



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

**GABRIEL FIGUEIREDO AGNOLIN**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DE  
SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE  
VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DO TOCANTINS**

**PALMAS**

**2022**

**GABRIEL FIGUEIREDO AGNOLIN**

**ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DE  
SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE  
VEICULAÇÃO HÍDRICA 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.

**PALMAS  
2022**

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

---

A274a Agnolin, Gabriel Figueiredo  
Análise da qualidade da água para consumo humano das soluções  
alternativas coletivas e a ocorrência de doenças de veiculação hídrica no  
estado do Tocantins / Gabriel Figueiredo Agnolin. – Palmas, TO, 2022.  
23 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Civil) –  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus  
Palmas, Palmas, TO, 2022.

Orientadora: Dra. Alice Rocha de Souza

1. Abastecimento de água. 2. Qualidade da água. 3. Doenças de  
veiculação hídrica. I. Rocha de Souza, Alice. II. 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

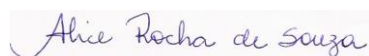
GABRIEL FIGUEIREDO AGNOLIN

### ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA 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*.

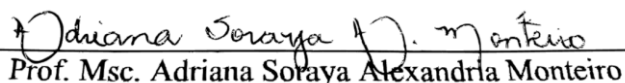
Aprovado em: 22/06/2022

#### BANCA AVALIADORA



---

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



---

Prof. Msc. Adriana Soraya Alexandria Monteiro

IFTO – *Campus Palmas*

JOAO AUGUSTO POTENCIANO  
LANDI DE L E SOUZA:81553773187

Assinado de forma digital por JOAO AUGUSTO  
POTENCIANO LANDI DE L E SOUZA:81553773187  
Dados: 2022.06.28 10:01:29 -03'00'

---

Prof. Msc. João Augusto Potenciano L. de L. Sousa  
IFTO – *Campus Palmas*

## Sumário

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>9</b>
<b>2.1</b>	<b>Caracterização da área de estudo .....</b>	<b>10</b>
<b>2.2</b>	<b>População do estudo .....</b>	<b>11</b>
<b>2.3</b>	<b>Ponto de coleta e amostragem .....</b>	<b>12</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>12</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES.....</b>	<b>20</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>22</b>

# ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA PARA CONSUMO HUMANO DE SOLUÇÕES ALTERNATIVAS COLETIVAS E A OCORRÊNCIA DE DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA NO ESTADO DO TOCANTINS

## *ANALYSIS OF WATER QUALITY FOR HUMAN CONSUMPTION OF COLLECTIVE ALTERNATIVE SOLUTIONS AND THE OCCURRENCE OF WATERPROOF DISEASES IN THE STATE OF TOCANTINS*

AGNOLIN, Gabriel Figueiredo<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, gabriel.f.agnolin@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, sergioluisos@gmail.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, mu\_case@hotmail.com

### RESUMO

O acesso à água de qualidade é um direito humano básico, destarte, águas de abastecimento público devem estar sanitariamente seguras para evitar a propagação de enfermidades. As Soluções Alternativas Coletivas (SAC's) podem facilitar a contaminação das águas, pois sua maioria não possui tratamento. Este trabalho objetiva analisar a relação da qualidade da água para consumo humano, ofertada pelas SAC's, com doenças de veiculação hídrica no estado do Tocantins no período de 2016 a 2021. A metodologia do trabalho é de característica descritiva e exploratória e utilizou-se dados dos Sistemas de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano (SISAGUA), Agravos de Notificação (SINAN) e Vigilância Epidemiológica - Doenças Diarreicas Agudas (SIVEP-DDA). Baseado nos resultados verificou-se que a cobertura populacional por SAC's passou de 1,16% em 2016 para 1,51% em 2021, correspondendo a 24.044 habitantes que consomem apenas de SAC. Destas, 94% das pessoas utilizam água de mananciais subterrâneos, contudo, 87% utilizam água sem tratamento. No período de 2016 a 2021, aproximadamente 50% das amostras coletadas continham presença de coliformes totais e a maior frequência de casos de DDA ocorreu no período de 2016 e 2017, com valores de 55.429 e 51.984 casos, respectivamente e o maior número de notificações de Hepatite A foi em 2016, com 14 casos. Os dados qualitativos demonstram influência direta na qualidade da água e na propagação de doenças, entretanto, os resultados de notificações de DDA e Hepatite A não estão associados apenas à má qualidade, mas também a outros fatores contribuintes à disseminação dessas morbidades.

**Palavras-chave:** Abastecimento de água, Qualidade da água, Doenças de veiculação hídrica.

## ABSTRACT

Access to quality water is a basic human right; therefore, public water supplies must be sanitarly safe to avoid the spread of diseases. The Collective Alternative Solutions (SAC's) can facilitate the contamination of water since most of them have no treatment. This study aims to analyze the relationship between the quality of water for human consumption, offered by SAC's, and waterborne diseases in the state of Tocantins from 2016 to 2021. The methodology of the work is of descriptive and exploratory characteristic and used data from the Information Systems of Surveillance of Water Quality for Human Consumption (SISAGUA), Notification Aggravations (SINAN) and Epidemiological Surveillance - Acute Diarrheal Diseases (SIVEP-DDA). Based on the results it was found that the population coverage by SAC's increased from 1.16% in 2016 to 1.51% in 2021, corresponding to 24,044 inhabitants who consume only from SAC. Of these, 94% of people use water from underground springs, however, 87% use untreated water. In the period from 2016 to 2021, approximately 50% of the samples collected contained the presence of total coliforms and the highest frequency of ADHD cases occurred in 2016 and 2017, with values of 55,429 and 51,984 cases, respectively, and the highest number of Hepatitis A notifications was in 2016, with 14 cases. The qualitative data show a direct influence on water quality and the spread of diseases, however, the results of ADD and Hepatitis A notifications are not only associated with poor quality, but also with other contributing factors to the spread of these morbidities.

**Keywords:** Water supply, Water quality, Waterborne diseases.

## 1 INTRODUÇÃO

A água é um elemento vital para a sobrevivência dos seres vivos, dessa forma, é necessário garantir que esteja segura para o consumo.

