes alternativas de água sem tratamento adequado, também aumenta os riscos de adoecimento por doenças diarreicas.

Tabela 4 - Número de notificações de DDA nos municípios do Estado do Tocantins no período de 2015 a 2020.

Notificação de DDA	Período de notificação de DDA					
	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Número de notificações de DDA no Estado	43666	55429	51984	49031	34845	30545

Fonte: SIVEP-DDA (2020).

Levando em consideração que sistemas de abastecimento que distribuem água sem tratamento estão susceptíveis a contaminação da água e conseqüentemente é uma fonte de veiculação hídrica de doenças, por exemplo as doenças diarreicas agudas, a tabela 5 apresenta o número de amostras coletadas no período de 2015 a 2020 e os resultados os parâmetros físico-químicos e microbiológicos dos municípios do Estado nessa condição. Além disso, foi priorizado municípios mistos, ou seja, que dispõe de SAA com tratamento e SAA sem tratamento e que água se mistura na rede de distribuição. A tabela 5 apresenta ainda, o número de casos de DDA notificados nesses municípios considerados prioritários.

Tabela 5 – Número de Amostras coletadas em SAA na zona urbana de municípios sem água tratada e municípios mistos do Estado do Tocantins, resultados de análises físico-químicas e microbiológicas e número de notificações de DDA, no período de 2015 a 2020

Município	Período de Coleta de Dados	Nº de casos DDA	Nº Amostras Coletadas		Nº de Amostras fora do padrão estabelecido*			
			Turbidez, CT, E. coli	Cloro residual livre	Turbidez (>5,0 uT)	Cloro residual livre (<0,2 mg/L)	Presença de CT	Presença de E. coli
Aragominas	2015	67	109	109	15	0	3	0
	2016	114	118	118	24	2	14	1
	2017	80	105	105	26	0	26	7
	2018	111	106	106	23	0	20	0
	2019	85	109	109	19	0	4	0
	2020	28	36	36	6	0	0	0
Chapada de Areia	2015	62	59	59	3	0	29	0
	2016	38	57	57	0	0	38	1
	2017	70	66	66	0	0	47	3
	2018	73	72	72	0	0	59	7
	2019	98	84	7	0	0	58	18
	2020	26	-	0	0	0	-	-
Darcinópolis	2015	130	-	-	-	-	-	-
	2016	127	-	-	-	-	-	-
	2017	93	42	0	0	0	4	2
	2018	159	50	0	0	0	5	0
	2019	136	95	0	2	0	11	1
	2020	65	-	-	0	-	2	0
Dueré	2015	129	0	-	-	-	0	-
	2016	194	40	40	0	0	0	0
	2017	180	60	60	1	0	2	0
	2018	200	100	100	0	99	10	0

	2019	139	109	109	1	0	28	1
	2020	46	20	20	0	0	6	0
Luzinópolis	2015	13	44	0	0	0	4	1
	2016	8	36	36	0	0	11	0
	2017	30	40	40	0	0	0	0
	2018	104	36	36	1	0	2	0
	2019	120	44	44	0	0	8	44
	2020	119	16	16	0	0	0	0
Rio da Conceição	2015	20	54	0	0	0	2	1
	2016	42	58	58	0	0	8	3
	2017	128	77	77	0	0	7	2
	2018	72	60	60	0	0	20	0
	2019	45	109	109	0	0	40	0
	2020	19	40	40	0	0	10	0

\* Portaria GM/MS N° 888, 2021.

Fonte: Sisagua (2020).

Observa-se na tabela 5 que para o município de Luzinópolis, o número de notificações para os casos de DDA foram aumentando desde 2016, registrando 120 casos no ano de 2019. No geral, o ano de 2018 foi um dos anos que tiveram maior número de casos de DDA em todos os 6 municípios prioritários. Os municípios de Chapada de Areia, Darcinópolis, Dueré, Luzinópolis e Rio da Conceição não apresentaram amostras consideráveis fora do padrão de potabilidade quanto aos parâmetros de turbidez e cloro residual, com exceção de Dueré no ano de 2018, que das 100 amostras coletadas para análise de cloro residual, 99 delas apresentaram baixo teor de cloro, conforme exigido pela legislação. É possível observar que em Chapada de Areia, a presença de coliformes totais nas amostras coletadas é representativa, como por exemplo, para o ano de 2019 das 84 amostras coletadas, 69% delas foram encontrados presença de coliformes totais. Em Luzinópolis, para o ano de 2019, das 44 amostras coletadas, 100% delas foram observadas com a presença de E. coli., sendo também o ano de maior registro de doenças diarreicas.

