

Artigo científico

## Rede hidrométrica na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia

Hydrometric network in the Tocantins-Araguaia Basin

Sâmyra Silva Lima<sup>1</sup> e Glauber Epifanio Loureiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Graduanda de Engenharia Ambiental e sanitária, Universidade do Estado do Pará- UEPA. E-mail: myra.lima.07533@gmail.com;

<sup>2</sup> Graduado em Engenharia Ambiental pela Universidade do Estado do Pará-UEPA. E-mail: epfania@uepa.br.

**Resumo:** A rede hidrográfica é a base de toda atividade de gestão de recursos hídricos sendo fundamental para desenvolvimento da bacia e conservação dos recursos naturais. O objetivo do presente estudo é analisar a rede de monitoramento quali-quantitativo existente na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia. O levantamento de dados foi realizado no ano de 2018 junto à Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas – ANA, obtidos a partir do seu portal Hidroweb. Através das análises foram identificadas 1254 estações pluviométricas e fluviométricas já instaladas e apenas 895 ativas. Com exceção da sub-bacia 29 todas as outras apresentam dados com mais de 33% no período de séries de 40 anos. A RHTA apresenta uma carência de postos hidrométricos, visto que, possui 2000 km de área por estação, conforme as normas da WMO o limite mínimo é 600-900.

**Palavras-chave:** Chuva, Monitoramento Hidrológico, Vazão.

**Abstract:** The hydrographic network is the basis of all water resource management activities and is fundamental for the development of the basin and the conservation of natural resources. The aim of the present study is to analyze the existing quali-quantitative monitoring network in the Tocantins-Araguaia watershed. The data survey was carried out in 2018 with the Rede Hidrometeorológica Nacional da Agência Nacional de Águas – ANA, obtained from its portal Hidroweb. Through the analysis, 1254 pluviometric and fluviometric stations already installed and only 895 active were identified. With the exception of sub-basin 29, all others present data with more than 33% in the 40-year series period. RHTA has a shortage of hydrometric stations, since it has 2000 km of area per station, according to WMO standards, the minimum limit is 600-900.

**Key words:** Rain, Hydrological Monitoring, Flow.

### 1 INTRODUÇÃO

A pesquisa hidrológica é importante à medida que, tem por objetivo desenvolver projetos relacionados a gestão dos recursos hídricos principalmente em seu uso, intervenção, no planejamento, no manejo, na recuperação, na proteção e conservação deste recurso. A limitação dos recursos hídricos na atualidade é um importante condicionante ao desenvolvimento econômico e social e acarreta inúmeros desafios ao planejamento e gerenciamento deste recurso, (SOUSA et al., 2015).

Tais fatores evidenciam a necessidade de estudos na rede região hidrográfica Tocantins-Araguaia, sendo muito importante pois, com 918,918 km<sup>2</sup> quilômetros quadrados, a área é considerada a maior bacia hidrográfica exclusivamente brasileira, seu potencial energético é um dos mais explorados no país, com destaque para a usina hidrelétrica de Tucuruí, no Estado do Pará.

O Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos tem por finalidade a coleta, o tratamento, o armazenamento e a disseminação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão, devendo ser compatibilizado com o Sistema Nacional de Informação sobre Recursos Hídricos conforme previsto na Lei Federal nº 9.433 de 1997, a qual instituiu a política nacional de recursos hídricos. A coleta de informações da rede é fundamental, visto que, possibilita a execução de instrumentos de gerenciamento e elaboração de plano de recursos hídricos.

A Agência Nacional de Águas – ANA, criada em 17 de julho de 2000, e instituída em 19 de dezembro do mesmo ano, é responsável por armazenar todas as informações do âmbito da Rede Hidrometeorológica Nacional, com os órgãos e entidades públicas e privadas que a integram, ou que dela sejam usuárias, possui o papel de manter e

Aceito para publicação em: 28/06/2021/ Publicado 21/09/2021.

disponibilizar o cadastro atualizado das estações hidrometeorológicas no País, (ANA, 2009).

Os apontamentos corroboram para o fato de que a gestão dos recursos hídricos deve contemplar um conjunto de ações e medidas destinadas a regularizar o uso, o manejo e a proteção dos corpos d'água. Nesse sentido, é válido ressaltar que, para uma gestão eficiente dos recursos hídricos, é necessária a integração de projetos e atividades que visem avaliar e promover a recuperação e a preservação da qualidade e quantidade dos recursos hídricos (AMÉRICO-PINHEIRO et al., 2016).

Para realização de estudos hidrográficos, os dados fluviométricos e pluviométricos são indispensáveis e auxiliam no planejamento dos recursos hídricos, previsão de cheias, gerenciamento de bacias hidrográficas, saneamento básico, abastecimento público e industrial, navegação, irrigação, transporte, meio ambiente e muitos outros estudos de grande importância científica e sócioeconômica (LEAL, 2012; LUERCE et al., 2011).

Desse modo, o objetivo do presente estudo é analisar a rede de monitoramento quali-quantitativo existente na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia, levantar os dados das estações pluviométricas e fluviométricas com existência e disponibilidade de dados de chuva e vazão da rede, identificar as entidades operadoras e responsáveis, para fins de auxiliar no desenvolvimento da região e gestão dos recursos hídricos.

### 1.1 Contextualização

A ocupação na região hidrográfica Tocantins-Araguaia iniciou no final do século XVI, com as primeiras investidas de colonizadores europeus, espanhóis e portugueses, que objetivavam a escravização de indígenas e a obtenção de riquezas minerais (FGV; MMA; ANEEL, 2005).

Com uma população de 7.890.714 habitantes na região, a maior parte concentra-se nas unidades hidrográficas do Tocantins e litoral do Pará. Em torno da área possui 411 Municípios inseridos, total ou parcialmente, no seu território, o nome da rede se dá pela junção do rio Tocantins e Araguaia os principais cursos d'água na região hidrográfica, (MMA, 2006; FALCK et al., 2015).

Localizada no ecótono Amazônia-Cerrado, quase que totalmente no perímetro do conhecido "arco do desmatamento" da Amazônia Legal, zona de fronteira agropecuária e madeireira, que exige enorme esforço de prevenção, controle e combate aos desmatamentos e incêndios (ARRUDA, 2005; IBAMA, 2005; GOMES; BLANCO; PESSOA., 2018).

O clima que prevalece na região hidrográfica Tocantins-Araguaia é tropical, e apresenta dois períodos

climáticos bem definidos o chuvoso, de outubro a abril, com a existência de alguns dias secos entre janeiro e fevereiro, formando o chamado veranico; e o seco, de maio a setembro, com baixa umidade relativa do ar.