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

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS) (2001) define “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.

A Organização Pan – Americana da Saúde (OPAS) (2001) relata a respeito da qualidade da água, que “por si só (em particular a qualidade microbiológica da água) tem uma grande influência sobre a saúde. Se não for adequada, pode ocasionar surtos de doenças e causar sérias epidemias”. Estima-se que cerca de 10% da carga global de doenças seja devida à má qualidade da água e a deficiências na disposição de excretas e na higiene (PRÜSS-USTIN et al. 2008).

Segundo Razzolini (2008), benefícios como o aumento da expectativa de vida e produtividade econômica, hábitos higiênicos, controle e prevenção de doenças, são resultados de acesso a condições adequadas de abastecimento.

Para Maria Neira, diretora do Departamento de Saúde Pública, Determinantes Ambientais e Sociais da Saúde da OMS, “se os países não conseguirem intensificar os esforços em saneamento básico, água potável e higiene, continuaremos a viver com doenças que deveriam ter sido há muito tempo deixadas nos livros de história, como diarreia, cólera, febre tifoide, hepatite A e doenças tropicais negligenciadas, incluindo tracoma e esquistossomose” (NEIRA, 2019).

No caso do Brasil, de acordo com o Relatório da Conferência Pan-Americana de Saúde e Ambiente Humano Sustentável - COPASAD 1996, em torno de 30% da população brasileira utiliza da água proveniente de fontes inseguras, sendo que uma grande parte, mesmo atendidos pela rede pública, muitas vezes não recebe esta água com qualidade adequada e em quantidade suficiente. (COPASAD, 1996). A água consumida fora dos padrões de potabilidade pode oferecer riscos para a população, originando doenças transmitidas por vírus, bactérias, protozoários, entre outros problemas de saúde pública.

A Portaria GM/MS Nº 888, de 2021, altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº5, de 2017, dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade de água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e estabelece as competências e responsabilidades direcionadas ao setor da saúde. O Ministério da Saúde e as Secretarias Estaduais e Municipais de Saúde são os responsáveis pelos procedimentos de vigilância da qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2021).

O Programa Nacional de Vigilância da Qualidade de Água para Consumo Humano (VIGIAGUA), foi formulado de acordo com os ideais do Sistema Único de Saúde (SUS), para garantir à população o acesso à água conciliável ao padrão de potabilidade determinado. O estudo da qualidade da água é uma ação investigativa, desempenhada para identificar os fatores de riscos à saúde humana relacionados com a água. É uma operação que visa prevenir e corrigir devidos problemas com a confiabilidade e segurança da água para o consumo humano. (BRASIL, 2022).

De acordo com a Portaria GM/MS Nº 888 de 2021, as modalidades de abastecimento de água são: Sistema de Abastecimento de água para consumo humano (SAA), Solução Alternativa Coletiva de abastecimento de água para consumo humano (SAC) e Solução Alternativa Individual de abastecimento de água para consumo humano (SAI). O SAA trata-



se de uma 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. A SAC é uma modalidade de abastecimento coletivo distinta do sistema público destinada a fornecer água potável, com ou sem canalização e rede de distribuição, enquanto a SAI é uma modalidade de abastecimento de água que atende a domicílios residenciais com uma única família, incluindo seus agregados familiares (BRASIL, 2021).

O abastecimento da população proveniente das Soluções Alternativas Coletivas – SAC's geralmente é mais propício à distribuição de água fora dos padrões de qualidade, devido na maioria das situações a ausência de controle de qualidade para as SAC's com água tratada e ainda, a existência de SAC's sem tratamento.

A Portaria GM/MS Nº 888/2021 traz diversas competências pertinentes para os responsáveis pelas soluções alternativas coletivas, sendo elas realizar o tratamento da água contendo a etapa de desinfecção, realizar o controle da qualidade da água, proceder a coleta e análise da água e disponibilizar os laudos da qualidade d'água por meio de relatórios para as autoridades de saúde pública. Além disso, dispor de um responsável técnico habilitado pelo controle de qualidade e obter a licença de outorga de uso da água captada.

Nesse sentido, o projeto de pesquisa teve como objetivo principal analisar a relação da qualidade da água para consumo humano, ofertada pelas SAC's, com doenças de veiculação hídrica no estado do Tocantins no período de 2016 a 2021, e sua relação com a população vulnerável. O presente trabalho propõe métodos de tratamento para as SAC's, para que desta maneira diminua a propagação de doenças e assim contribuir com a melhoria da qualidade de vida da população.

## **2 MATERIAIS E MÉTODOS**

A metodologia proposta neste trabalho consiste em uma pesquisa de caráter descritiva e exploratória, com abordagem quantitativa, no qual foi realizado um levantamento de dados, entre o período de 2016 a 2021 no estado do Tocantins, acerca dos tipos de abastecimentos de água, com o intuito de avaliar a qualidade da água oriundas de soluções alternativas coletivas de abastecimento de água para consumo humano nos municípios do estado do Tocantins e sua relação com doenças de veiculação hídrica. Os dados secundários foram utilizados dos bancos de dados oficiais: Sistema de Informação de Vigilância da Qualidade da Água para Consumo

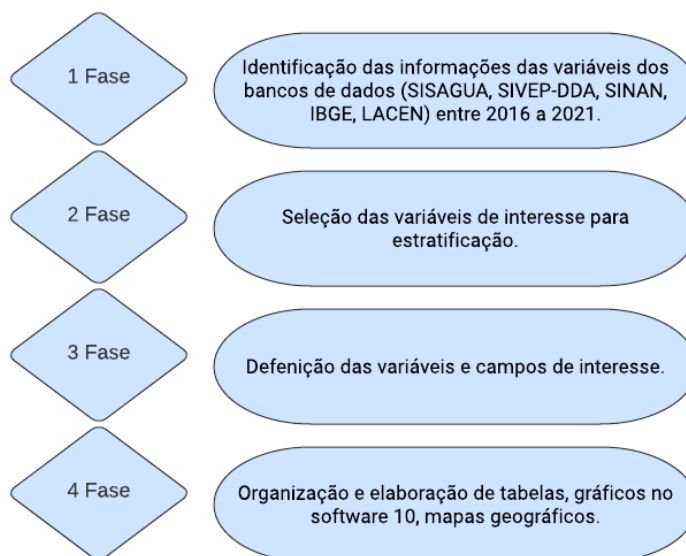
Humano-SISAGUA, Sistema de Informação sobre Agravos de Notificação-SINAN, Sistema de Informação de Vigilância Epidemiológica - Doenças Diarreicas Agudas-SIVEP-DDA. Vale salientar que as análises de vigilância foram realizadas pelo LACEN-TO (Laboratório Central de Saúde Pública do Tocantins).