As tabelas 6 e 7 apresentam os resultados das correlações de Pearson dos municípios de Aragominas e Dueré entre as variáveis Turbidez, Cloro Residual Livre, Coliformes Totais e Echerichia coli não conformes (fora do padrão de potabilidade) e também a correlação dessas variáveis com o número de casos notificados de Doenças Diarreicas Agudas. Os demais municípios considerados prioritários neste estudo, denominados “mistos”, (Chapada de Areia, Luzinópolis e Rio da Conceição) e sem “água tratada” (Darcinópolis), não apresentaram correlação devido o número baixo de amostras fora do padrão estabelecido.

Tabela 6 – Correlação de Pearson entre análises físico-químicas e microbiológicos fora do padrão de potabilidade<sup>1</sup> e número de notificações de DDA do município de Aragominas no período de 2015 a 2019.

	1	2	3	4	5
1	1				
2	0,3308	1			
3	<b>0,9069</b>	0,0336	1		
4	<b>0,6494</b>	-0,1100	<b>0,7287</b>	1	
5	<b>0,5842</b>	<b>0,6199</b>	0,3846	-0,2301	1

1= Turbidez >5,0uT; 2= Cloro residual livre <0,2 mg/L; 3= CT (amostras presentes); 4= *E. coli* (amostras presentes); 5= notificações de DDA

<sup>1</sup> Portaria GM/MS N° 888, 2021.

Fonte: Sisagua, SIVEP-DDA (2020).

Observou-se que no município de Aragominas existe correlação linear muito forte entre as variáveis Turbidez e Coliformes Totais (0,9069) e uma correlação linear forte entre Turbidez e *E. coli* (0,6494), entre Turbidez e notificações de DDA (0,5842), entre Cloro Residual Livre e *E. Coli* (0,6199) e ainda entre as variáveis Coliformes Totais e *E. Coli*.

Tabela 7 – Correlação de Pearson entre análises físico-químicas e microbiológicos, e número de notificações de DDA, do município de Dueré, no período de 2015 a 2019

	1	2	3	4	5
1	1				
2	-0,4082	1			
3	<b>0,5362</b>	0,0938	1		
4	<b>0,6124</b>	-0,2500	<b>0,9382</b>	1	
5	-0,2506	<b>0,5448</b>	-0,3132	-0,5069	1

1= Turbidez >5,0uT; 2= Cloro residual livre <0,2 mg/L; 3= CT (amostras presentes); 4= *E. coli* (amostras presentes); 5= notificações de DDA

<sup>1</sup> Portaria GM/MS N° 888, 2021.

Fonte: Sisagua, SIVEP-DDA (2020).

Os dados obtidos do município de Dueré (Tabela 7) mostram que houve uma correlação muito forte entre as variáveis Coliformes Totais e *E. coli* e uma correlação forte entre Turbidez e *E. Coli*. (0,6124). Houve um correlação moderada entre Turbidez e Coliformes Totais (0,5362). Quanto a correlação entre os parâmetros e as notificações de DDA, apresentaram uma moderada correlação linear somente com o parâmetro Cloro Residual Livre (0,5448).

Os resultados de correlação de Pearson nos municípios de Aragominas e Dueré mostram que as doenças diarreicas agudas podem ter influência direta à qualidade da água, entretanto, não pode-se atribuir os números de notificação de DDA apenas à qualidade da água distribuída para o consumo à população visto que outros fatores podem ter influência para esse tipo de morbidade.

## 4 CONCLUSÕES

Sabe-se que a água para consumo humano proveniente das soluções alternativas são formas de abastecimento que estão mais susceptíveis à contaminação, e de acordo com o período de 2015 a 2020, a Cobertura de Abastecimento de água para o consumo humano no Estado do Tocantins mostra que mais pessoas, cerca de 1.305.421, estão consumindo água proveniente do sistema de abastecimento e menos pessoas, aproximadamente 47.551, estão deixando de consumir daquelas provenientes das soluções alternativas. Entretanto, ainda existe uma parcela considerável da população tocantinense, 13,15% (220 mil pessoas), em que não se sabe qual a procedência da água que estão consumindo.

Em todo o Estado há empresas responsáveis pelo abastecimento de água, sejam por concessionárias ou pela própria prefeitura, que não deixam de ser responsáveis pelo controle da qualidade da água para o consumo humano distribuídos a população de cada município. As concessionárias estão presentes em mais de 80% do Estado. Em alguns municípios há a presença das concessionárias e da prefeitura que atuam conjuntamente na distribuição e no controle da qualidade da água até as suas residências.

A captação da água por SAA e por SAC no Estado é predominantemente subterrânea (785 pontos de captação), apesar de ainda existirem pontos de captação em mananciais superficiais que estão facilmente mais expostos a vetores e contaminantes capazes de propagar doenças de veiculação hídrica àquela população que recebem este abastecimento. É relativamente muito baixo o número de pontos de captação que apresentam licença de outorga, apenas 334.