A rede se encontra em uma região de diferentes interações entre terra e água, variações regionais nos padrões de qualidade da água, padrões biogeográficos distintos, similaridades e diferenças entre ecossistemas nas diferentes ecorregiões, tornando-se melhor aproximar a ecorregional como uma importante ferramenta para a organização e análise de informações hidrológicas e compreender os custos necessários ao efetivo monitoramento ambiental (USGS, 2005; GOMES, BLANCO, PESSOA., 2018).

Com uma grande disponibilidade de recursos naturais na região hidrográfica, de fato, influência e favorece a visão do homem para exploração, refletidas nas práticas de uso e ocupação do solo, fator que evidencia a necessidade de estudos na rede. A RHTA divide-se em três unidades, sendo elas, Araguaia, Tocantins baixo e Tocantins Alto, limitando-se nos seguintes Estados, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Tocantins e a capital, Brasília.

Dentre os diversos usos do solo da região, destaca-se os projetos de irrigação, mineração, garimpos, os aproveitamentos hidrelétricos, dentre outros. Tais fatores influenciam o aumento da população na área urbana, principalmente devido aos projetos de assentamentos do INCRA, que disputam o espaço destinado às áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, (MMA, 2006; FALCK et al., 2015).

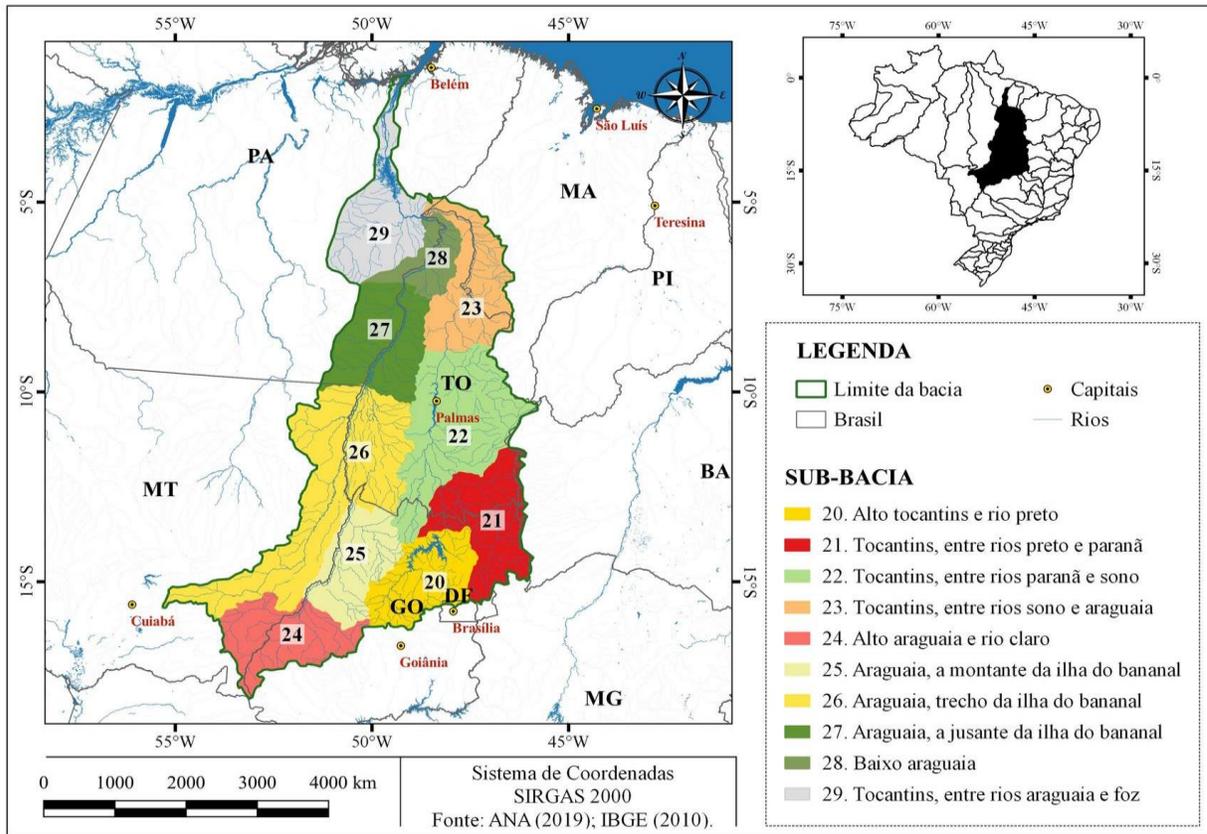
Desse modo, a RHTA é utilizada para usos múltiplos e influência diretamente na economia do país, fato que põe em evidência a necessidade de estudos hidrológicos nessa rede de monitoramento, que se torna indispensável para o crescimento da região e gerenciamento eficiente dos recursos hídricos.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 Área de estudo

Os procedimentos desenvolvidos nesta pesquisa foram aplicados na região hidrográfica Tocantins-Araguaia, com 918,918 km<sup>2</sup> quilômetros quadrados, a região apresenta um clima tropical amazônico, os cursos principais são Tocantins e Araguaia. A rede de monitoramento existente na bacia é constituída por 1.254, mas apenas 895 estações hidrometeorológicas ativas, sendo postos, fluviométricos e pluviométricos. A RHTA constitui-se por 10 subbacias hidrográficas, limitando-se nos seguintes Estados, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Tocantins e a capital, Brasília, conforme mostra a figura 1.

Figura 1. Localização das Subbacias na RHTA.



Fonte: Autor 2020

## 2.2 Levantamento de Dados Hidrométricos

A análise do banco de dados foi realizada no ano de 2018 por meio do software HIDROWEB, uma ferramenta criada pela agência nacional de águas- ANA, para disponibilizar dados a qualquer usuário interessado, todas as Informações presentes sobre a rede hidrográfica Tocantins-Araguaia, estão disponibilizadas em series diárias e mensais das estações pluviométricas e fluviométricas por região.

O auxílio do sistema HIDROWEB se fez, indispensável e fundamental, possibilitando a elaboração e criação dos quadros e gráficos fluviométricos e pluviométricos. Deve-se destacar que a qualidade dos dados hidrológicos é essencial em qualquer estudo, sendo necessário realizar uma análise da qualidade dos dados por meio da identificação prévia dos postos que permite a utilização de dados de postos, (SOUSA et al., 2015).