Para coleta e análise de dados, foi realizado uma busca direta nos bancos de dados, planilhas, sistemas de informação, formulários de cadastro, relatórios padronizados pela Secretaria de Saúde, entre os anos de 2016 a 2021. A Secretaria de Saúde do Estado do Tocantins autorizou de forma oficial o acesso ao banco de dados.

Após coleta dos dados, foram analisados os valores obtidos referentes às fontes de abastecimento de água de acordo com as normas estabelecidas pela Portaria GM/MS Nº 888/2021 no qual dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A execução das atividades foi realizada em 4 fases distintas, conforme Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma da metodologia do trabalho



Fonte: Autor (2022)

## 2.1 Caracterização da área de estudo

O estado do Tocantins compõe a região norte do País, tendo sua formação no ano de 1988, tornando o estado mais novo da federação no território nacional e possui uma área de 277.463.763 Km<sup>2</sup> e 139 municípios para o qual a população estimada para 2021 é de

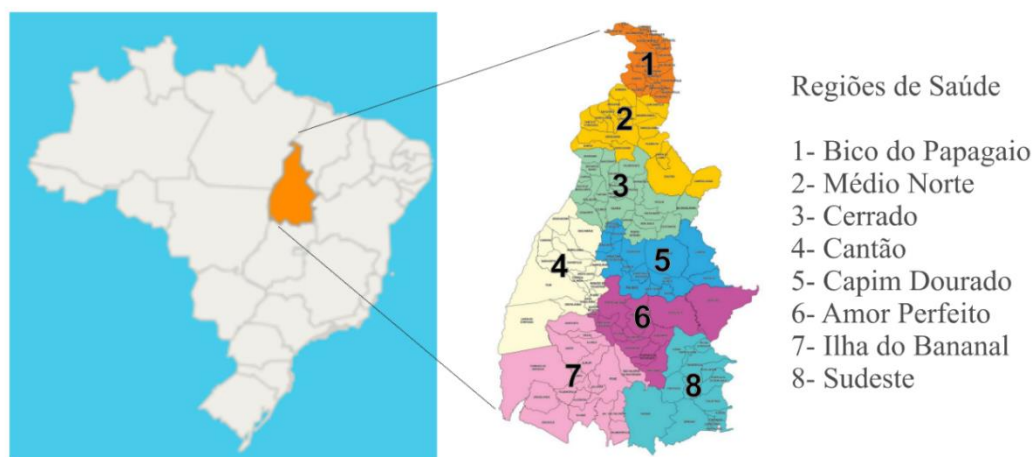
1.607.363 habitantes. A região faz fronteira com 6 estados, sendo eles, Maranhão a nordeste e leste, Piauí ao leste, Bahia a sudeste, Goiás ao sul, Mato Grosso a sudoeste e Pará a oeste e noroeste. O clima do estado tocantinense é predominantemente tropical, possui densidade demográfica de 4,98 hab./km<sup>2</sup> e o Índice de Desenvolvimento Humano é de 0,699, variando de 0,500 a 0,788 entre seus municípios (IBGE, 2022).

No estado do Tocantins, a configuração territorial da saúde está organizada em 08 regiões, consoante ao Decreto Federal n.º 7.508/2011, sendo elas: Bico do Papagaio, Médio Norte Araguaia, Cerrado Tocantins Araguaia, Cantão, Capim Dourado, Amor Perfeito, Ilha do Bananal e Sudeste, conforme ilustrado na Figura 2 (CONASS, 2016).

A regionalização surge como estratégia de descentralização da oferta de assistência à população e possibilidade de resolução de grande parte dos agravos e doenças, o mais próximo possível da residência das pessoas, conferindo comodidade e facilitando o acesso à população (SILVA, 2016).

Os dados utilizados para este estudo foram agrupados e analisados conforme as regiões de saúde. A Figura 2 mostra o mapa de localização do estado do Tocantins no Brasil e as respectivas regiões de saúde.

Figura 2 – Mapa de Localização do Estado do Tocantins e mapa das Regiões de Saúde



Fonte: Adaptado de IBGE (2022); COSEMS-TO (2022).

## 2.2 População do estudo

A pesquisa abordou a população do estado do Tocantins que utiliza água proveniente das Soluções Alternativas coletivas de água - SAC. De acordo com o relatório de cobertura de

abastecimento disponibilizado pelo SISAGUA (2021), a população abastecida apenas pelas SAC's é de 24.044 habitantes, abrangendo 1,51% de toda a distribuição de água no estado.

### **2.3 Ponto de coleta e amostragem**

A análise da água constitui uma atividade indispensável tanto as ações de vigilância quanto às de controle, e a cada uma delas corresponderá um desenho específico de programa de monitoramento, ou seja, pontos de amostragem, número de amostras a serem coletadas, frequência de amostragem, e parâmetros a analisar (BRASIL, 2006).

A pesquisa realizou um levantamento no qual foram coletado dados das unidades amostrais que formam a população estudada. Os dados utilizados abrangem o período de 2016 a 2021, sendo que no ano de 2021 o estado atinge uma população de 24.044 habitantes que utilizam das soluções alternativas coletivas de água para consumo. A população abordada está localizada em zona urbana, assim excluindo as zonas rurais.