Constatou-se que 99% dos municípios abastecidos por SAA, recebem água tratada, entretanto apenas 1 município ainda não possui um sistema de tratamento e 5 municípios são considerados “mistos” uma vez que dispõe de sistemas que se integram a água tratada e água sem tratamento na rede para distribuição à população.

De acordo com os critérios estabelecidos pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da qualidade da água para consumo humano, de 2015 a 2020, observou-se que poucos municípios realizaram a quantidade mínima de coleta de amostras exigidos de acordo com a taxa populacional de cada município.

A maior frequência do número de notificações de DDA no Estado do Tocantins ocorreu nos anos de 2016 e 2017, 55.429 e 51.984 casos respectivamente.

A correlação de Pearson obtida para os municípios de Aragominas e Dueré, mostram que existe uma relação entre as amostras com a Turbidez maior que 5,0 uT e as amostras com

presença de CT e amostras com a presença de E. Coli. Outra relação observada foi quanto ao parâmetro de Cloro residual, entre as amostras com taxa menor que 0,20 mg/L e ao número de notificação por DDA. As amostras que possui presença de CT possuem forte correlação com as amostras com presença de E. Coli: 0,7287 e 0,9382, Aragominas e Dueré, respectivamente.

Vale ressaltar que no ano de 2020 houve o início da pandemia mundial pela COVID-19, fazendo com que muitos trabalhos fossem paralisados. Sendo assim, foi observado que alguns dados referentes ao ano de 2020 não foram registrados no Sisagua em que, possivelmente, não houve uma vigilância da qualidade da água para consumo humano com a devida frequência em comparação aos anos anteriores do período analisado.

## 5 REFERÊNCIAS

BRASIL. **Portaria GM/MS nº 888 de 2021**. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, n. 190, p. 127, 04 mai. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.080, de 19 de setembro de 1990**. Lei Orgânica da Saúde. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/l8080.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8080.htm). Acesso em: 07 ago. 2020.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. **Análise de indicadores relacionados à água para consumo humano e doenças de veiculação hídrica no Brasil, ano 2013, utilizando a metodologia da matriz de indicadores da Organização Mundial da Saúde** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.

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** [recurso eletrônico] / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

FRANCO, R. M. B. **Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública**. Rev. Panam. Infectol. São Paulo, Vol. 9, n. 4, p. 36-43, 2007.

HORTALE, V. A. et al. **Pesquisa em saúde coletiva: fronteiras, objetos e métodos**/Organizado por Virginia Alonso Hortale...[et al.]. Rio de Janeiro, RJ: Editora FIOCRUZ, 2010. 238 p. ill., ISBN: 978-85-7541-200-8.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades e Estados 2019**. IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to.html>. Acesso em: 25 ago. 2020.



MINAYO, M. C. S. **Amostragem e Saturação em Pesquisa Qualitativa**: consensos e controvérsias. Revista Pesquisa Qualitativa. São Paulo, Vol. 5, n. 7, p. 01-12, abr. 2017.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DE SAÚDE. **Água e saúde**. OPAS, Brasil, 2001. Disponível em: <[https://www.paho.org/bra/index.php?option=com\\_docman&view=download&alias=203-agua-e-saude-3&category\\_slug=saude-e-ambiente-707&Itemid=965](https://www.paho.org/bra/index.php?option=com_docman&view=download&alias=203-agua-e-saude-3&category_slug=saude-e-ambiente-707&Itemid=965)> Acesso em: 20 set. 2020.

QUEIROZ, J. T. M. **A água de consumo humano distribuída à população e ocorrência de diarreia**: um estudo ecológico no município de Vitória – ES. Orientador: Leo Heller. 2006. 131 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

SÁ, L. L. C. et al. **Qualidade microbiológica da água para consumo humano em duras áreas contempladas com intervenções de saneamento – Belém do Pará, Brasil**. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*. Brasília, Vol. 14, n. 3, p. 171-180, set. 2005.

SISAGUA. **Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano Informação**. Ministério da Saúde. Disponível em: <https://antigo.saude.gov.br/vigilancia-em-saude/vigilancia-ambiental/vigiagua/sisagua>. Acesso em: 07 ago. 2020.

TORRES, D. A. G. V et al. **Giardíase em creches mantidas pela Prefeitura do Município de São Paulo, 1982/1983**. Rev. Inst. Med. Trop. São Paulo, v. 33, p. 137- 141, 2000.

VIGIAGUA. **Programa Nacional de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. 2009. Disponível em: <<https://www.saude.gov.br/biblioteca/718-vigil%C3%A2ncia-ambiental/7527-programa-vigiagua%E2%80%A6>> Acesso em: 22 set. 2020.

WHO. **World Health statistics 2020**: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals. Disponível em: <https://www.who.int/data/gho/publications/world-health-statistics>. Acesso em: 15 jan. 2021.

WHO. **The top 10 causes of death**. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death>. Acesso em: 15 jan. 2021.