Desse modo, é evidente que o programa é uma ferramenta integrante do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) e oferece o acesso ao banco de dados que contém todas as informações coletadas pela Rede Hidrometeorológica Nacional (RHN), reunindo dados de níveis fluviais, vazões, chuvas, climatologia, qualidade da água e sedimentos. Neste sentido, é válido ressaltar que, o portal HIDROWEB, é rico em informações hidrológicas e disponibiliza com facilidade dados a qualquer usuário interessado na área.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A região hidrográfica Tocantins-Araguaia RHTA é constituída por 1.254 postos, mas apenas 895 estações hidrometeorológicas ativas em monitoramento, a rede apresenta 718 postos fluviométricos, mas, apenas 452 estão em operação e 536 pluviométricos, no entanto, 443 ativas. Os Estados que pertencem a rede são, Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Tocantins e a capital, Brasília.

Todas as estações presentes na RHTA são administradas por órgãos e entidades responsáveis e operantes para auxiliar a coleta de informações e gestão dos postos. Neste sentido, é necessário a participação da esfera pública e privada na gestão dos recursos hídricos, desta maneira, os órgãos responsáveis e operadores dos postos de monitoramento são peças fundamentais pelo processo de monitoramento, planejamento e conservação da bacia. Além disso, a gestão integrada de recursos hídricos deve ter por base uma abordagem participativa, envolvendo usuários, planejadores e formuladores de políticas em todos os níveis (Silva et al., 2017).

Para que a gestão dos recursos hídricos aconteça em nível federal ou estadual, é necessária a existência de uma rede de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade da água, com distribuição espacial e temporal adequadas, de forma a produzir dados contínuos e confiáveis (PERHI-RJ, 2014). Uma rede de monitoramento hidrológico consolidada

e eficiente pode ser fundamental para a redução de perdas e danos provocados por eventos hidrológicos extremos.

A Política Nacional dos Recursos Hídricos, estabelecida na Lei Federal nº. 9.433 de 1997, é a principal ferramenta para aplicação do programa de gestão das águas no país. Pautada na descentralização e na gestão compartilhada, a política tem como principal objetivo os usos múltiplos da água sendo as decisões políticas referentes aos recursos hídricos tomadas em nível de bacia hidrográfica.

### 3.1 Estações Fluviométricas

Das estações instaladas na RHTA, 718 são fluviométricas, destas, apenas 452 ainda estão ativas e em

operação. O quadro 1 caracteriza a distribuição das estações fluviométricas ativas no território de cada Estado, sendo identificado a área de cada estação por (km<sup>2</sup>) pertencente a região hidrográfica Tocantins-Araguaia, seguindo os critérios de divisão do número de estações pertencentes por Estado pela área total, resultando a área de cada uma delas por Estado.

A RHTA é composta pelos rios principais Tocantins e Araguaia e possui 10 Sub-bacias das quais estão distribuídas na região hidrográfica, diante disso o quadro 2 apresenta os cursos principais e afluentes da RHTA distribuídos por Curso d'Água que constituem toda bacia.

**Quadro 1.** Postos Fluviométricos - Distribuição por Estado.

Estado	Número de Estações em Operação	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Estações por (km <sup>2</sup> )
DF	5	1%	1,837
GO	91	26,8%	2,705
MA	13	3,8%	4,988
MT	61	14,3%	2,154
PA	36	20,8%	5,308
TO	246	34,2%	1,277
<b>TOTAL</b>	<b>452</b>	<b>918,918</b>	<b>2,033</b>

Fonte: Autor 2020

O Estado do Tocantins com 54% apresenta o maior número de estações ativas dentro da região Tocantins-Araguaia. De contrapartida o Estado que apresenta menor número de postos ativos é a capital do país Brasília, com apenas 5 estações ativas, representa 1%.

Dos Estados que compõe a RHTA o Tocantins apresenta a maior área de drenagem cerca de 34,2% dos postos ativos e comporta 246 estações no território. Já a capital do país apresenta menos de 1% de área de drenagem.

Diante das análises é possível identificar que a RHTA possui carência no número de postos de monitoramento em torno da bacia, pois conforme a WMO para uma região tropical o ideal mínimo de área da estação por km<sup>2</sup> é de 600-900, no entanto o cenário que a região se encontra é contrário. Todas os postos se encontram acima de 1200 km<sup>2</sup> por estação, com um total de 2,033 por km<sup>2</sup> das estações fluviométricas.

**Quadro 2.** Postos Ativos - Distribuição por Curso d'Água.

Código	Rios principais (Curso d'Água)	Área (Km <sup>2</sup> )
20	Tocantins, Maranhão, Palmas	56,294
21	Tocantins, Paranã, Palma.	71,680
22	Tocantins, Manuel Alves, Sono.	113,948
23	Tocantins, Manuel Alves grande	70,130
24	Araguaia, Caiapó, Claro	62,191
25	Araguaia, Crixás-açu, Peixe	56,321
26	Araguaia, Mortes, Javaés.	156,142
27	Araguaia, Coco, Pau d'arco.	73,036
28	Araguaia, Muricizal, Lontra	30,609
29	Tocantins, Itacaiúnas	73,810

Fonte: Autor 2020.

Os cursos d'água principais da RHTA são Tocantins e Araguaia se encontram distribuídos em toda bacia, o rio Tocantins na parte alta da bacia, abrangendo os seguintes afluentes, Maranhão, Palmas, Paranã, Palma, Manuel Alves, Sono, Manuel Alves grande e Itacaiúnas. Já Araguaia são

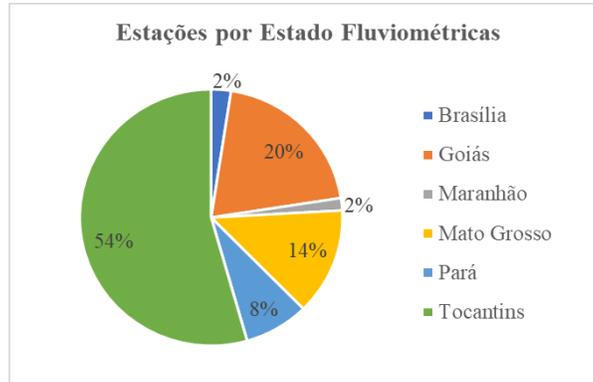
Caiapó, Claro, Crixás-açu, Peixe, Mortes, Javaés, Coco, Pau d'arco, Muricizal e Lontra. Dos cursos d'água acima o Itacaiúnas é mais explorado para uso múltiplos, visto que, está localizado em uma região de indústrias, exploração mineral, agropecuária e comércio madeireiro.