As variáveis de estudos foram coletadas nos bancos de dados fornecidos pelo SISAGUA, SINAN, SIVEP-DDA e IBGE. As variáveis selecionadas englobam os seguintes dados: ano da ocorrência, cadastros das formas de abastecimento de água, cobertura de abastecimento de água, tipos de captação de água utilizados, relatórios de vigilância da qualidade da água, municípios de notificação e de residência de doenças causadas por veiculação hídrica (DDA e Hepatite A).

## **3 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

A cobertura populacional por abastecimento de água para consumo humano aumentou consideravelmente no estado do Tocantins no período de 2016 a 2021, tanto para Sistema de Abastecimento de Água – SAA quanto para Solução Alternativa Coletiva – SAC. A população abastecida pelo SAA no período de 2016 era de 84,27% e em 2021 aumentou para 85,72%, enquanto para SAC em 2016 tinha uma cobertura de 1,16% atingindo 1,51% de pessoas abastecidas em 2021. As soluções alternativas individuais tiveram uma redução na quantidade de pessoas que a utilizam, no período de 2016, havia 1,08% e no decorrer de 2021 atingiu 0,99% (Tabela 1).

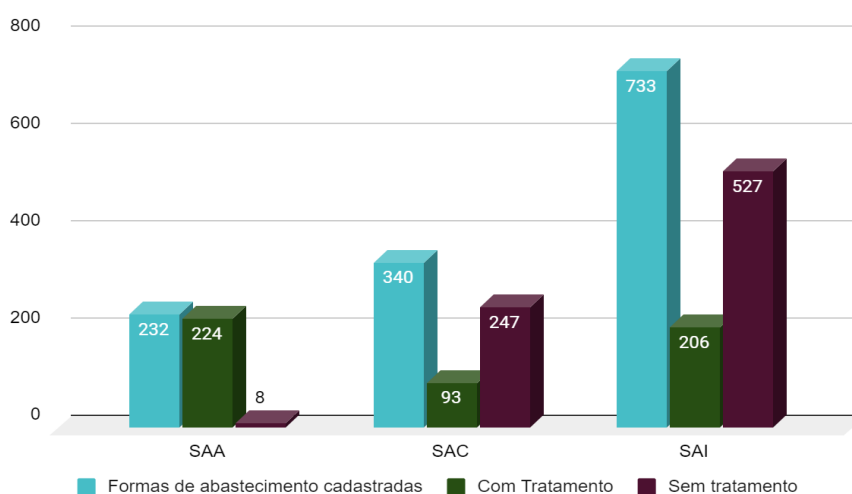
Tabela 1 – Cobertura Populacional por forma de Abastecimento de água para consumo humano no Estado do Tocantins no período de 2016 a 2021

Ano	População Abastecida					
	SAA		SAC		SAI	
2016	1.276.832	84,27%	17.619	1,16%	16.398	1,08%
2017	1.338.753	87,33%	18.795	1,23%	17.489	1,14%
2018	1.320.312	85,17%	26.233	1,69%	19.155	1,24%
2019	1.295.421	83,29%	37.573	2,42%	17.726	1,14%
2020	1.305.421	83,00%	35.539	2,07%	15.012	0,95%
2021	1.363.162	85,72%	24.044	1,51%	15.747	0,99%

Fonte: Sisagua (2022)

A Figura 3 apresenta as formas de abastecimento de água no estado do Tocantins (SAA, SAC, SAI) cadastradas no SISAGUA, totalizando 1.305 formas de abastecimento de água no ano de 2021. Das 232 formas de abastecimento cadastradas por SAA's, apenas 8 não possuem o tratamento da água para o consumo humano. Com relação às SAC's que possuem 340 formas cadastradas, 247 não possuem tratamento da água, o que corresponde um percentual de 72,65% do total de SAC's cadastradas. Já as SAI's constam 733 formas de abastecimento de água cadastradas e destas, 527 não possuem o tratamento.

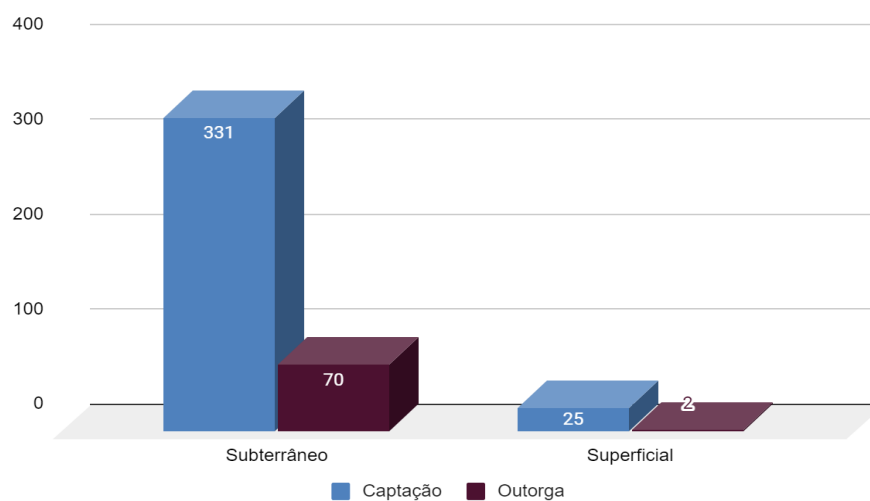
Figura 3 – Formas de abastecimento de água cadastradas no SISAGUA por sistema/solução alternativa no Estado do Tocantins em 2021



Fonte: Sisagua (2022)

O número de mananciais com licença de outorga para captação de SAC estão apresentados na Figura 4, onde é possível verificar que a maioria das SAC's as captações são provenientes de mananciais subterrâneos, totalizando 331 no ano de 2021, representando 93% do total de SAC's cadastradas. Esta condição acontece devido os mananciais subterrâneos serem menos propícios à contaminação. Em contrapartida, existem 25 pontos provenientes de mananciais superficiais, caracterizando 7% dos pontos de mananciais coletados por SAC's. As águas provenientes de mananciais superficiais estão sujeitas a maior contaminação visto que se encontram na superfície, possuindo maior contato com agentes químicos, físicos e biológicos. É válido analisar que o número de outorgas é relativamente baixo, para os mananciais subterrâneos apenas 70 possuem outorga e para os mananciais superficiais somente 2 possuem outorga, correspondendo 21,15% e 8% na devida ordem.