## Rede hidrométrica na bacia hidrográfica Tocantins-Araguaia

A sub-bacia 26 apresenta o maior comprimento de área de Drenagem por Km<sup>2</sup>, diante das demais regiões hidrográficas analisadas e sub-região 29 a menor área de drenagem por km<sup>2</sup> dentro da RHTA. A figura 2 representa a distribuição por Estado das estações fluviométricas localizadas na rede hidrométrica Tocantins-Araguaia, os

resultados apresentaram que o Estado do Tocantins possui o maior número de estações ativas dentro do seu território cerca de 54% em relação a área total da bacia, já o Estado do Maranhão e a Capital Brasília apresentaram 2% das estações fluviométricas ativas, considerado a menor área.

**Figura 2.** Estações por Estado Fluviométricas.

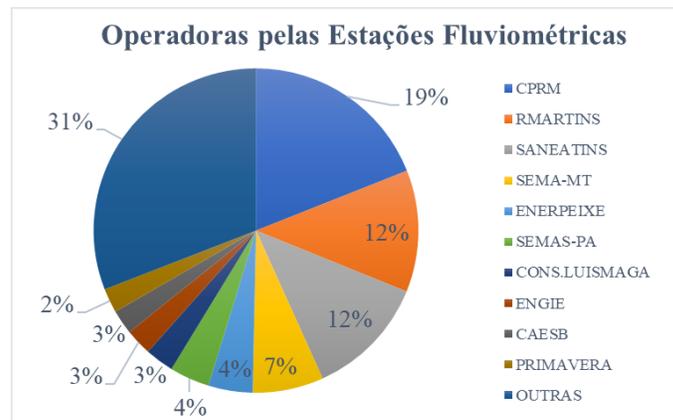


Fonte: Autor 2020.

A administração da rede é realizada por operadores e responsáveis, que enviam os dados coletados para Agência Nacional de Águas-ANA, cabendo há, o papel de processar e interpretar e por seguinte, armazenar no sistema HIDROWEB. As informações coletadas necessárias a cerca da hidrologia é realizada através de redes de estações hidrométricas, cujas séries de dados têm sua importância proporcional à sua extensão temporal (COSTA; FERNANDES, 2015; SILVEIRA, 2010; ANA, 2009; GALINA; VERONA, 2004).

Cada estação possui órgãos públicos e privados dentro da RHTA, diante disso, a figura 3 caracteriza os 10 principais operadores que apresentam o maior número de pontos de monitoramento fluviométricos e outros para os demais. Desse modo, outros operadores apresentaram 31% em relação aos operadores principais, já entre os 10 principais a operadora CPRM apresentou o maior número de postos de monitoramento fluviométricos cerca de 19%, e PRIMAVERA o menor 2% dos postos.

**Figura 3.** Operadoras das estações Fluviométricas.

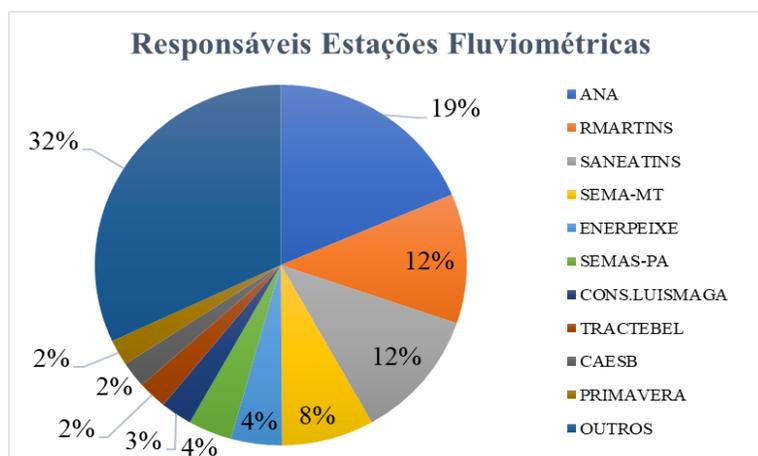


Fonte: Autor 2020.

Assim como os órgãos operadores as estações apresentam entidades responsáveis pelos postos, a figura 4 apresenta os 10 principais e outros responsáveis pelos postos de monitoramento das estações, os resultados identificaram que outras responsáveis representa 32% dos postos, já entre os principais a Agência Nacional de águas-

ANA é o órgão que possui o maior número de postos por sua responsabilidade cerca de 19%, as empresas TRACTEBEL, CAESB e PRIMAVERA apresentaram 2%, entre as 10 principais sendo o menor número de postos de monitoramento.

**Figura 4.** Responsável pelas estações fluviométricas.



Fonte: Autor 2020.

### 3.2 Estações Pluviométricas

Das 536 estações pluviométricas já instaladas na bacia hidrográfica Tocantins- Araguaia 443 ainda se encontram ativas. O quadro 3 apresenta a distribuição das estações

pluviométricas ativas no território de cada Estado, sendo identificado a área de cada estação por km<sup>2</sup> e a área total das estações por km<sup>2</sup>, utilizando a divisão do número de estações pertencentes por estado pela área total, identificando assim a área de cada uma delas.

**Quadro 3.** Postos Pluviométricos - Distribuição por Estado.

Estado	Número de Estações em Operação	Área da Bacia (km <sup>2</sup> )	Estações por (km <sup>2</sup> )
DF	7	2%	2,620
GO	101	24%	2,218
MA	13	3%	2,104
MT	86	19%	2,029
PA	61	13%	1,955
TO	175	39%	2,043
<b>Total</b>	<b>443</b>	<b>918,918</b>	<b>2,074</b>

Fonte: Autor 2020.

Os postos pluviométricos ativos estão distribuídos nos Estados de Goiás, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Tocantins e na capital do País. Desse modo é válido resaltar que, cerca de 39% das estações ativas com disponibilidade de dados se encontram no distribuídas no Estado do Tocantins e 23% no Goiás. A capital comporta o menor número de estações no seu território cerca de 1%.

território cerca de 39% por km<sup>2</sup>, já a Capital do país comporta menos de 1% de área de drenagem localizada na região.

Diante das análises é possível identificar que a RHTA possui uma carência no número de postos de monitoramento pluviométricos, visto que, das estações analisadas nenhuma se adequa a densidade mínima recomendada pela WMO de 600-900 km<sup>2</sup> por estação.

Por apresentar o maior número de estações o Estado do Tocantins representa a maior área de drenagem em seu

**Tabela 1.** Densidade mínima recomendada de estações pluviométricas conforme as unidades fisiográficas.

Características Fisiológica	Limite das normas para uma rede mínima (Km <sup>2</sup> por estação)	Limite das normas admissíveis em circunstâncias difíceis (Km <sup>2</sup> por estação)
Regiões planas de zonas temperadas, mediterrâneas e tropicais.	600-900	900-3.000
Regiões montanhosas de zonas temperadas, mediterrâneas e tropicais	100-250	250-1.000

<b>Pequenas ilhas montanhas com precipitação muito irregular e rede hidrográfica muito densa.</b>	25	-
<b>Zonas áridas e polares</b>	1.500-10.000	-

Fonte: WMO (1994).

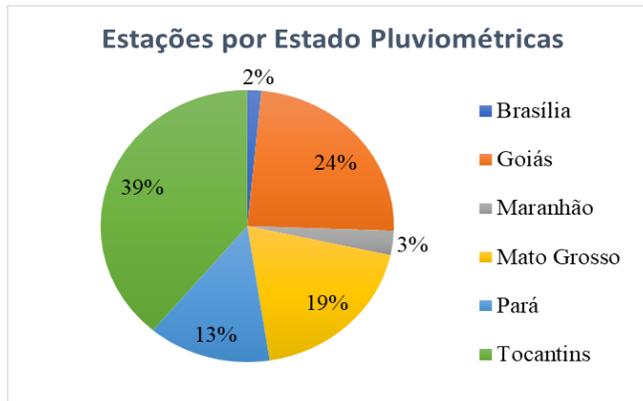
A rede hidrográfica Tocantins-Araguaia apresenta uma carência no número de postos pluviométricos e fluviométricos por km<sup>2</sup>, é possível identificar áreas maiores que 2000 km por estação, um valor acima do estimado pelas normas da WMO que define o mínimo de 600 a 900. Neste sentido, torna-se evidente a implementação de postos na região.

Dos Estados que se encontram na RHTA todos estão fora do padrão estabelecido, apresentando números maiores que o permitido e recomendado pela WMO. Desse modo é válido resaltar que para o crescimento e desenvolvimento da

região é necessário ser implementado novos postos que possam ser eficientes para disponibilizar informações da rede, visto que, RHTA influência diretamente na economia do País.

Na figura 5 as estações pluviométricas estão representadas pelos Estados de Goiás, Mato Grosso, Maranhão, Pará, Tocantins e a capital Brasília, o Estado do Tocantins possui o maior número de estações ativas pluviométricas cerca de 39%, a capital do País possui o menor número de estações dentro do território apenas 2%.

Figura 5. Estações por Estado Pluviométricas.

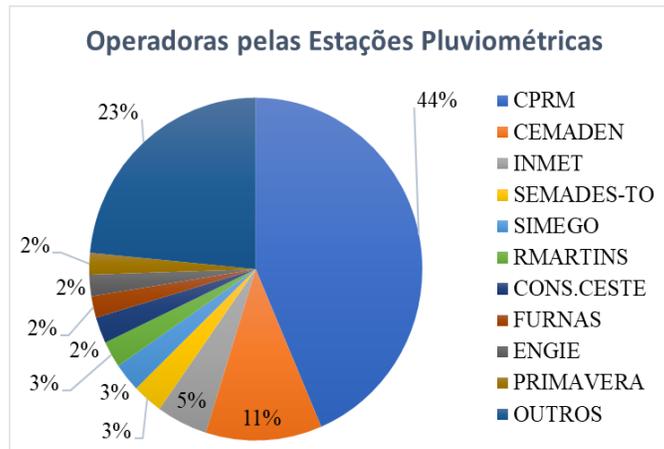


Fonte: Autor 2020.

Para Todos os postos de monitoramento é necessário um órgão ou empresa operadora a figura 6 demonstra os 10 principais operadores de postos pluviométricos, a empresa CPRM opera cerca de 44%, sendo a entidade que mais

possui postos de monitoramento dentro da rede Tocantins-Araguaia, FURNAS, ENGIE, PRIMAVERA e CONS.CESTE, demonstram 2% representam o menor valor apresentado.

Figura 6. Operadores das estações Pluviométricas.



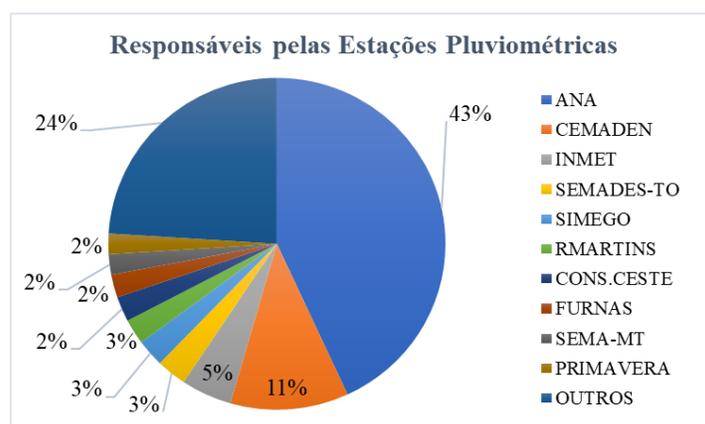
Fonte: Autor 2020.

A figura 7 representa os 10 principais responsáveis pelos postos de monitoramento da rede Tocantins-Araguaia, o órgão ANA é responsável pela maior parte dos postos de

monitoramento pluviométrico cerca de 43%, entre os 10 principais CONS.CESTE, FURNAS, SEMA-MT e

PRIMAVERA apresentam 2%, sendo responsáveis pela menor parte dos postos de monitoramento.

**Figura 7.** Responsáveis das estações Pluviométricas.



Fonte: Autor 2020.

É evidente que o número de postos desativados é relevante, visto que, de 1254 apenas 895 estão em operação, essas informações demonstram que a uma preocupação em relação ao monitoramento da bacia, pois, a mesma é a maior rede hidrográfica totalmente brasileira e abastece energia e recursos a várias regiões do país, sendo um dos principais colaboradores para o crescimento da economia, além disso, o abastecimento de informações da rede é indispensável para projetos na área da Engenharia e gestão dos recursos hídricos.

O gerenciamento e planejamento de bacias é muito importante na elaboração de planos de recursos hídricos, neste sentido, a pesquisa aponta que é necessário a implementação de mais postos de monitoramento que sejam ativos, com o objetivo de auxiliar na administração do recurso e avaliar as estações pluviométricas e fluviométricas

para analisar os aspectos de qualidade e quantidade dos cursos d'água.

### 3.3 Distribuição da RHTA por sub-bacia

Das estações pluviométricas presentes na RHTA apenas 177 demonstram o um período mínimo de 30 anos de dados conforme (WMO, 1984), a sub-bacia 29, 21 e 23 com menos de 35% e em melhor condição a sub-bacia 25 com 73%.

O pior cenário encontra-se nas estações fluviométricas nas sub-bacias 29 e 22 com apenas 12% e 14%, respectivamente das estações com dados de vazão (m<sup>3</sup>/s) ou Cota (m). Foi possível constatar que a sub-bacia 25 apresenta 78% das estações com dados fluviométricos no período mínimo de 30 anos, conforme demonstra o quadro 4.