Figura 4 - Mananciais/pontos de captação de SAC com licença de Outorga no Estado do Tocantins em 2021

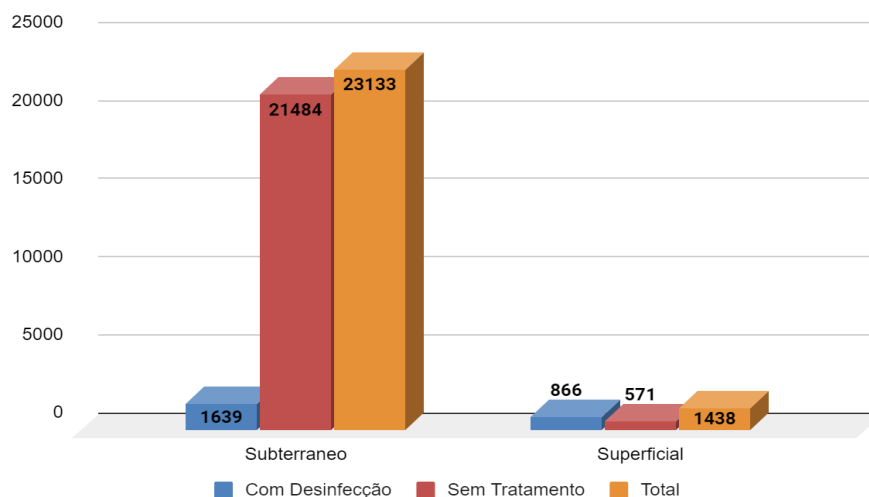


Fonte: Sisagua (2022)

Os dados de cobertura populacional de abastecimento de água de SAC por categoria de captação e tratamento estão apresentados na Figura 5, no qual foi dividido em águas com captação subterrânea e superficial e SAC's com tratamento com desinfecção ou sem tratamento. Em 2021, o número de pessoas que utilizam água proveniente de mananciais subterrâneos tende a ser maior do que o número de pessoas que utilizam água de mananciais superficiais, com valores de 23.133 e 1.438, respectivamente. O número de pessoas que utilizam água de captação subterrânea SAC's sem tratamento é de 21.484 e apenas 1.639 contam com pelo menos o tratamento com desinfecção. Quando se trata de água captada de

mananciais superficiais, o número de pessoas que utilizam água com desinfecção é de 866, sendo maior que o número de pessoas que consomem água sem tratamento, 571 pessoas.

Figura 5 – Cobertura populacional de abastecimento de água de SAC por categoria de captação e tratamento no período de 2021 no estado do Tocantins



Fonte: Sisagua (2022)

Existem diversos métodos de tratamento de água que podem ser adotados em SAC's e a escolha do tipo do tratamento deve ocorrer de acordo com as características do manancial utilizado. Se o manancial utilizado não estiver contaminado, ou seja, que esteja enquadrado na classe especial pela classificação da Resolução CONAMA 357/2005, que não tenha sido verificado, dentre outros contaminantes, a existência de metais pesados e que sua concentração de matéria orgânica esteja dentro dos parâmetros da Portaria GM/MS Nº 888/2021, seria apenas necessário o processo de desinfecção da água para o consumo humano. Segundo esta Portaria, toda água para consumo humano fornecida coletivamente deverá passar por processo de desinfecção ou adição de desinfetante para manutenção dos residuais mínimos, conforme as disposições contidas no Art. 32, ou seja, é obrigatória a manutenção de, no mínimo, 0,2 mg/L de cloro residual livre ou 2 mg/L de cloro residual combinado ou de 0,2 mg/L de dióxido de cloro em toda a extensão do sistema de distribuição (reservatório e rede) e nos pontos de consumo.

No caso da desinfecção com o uso de ozônio, deve ser observado o produto concentração e tempo de contato (CT) de 0,34 mg . min/L para temperatura média mensal da água igual a 15° C de acordo com a Portaria GM/MS Nº 888/2021. Se o manancial for

classificado como Classe 1 pela Resolução CONAMA 357/2005, águas com concentração de sólidos dissolvidos abaixo de 500 mg/L e possuir turbidez e concentração de nitrato abaixo de 40 mg/L e 10 mg/L, na devida ordem, seria necessário apenas o tratamento simplificado que é composto por filtração e desinfecção. Quando o manancial for classificado como Classe 2, não será permitida a presença de corantes provenientes de fontes antrópicas que não sejam removíveis por processo de coagulação, sedimentação e filtração convencionais, e que possuir concentração de nitrato até 100 mg/L, seria necessário o tratamento convencional, composto por coagulação, sedimentação, filtração e desinfecção.

Outro ponto relevante é o controle de qualidade da água exigido pela Portaria GM/MS Nº 888/2021, no qual deve ser realizado pelos responsáveis pelas SAC's. O tratamento da água quando realizado sem acompanhamento de um profissional habilitado para esta finalidade, assim como quando não ocorre o tratamento da água, pode ocorrer o transporte de substâncias e microrganismos que podem ser nocivos à saúde e conseqüentemente pode ser um veículo para o aumento da incidência de casos de doenças de origem hídrica.

A Tabela 2 apresenta o número de amostras coletadas em SAC's nos municípios do estado do Tocantins no período de 2016 a 2021, onde é possível observar que no período de 2016 foi obtido a quantidade de 543 amostras e este número foi aumentando gradativamente até o período de 2019, totalizando 712 amostras. Durante o período de 2020 e 2021 houve uma redução na quantidade de amostras coletadas, em razão da pandemia de Covid 19. A quantidade de amostras para o parâmetro de Cloro Residual Livre é menor que os demais parâmetros, visto que no estado possui muitas SAC's sem tratamento, cerca de 18,93%.