**Quadro 4.** Quantitativo da rede hidrométrica na região hidrográfica Tocantins Araguaia.

Subbacia	Pluviométrica			Fluviométrica		
	Total	Ativa	Mín. 30 anos	Total	Ativa	Mín. 30 anos (Vazão/Cota)
<b>20 - Rio Tocantins, Maranhão, Palmas.</b>	68	51	22	79	40	7 / 4
<b>21 - Rio Tocantins, Paranã, Palma.</b>	79	66	22	137	81	13 / 12
<b>22 - Rio Tocantins, Manuel Alves, Sono.</b>	76	63	22	141	103	14 / 14
<b>23 - Rio Tocantins, Manuel Alves Grande.</b>	55	40	18	50	31	9 / 9
<b>24 - Rio Araguaia, Caiapó, Claro.</b>	62	52	24	83	52	11 / 12
<b>25 - Rio Araguaia, Crixás-Açu, Peixe.</b>	22	22	16	19	9	7 / 7
<b>26 - Rio Araguaia, Mortes, Javaés.</b>	65	58	25	83	61	7 / 7
<b>27 - Rio Araguaia, Coco, Pau D'Arco.</b>	25	22	12	28	17	3 / 7
<b>28- Rio Araguaia, Muricizal, Lontra.</b>	25	22	8	32	25	2 / 4
<b>26 - Rio Tocantins,</b>	59	47	8	59	33	4 / 4

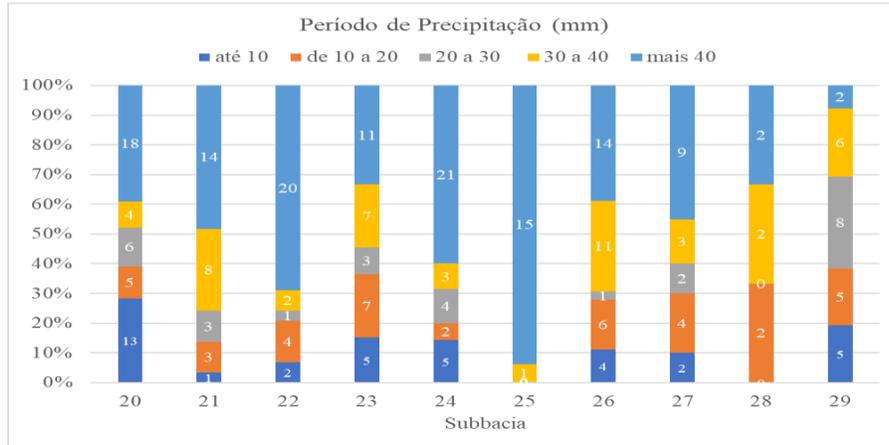
**Itacaiúnas.**

Fonte: Autor 2020.

Apesar de poucas estações ativas na RHTA a figura 8 identifica que, com exceção da sub-bacia 29 todas as outras apresentam dados com mais de 33% no período de séries de 40 anos. Dados entre 30 e 40 anos apresentam percentual entre 8 e 30%. Já os que se encontram em menos de 10 anos

variam entre 7 e 30%. Das estações analisadas a sub-bacia 24 apresenta o maior período de dados em séries, de contrapartida a sub-bacia 29 possui apenas 2 estações com informações acima de 40 anos.

**Figura 8.** Período de dados de precipitação disponíveis em Brasil (2018).



Fonte: Autor 2020.

Apesar de poucas estações ativas de vazão (m³/s), a figura 9 evidências que das estações existentes na RHTA as sub-bacias 22 e 24 possuem o maior número de postos com informações contínuas com mais de 40 anos, já a sub-bacia 27 apresenta apenas 1 estação dentro do período de 40 anos.

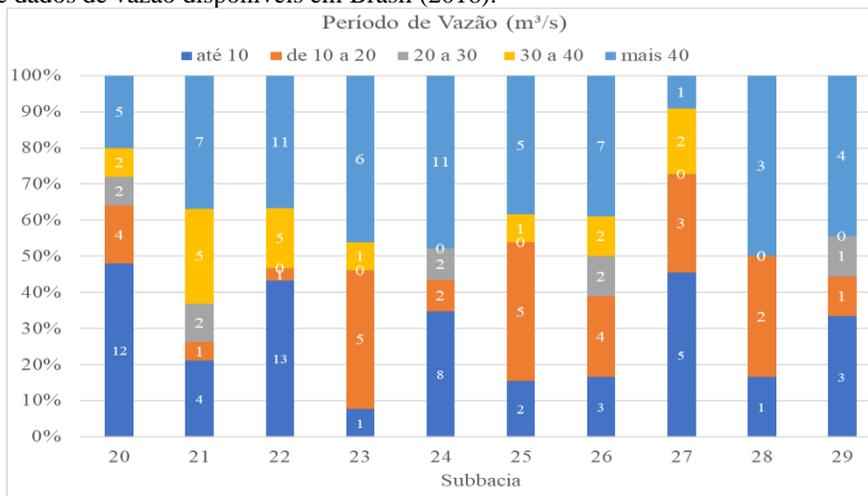
que, a falta de informações das estações na RHTA é um problema para elaboração de um excelente banco de dados da rede, e conseqüentemente afeta a gestão dos recursos hídricos na região.

Desse modo, os dados disponíveis apontam entre 20% a 50% da série histórica encontram-se em mais de 40 anos. Por conseguinte, dados até 10 anos entre 7% e 45% com estações mais recentes.

As estações se encontram com pouca disponibilidade de períodos contínuos de séries históricas, fato esse que dificulta a construções de estudos hídricos nessa região hidrográfica, de maneira que para elaboração do banco de dados é necessário que a rede possa enviar informações para ANA, que disponibiliza a qualquer usuário de interesse.

É válido ressaltar que o número de postos desativados influência diretamente nos resultados das análises, visto

**Figura 9.** Período de dados de vazão disponíveis em Brasil (2018).



Fonte: Autor 2020.

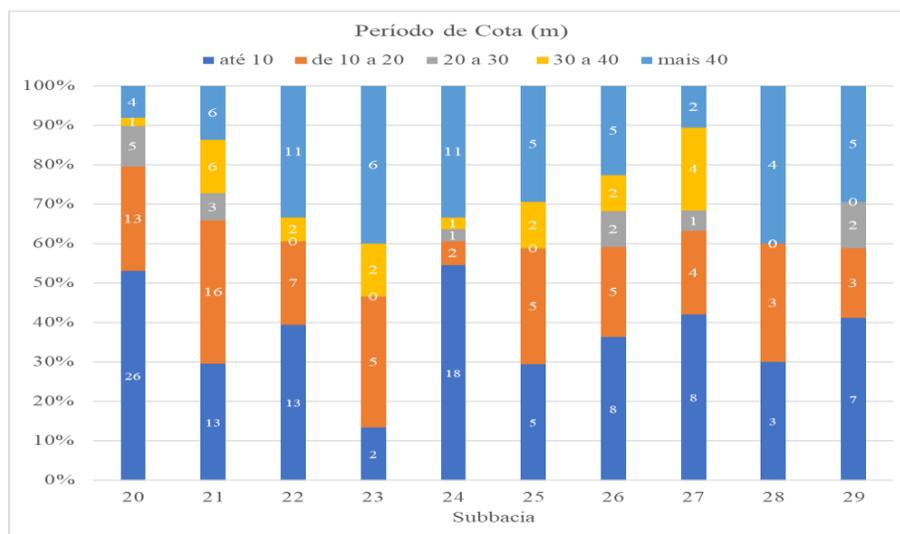
Na figura 10 os dados são mais expressivos para períodos de até 10 anos entre 13% a 55%. Por conseguinte, para períodos de 10 a 20 anos com 6% a 37%. O que

demonstra que os dados de cota são predominantemente mais recentes que dados de vazão.

Das estações de cotas analisadas dentro da RHTA a sub-bacia 22 e 24 apresentam os maiores valores de postos com período de mais de 40 com dados de séries contínuas de informações, já a sub-bacia 27 demonstra o menor número de estações em operação e com disponibilidade de mais de 40 anos.

Desse modo é válido resaltar que, os resultados de cotas foram melhores que os de vazão em relação ao período de até 10 anos de dados contínuos, visto que as informações possuem maior atualização nesse período. Embora os dados de cotas tenham apresentado um melhor desempenho até 10 anos, as estações de vazão possuem um maior período de dados contínuos para mais de 40 anos.

**Figura 10.** Período de dados de Cota disponíveis em Brasil (2018).



Fonte: Autor 2020.

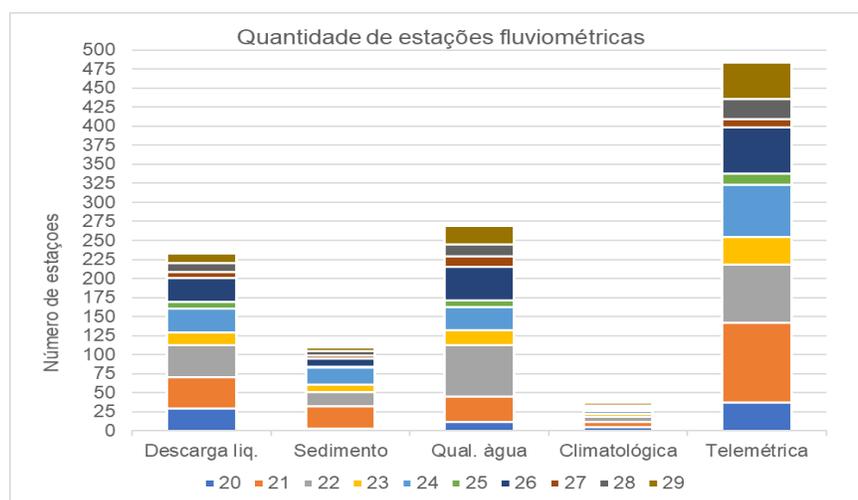
A figura 11 demonstra grande investimento na instalação de mais de 475 estações telemétricas para monitoramento da rede em especial a sub-bacia 21. No entanto, poucas estações climatológicas, ficando a critério a instalação de outros órgãos Federais como Instituto de Meteorologia INMET e órgão estaduais de monitoramento como Secretarias de Meio ambiente.

Destaca-se o avanço no monitoramento da descarga líquida pela medição da seção do rio principal e dos

afluentes de importância no uso múltiplo de recurso hídrico como abastecimento de água, hidroeletricidade e navegação.

Como forma de monitorar os usos múltiplos, a Agência Nacional de Águas - ANA tem avançado de modo discreto na qualidade dos corpos d'água com menos de 275 estações fluviométricas. As estações de sedimentos são mais indicadas para monitoramento das atividades de navegação e hidroeletricidade. Desse modo, o aumento é em virtude dos projetos de engenharia de acúmulo de água para as atividades econômicas.

**Figura 11.** Período de dados de Cota disponíveis em Brasil (2018).



Fonte: Autor 2020.

### 3.4 Características das sub-bacias

A região hidrográfica Tocantins-araguaia RHTA com base na divisão cartográfica elaborada pelo DNAEE/ANEEL apresenta cerca de 918,918 km<sup>2</sup> abrangendo os estados de Goiás, Tocantins, Pará, Maranhão, Mato Grosso e Distrito Federal. Grande parte

situa-se na região Centro-Oeste, desde as nascentes dos rios principais Araguaia e Tocantins até a sua confluência, para adentra na região Norte até a sua foz (ANA, 2007). Do ponto de vista do planejamento, a RHTA conforme DNAEE/ANEEL apresenta 10 sub-bacias quadro 5 e localização figura 1.

**Quadro 5.** Características gerais das Sub-bacias da RHTA conforme DNAEE/ANEEL.

Sub-bacias			
Código	Rios principais	Principais Cidades	Área (Km <sup>2</sup> )
20	Tocantins, Maranhão, Palmas	Niquelândia, Uruaçu, Goianésia	56.294
21	Tocantins, Paranã, Palma.	Minaçu, Posse	71.680
22	Tocantins, Manuel Alves, Sono.	Palmas, Porto Nacional, Gurupi	113.948
23	Tocantins, Manuel Alves grande	Estreito, Imperatriz, Rondon do Pará	70.130
24	Araguaia, Caiapó, Claro	Barra do Garças, Alto Araguaia	62.191
25	Araguaia, Crixás-açu, Peixe	Goiás	56.321
26	Araguaia, Mortes, Javaés.	São Felix do Araguaia, Luis Alves	156.142
27	Araguaia, Coco, Pau d'arco.	Santana do Araguaia e Conceição do Araguaia	73.036
28	Araguaia, Muricizal, Lontra	Xinguara e Araguaína	30.609
29	Tocantins, Itacaiúnas	Marabá, Novo Repartimento, Tucuruí	73.810

Fonte: Autor 2020.

As sub-bacias que constituem a região hidrográfica Tocantins-Araguaia, apresentam algumas características como um clima tropical, prevalece o bioma Cerrado na região centro-sul, enquanto ao norte e noroeste, domina o Bioma Amazônia. Destaca-se na gestão de recursos hídricos pelo potencial de fronteira agrícola, energética, navegação, turismo e melhoria no saneamento.