Das amostras coletadas, aproximadamente 50% possuem a presença de coliformes totais em todo o período de estudo, de 2016 a 2021, estando fora do padrão exigido pela legislação. Com relação a Turbidez, o ano com a maior porcentagem de amostras fora do padrão foi 2020, com 18 amostras de 307, atingindo 5,86% das amostras. Quanto ao Cloro Residual Livre, cerca de 55% das amostras coletadas estão fora dos padrões exigidos pela legislação.

A Portaria GM/MS Nº 888/2021 preconiza que a amostra é considerada fora do padrão de qualidade quando há presença de coliformes totais e E. coli, possui uma concentração menor que 0,2 mg/L e maior que 2,0 mg/L de Cloro Residual Livre e valores acima de 5 UT para Turbidez.



Tabela 2 - Número de amostras coletadas em SAC na zona urbana de municípios do Estado no período de 2016 a 2021

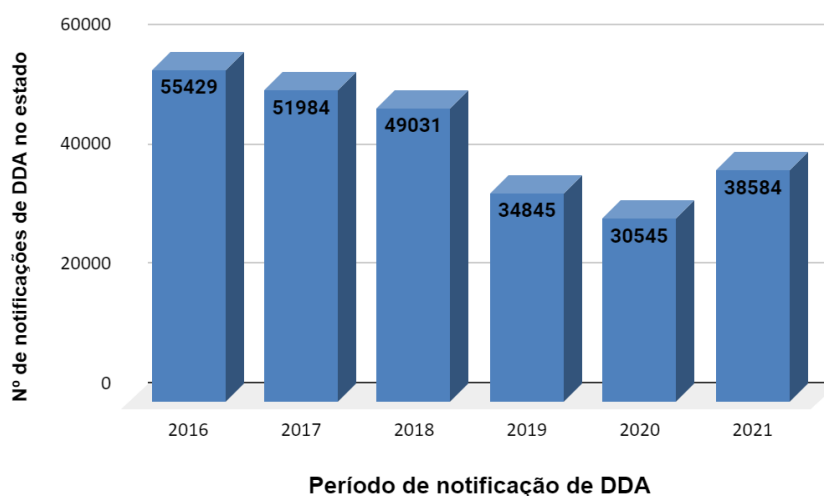
Variáveis	Período da Coleta de Dados						
	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
Quantidade de amostras Coletadas	Coliformes totais, E. coli,	543	720	692	712	307	400
	Turbidez						
	Cloro Residual Livre	282	401	310	320	195	271
Quantidade de Amostras fora do padrão estabelecido pela legislação*	Coliformes totais	222	278	279	275	107	158
	E. coli	84	90	96	48	22	32
	Turbidez	19	16	38	38	18	9
	Cloro Residual Livre	142	270	152	158	107	171

\*Portaria GM/MS N°888, 2021.

Fonte: SISAGUA (2022)

A Figura 6 expõe o total de notificações de doenças diarreicas agudas - DDA no estado do Tocantins, o que permite observar que as notificações de DDA possuem expressiva variação no período de 2016 a 2021, possuindo valores de máxima no período de 2016, com 55.429 notificações e sua mínima no período de 2020, com 30.545 notificações. Acredita-se que a quantidade de casos de DDA pode possuir valores mais elevados visto que grande parte da população costuma ir à unidade de saúde somente quando a doença está em um estado avançado. Outro fator relevante é que no período de 2020 e 2021 estava ocorrendo a pandemia do coronavírus e isto pode ter afetado diretamente a quantidade de notificações, uma vez que a população estava indo às unidades de saúde somente em emergências.

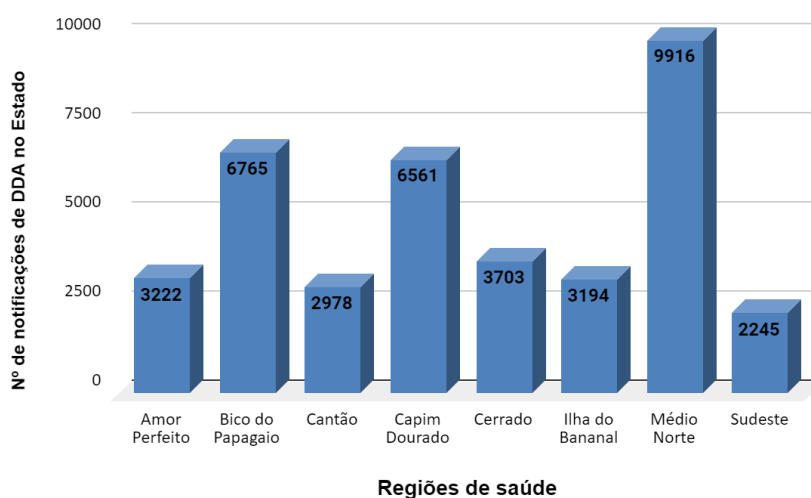
Figura 6 – Número de notificações de DDA no Estado do Tocantins no período de 2016 a 2021



Fonte: SIVE-DDA (2022)

Levando em consideração que o estado foi dividido em 8 regiões de saúde, (Amor perfeito, Bico do papagaio, Cantão, Capim dourado, Cerrado, Ilha do bananal, Médio norte e Sudeste), a Figura 7 apresenta o número de notificações de DDA no Estado do Tocantins no período de 2021 de acordo com a regiões de Saúde. Os dados mostram que a região que teve a maior quantidade de notificação no período de 2021 foi a Médio Norte, possuindo 9.916 notificações de Doenças Diarreicas Agudas, seguido das regiões Bico do Papagaio e Capim Dourado, com respectivamente 6.765 e 6.561 notificações.

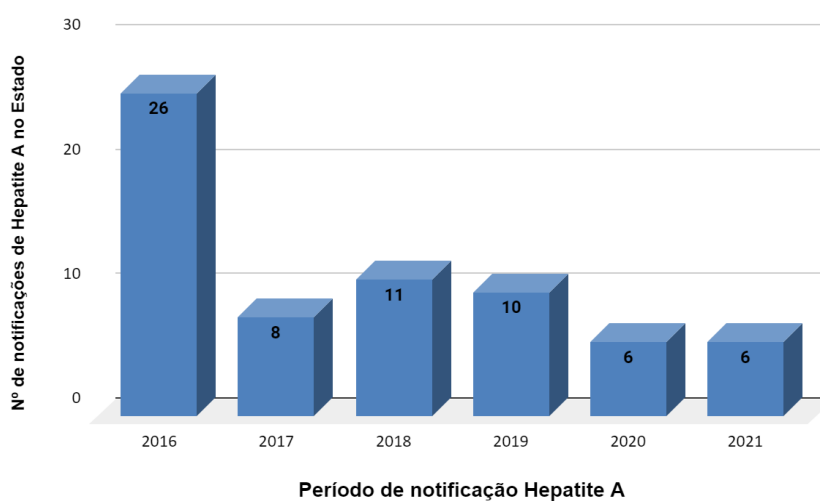
Figura 7 – Número de notificações de DDA nas Regiões de Saúde do Estado do Tocantins no período de 2021



Fonte: SIVEP-DDA (2022).

A Figura 8 representa o número de notificações de Hepatite A no estado do Tocantins, pode-se notar que os valores foram diminuindo com o passar dos anos, o seu pico foi no ano de 2016 com 26 notificações, já em 2017 caindo para 8 notificações, e voltando a aumentar no período de 2018 atingindo o número de 11 notificações. O período de 2020 a 2021 teve valores baixos devido aos acontecimentos da pandemia do Covid-19.

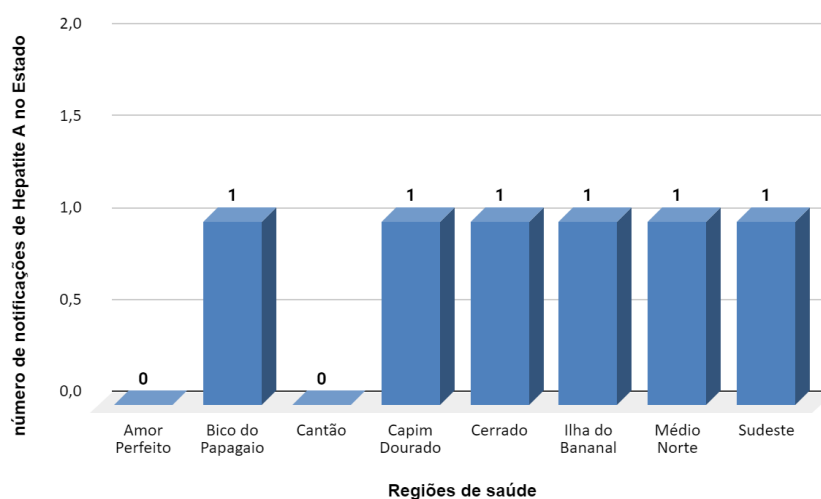
Figura 8 - Número de notificações de Hepatite A no Estado do Tocantins no período de 2016 a 2021



Fonte: SINAN (2022).

O número de notificações nas regiões de saúde no estado do Tocantins de Hepatite A no período de 2021 é baixo, atingindo como maior resultado apenas 1 notificação em 6 estados, sendo eles o Bico do papagaio, Capim dourado, Cerrado, Ilha do bananal, Médio norte e o Sudeste. As Regiões de saúde do Amor perfeito e Cantão permaneceram zeradas. Os valores obtidos são baixos, por causa da Pandemia Covid-19.

Figura 9 - Número de notificações de Hepatite A nas Regiões de Saúde no Estado do Tocantins no período de 2021



Fonte: SINAN (2022)

O tratamento da água quando não realizado ou realizado sem o devido controle de qualidade realizado por um profissional competente, pode ocorrer o transporte de substâncias e micro-organismos que podem ser nocivos para a saúde, acarretando no aumento da incidência de doenças de veiculação hídrica visto que tem ligação direta com a carência do tratamento de água.

#### 4 CONCLUSÕES

A solução alternativa coletiva de abastecimento de água para o consumo humano está mais suscetível à contaminação do que o sistema de abastecimento de água. De acordo com o intervalo de tempo de 2016 a 2021, a cobertura de abastecimento de água para consumo humano no estado do Tocantins que utilizam águas provenientes de SAC's, está aumentando, visto que no ano de 2016 a cobertura populacional passou de 1,16% e no ano de 2021 chegou a 1,51%, correspondendo a 24.044 habitantes que consomem apenas de SAC. Todavia, no estado do Tocantins possuem cerca de 11,78% da população que não se sabe a origem da água que está sendo consumida.

No estado do Tocantins, as formas de abastecimento SAI e SAC são em sua maioria sem tratamento, sendo que o número de SAI cadastradas no SISAGUA é de 733 e 527 delas não dispõem de tratamento, já a SAC possui cerca de 340 formas de abastecimento cadastradas e

247 delas não tem tratamento. Os números de formas de abastecimento sem tratamento são altos comparados ao número de cadastros, ficando claro a necessidade de intensificação das ações de vigilância da qualidade da água.

Os mananciais utilizados como ponto de captação para as SAC's são na maioria subterrâneo, totalizando 331 pontos de captação, os mananciais superficiais são mais propícios para a contaminação de vetores e contaminantes que podem aumentar o número da propagação de doenças de veiculação hídrica da população que utiliza águas provenientes deste abastecimento. O número de SAC's com outorga é relativamente baixo sendo apenas 70 subterrâneas com outorga e 2 superficiais.

Cerca de 94% das pessoas utilizam água de mananciais subterrâneos, contudo, 87% utilizam água sem tratamento. De acordo com o SISAGUA, a quantidade de SAC's subterrâneas que não possuem tratamento chegam a 93%, e nas superficiais apenas 60% dispõem de pelo menos desinfecção.

Com base no período de 2016 a 2021, a maioria dos municípios não realizou o número de amostras padronizadas pela Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano, que tem como critério o número da população de cada município do Estado. No período de 2016 a 2021, aproximadamente 50% das amostras coletadas continham presença de coliformes totais.

Os maiores números de notificações de DDA no período de 2016 a 2021, foram nos anos de 2016 e 2017, 55.429 e 51.984 na devida ordem. No período de 2021 ocorreram 38.584 notificações, sendo o maior número de notificações em duas das Regiões de Saúde do Estado, Médio norte e Bico do Papagaio, com 9.916 e 6.765 respectivamente.

Com base no SISAGUA os números de notificações de Hepatite A foram regredindo no período de 2016 a 2021, sendo a máxima no ano de 2016 com 26 notificações e no ano de 2021 ocorrendo 6 notificações.

No ano de 2020 houve o início da Covid-19 e por estar ocorrendo uma pandemia, muitos serviços foram suspensos para que dessa maneira pudesse controlar a doença. Os valores obtidos no período de 2020 a 2021, podem estar faltando alguns dados no SISAGUA, sendo possível que a vigilância da qualidade para consumo humano não tenha ocorrido com uma frequência satisfatória.

## 5 REFERÊNCIAS

**I Seminário Estadual de Regionalização da Saúde no Tocantins.** 2005. Disponível em: <https://slideplayer.com.br/slide/357074/>

BEZERRA, Renilton Delmundes. **Associação entre consumo de água fora dos padrões de potabilidade e doenças de veiculação hídrica no Estado do Tocantins.** 2017. ABRAHAM, B. & LEDOLTER, J. *Statistical Methods for Forecasting.* New York: John Wiley & Sons, 1983.

BRASIL. **Diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água para consumo humano.** 2014. MAKRIDAKIS, S.; WHEELWRIGHT, S. & HYNDMAN, R.J. *Forecasting Methods and Applications.* 3. ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Portaria GM/MS nº 888, de 04 de maio de 2021.** Altera o Anexo XX da Portaria de Consolidação GM/MS nº 5, de 28 de setembro de 2017, para dispor sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Diário Oficial [da] União:, n. 85, p. 127-127, 2021.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Manual de procedimentos de vigilância em saúde ambiental relacionada à qualidade da água para consumo humano.** Brasília, DF, 2006. (Série A. Textos Básicos de Saúde). 2006.

CASTRO, R. S.; CRUVINEL, V. R. N.; OLIVEIRA, J. L. M. **Correlação entre qualidade da água e ocorrência de diarreia e hepatite A no Distrito Federal/Brasil.** Saúde em Debate, v. 43, p. 8-19, 2020.

CONASS. **Conselho Nacional de Secretários de Saúde.** Disponível em: <https://www.conass.org.br/tocantins/>. Acesso em 13 de abril de 2022.

CONSEMSTO – Conselho de Secretarias Municipais de Saúde do Tocantins. Mapa Regiões Saúde Tocantins. Disponível em: <https://www.rochinhagol.com.br/saiba-a-distancia-que-cada-clube-ira-percorrer-na-1a-fase-do-tocantinense-2018/mapa-regioes-saude-tocantins-cosemsto1/>. Acesso em 21 de junho de 2022.

DE CARVALHO TEIXEIRA, Inara Siqueira et al. Solução alternativa coletiva de abastecimento de água (SAC): **avaliação da qualidade bacteriológica e da cloração.** Revista do Instituto Adolfo Lutz, v. 71, n. 3, p. 514-519, 2012.

DE SOUZA, FRANK PAVAN et al. **Qualidade da água de abastecimento da comunidade tamarindo em Campos dos Goytacazes/RJ.** Exatas & Engenharias, v. 5, n. 11, 2015.

DUARTE, Patrícia Silva Costa; BARATELLA, Ricardo; PAIVA, Alécia Salim. **As doenças de veiculação hídrica: um risco evidente.** ENCONTRO DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO, v. 8, p. 22-24, 2015.

FRANCO, Regina Maura Bueno. **Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública.** Rev Panam Infectol, v. 9, n. 4, p. 36-43, 2007.

LEITE, O. C. **Disponibilidade hídrica nos sistemas hidrográficos dos rios Tocantins e Araguaia no estado do Tocantins**. 2015. Tese de Doutorado. Dissertation, Federal University of Tocantins.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to.html>. Acesso em: 21 jun. 2022.

MERTEN, Gustavo H.; MINELLA, Jean P. **Qualidade da água em bacias hidrográficas rurais: um desafio atual para a sobrevivência futura**. Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável, v. 3, n. 4, p. 33-38, 2002.

MORAIS, Wilker Alves et al. **Qualidade sanitária da água distribuída para abastecimento público em Rio Verde, Goiás, Brasil**. Cadernos Saúde Coletiva, v. 24, p. 361-367, 2016.

NAVARRO, André Luiz Sanchez; PIRANHA, Joseli Maria; PACHECO, Alberto. **Estudo de indicadores da qualidade da água em manancial superficial de abastecimento público**. Revista Ciência em Extensão, v. 3, n. 1, p. 80, 2006.

NEIRA, M. Relatório ONU. CEE - Centro de Estudos Estratégicos da Fiocruz, Antônio Ivo de Carvalho. Fiocruz, Rio de Janeiro, 24 de jun. de 2019. **Disponível em: Cerca de 2,2 bilhões de pessoas não têm água potável no mundo, aponta relatório da ONU | CEE** Fiocruz. Acesso em 15 de jan. de 2022.

RICHTER, Carlos A.; DE AZEVEDO NETTO, José Martiniano. **Tratamento de água: tecnologia atualizada**. Editora Blucher, 1991.

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/vigilanciaambiental/vigiagua/sisagua>. Acesso em: 05 mai. 2022.

SILVA, João Paulo Teixeira; LIMA, Roberval Edson Pinheiro. **ANÁLISE DA EFICIÊNCIA DE HOSPITAIS REGIONAIS EM UM ESTADO DO NORDESTE BRASILEIRO**. In: 12º Congresso Internacional da Rede Unida. 2016. Acesso em: 11 jun. 2022.

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-> Revista de Engenharia e Tecnologia ISSN 2176-7270 V. 13, No. 2, jun./2021 Página 273 [vigiagua%E2%80%A6](#). Acesso em: 05 mai. 2022.