O clima tropical, com temperatura média anual de 26 °C, apresentando dois períodos climáticos bem definidos: o chuvoso (outubro a abril), que corresponde a aproximadamente mais de 90% da precipitação, com existência de alguns dias secos entre janeiro e fevereiro (veranico); e o seco (maio a setembro), com baixa umidade relativa (BRASIL, 2006).

As sub-regiões são divididas por curso principal, ou seja, pelo rio Araguaia e Tocantins, o rio Tocantins nasce no estado de Goiás e alcançar o rio Araguaia, onde deságua. No rio Tocantins, a época de cheia estende-se de outubro a abril, com pico em fevereiro, no curso superior, e em março, nos cursos médio e inferior, seu principal afluente, o Araguaia, apresenta cheias mais pronunciadas, que ocorrem com um mês de defasagem em relação ao Tocantins e o período de estiagem é bem definido, com vazões mínimas em junho e julho, (ANA,2008).

Dentro das sub-regiões são desenvolvidas atividades de usos múltiplos que geram economia para o país, no entanto, dentre elas se encontram as atividade de mineração que é responsável pela grande crescente poluição dos rios e a agropecuária que tem provocado a multiplicação de desmatamento com intuito de ampliar as áreas propícias para desenvolver a agricultura e a pecuária.

Das sub-bacias que compõe a região hidrográfica RHTA, as principais cidades que perpassa em torno da bacia são Marabá, Novo Repartimento, Tucuruí banhadas pelo rio Tocantins no Estado do Pará, São Felix do Araguaia no Estado do Mato Grosso, Luis Alves no Goiás,

banhadas pelo rio Araguaia e Palmas, Porto Nacional, Gurupi, no Estado do Tocantins, banhadas pelo rio Tocantins.

É valido resaltar que, dos municípios banhados pela rede, a cidade de Marabá na sub-bacia 29 no rio Itacaiúnas, ganha destaque pelos seus usos múltiplos dentro da sub-região, por esta localizada na região do sudeste paraense com grande influência da extração mineral e agropecuária.

As sub-bacias 22,26 e 29 apresentam a maior área de drenagem dentro da RHTA, respectivamente, 16%,21% e 13%, que comporta de área cada uma dessas sub-regiões hidrográficas. Em termos de menores áreas de drenagem as sub-bacias 20,25 e 28, apresentam os menores valores de comprimento por km<sup>2</sup>, demonstram, 6%, 6,2% e 3,5 % na RHTA.

A RHTA necessita de cada umas das sub-bacias que o compõe a região, desse modo é muito importante estudar cada uma delas, para auxiliar em uma melhor gestão e administração da rede. Neste sentido, torna-se fundamental um monitoramento e acompanhamento da rede, visto que, é utilizada para atividades de usos múltiplos, sendo considerada a maior exclusivamente brasileira, contribui com a economia do país, além disso, a rede possui um alto potencial energético e abastece grande parte da população.

### 4 CONCLUSÕES

Diante das análises, identificou-se que o Estado do Tocantins comporta o maior número de estações fluviométricas e pluviométricas, respectivamente cerca de 38% e 39% e maior área de drenagem considerando 40% e 32%. Já a capital do país apresenta o menor número de postos e área de drenagem em seu território cerca de 1% e 1%.

Constatou-se que a Agência Nacional de Águas-ANA é responsável pelo maior número de postos da RHTA cerca 43% das estações que se encontram em operação e CPRM é

a entidade operadora por 44% das estações que pertence a rede.

Das estações analisadas dentro da rede hidrográfica Tocantins-Araguaia identificou-se uma carência no número de postos pluviométricos e pluviométricos e área de drenagem por km<sup>2</sup>, áreas maiores que 2000 km<sup>2</sup> por estação, um valor acima do estimado pelas normas da WMO que define o mínimo de 600-900.

A rede possui 177 estações com o mínimo de 30 anos de dados conforme (WMO, 1984), sendo a sub-bacia 29, 21 e 23 com menos de 35% e em melhor condição a sub-bacia 25 com 73%. Mas, o pior cenário encontra-se nas estações pluviométricas nas sub-bacias 29 e 22 com apenas 12% e 14%, com um grande número de postos desativados os dados disponíveis apontam entre 20% a 50% da série histórica encontram-se em mais de 40 anos, no entanto é válido resaltar que, esse fator influência diretamente nos resultados das análises.

Desse modo, a região necessita de mais postos de monitoramento e reativação dos que já foram instalados na bacia, tendo em vista que a disponibilidade de dados em abundância através do monitoramento contínuo auxilia no desenvolvimento em projetos de Engenharia, avanço econômico e na gestão dos recursos hídricos, por se tratar de uma área considerada fronteira econômica do país.

## REFERÊNCIAS

ANA, Agência Nacional de Águas. **Plano Estratégico de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Tocantins e Araguaia**. 2007. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/todos-os-documentos-do-portal/documentos-spr/planos-de-bacia/planos-de-bacia>>. Acesso em: 25 jul. 2020.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Relatório Síntese: Plano Estratégico da Bacia Hidrográfica dos rios Tocantins e Araguaia**. Brasília: ANA, 204. 2008.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Inventário das Estações Fluviométricas**. 2º Edição. Brasília, DF – Brasil. 2009.

ANA, Agência Nacional de Águas. **Orientações para operação de estações hidrométricas**. Brasília: ANA, SGH, 2012. 52 p. Disponível em: <<https://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/OrientacoesParaOperacaoDeEstacoesHidrometricas-VersaoJun12.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2020.

AMÉRICO-PINHEIRO, J.H.P.; Mirante M.H. P.; BENINI, S.M. Gestão e qualidade dos recursos hídricos: conceitos e experiências em bacias hidrográficas. **Editora ANAP**, Tupã-SP, 95 p. 2016.

ANEEL, Agência Nacional de Energia Elétrica. **Banco de Informações de Geração** – BIG, 2005. Disponível em:

<<http://www2.aneel.gov.br/arquivos/pdf/atlas3ed.pdf>>. Acesso em: 08 jul. 2020.

ARRUDA, M.B. Representatividade ecológica com base na biogeografia de biomas e ecorregiões continentais do Brasil o caso do bioma cerrado. 2005. 178 f. Tese (Doutorado em Ecologia) – **Departamento de Ecologia**, Universidade de Brasília, Brasília. 2005.

AVILA, M. W. et al., Implantação de redes hidrológicas em bacias com conflitos quanto ao uso de recursos hídricos (Estudo de caso: Bacia Hidrográfica do Rio São João: Estado do Rio de Janeiro), **Anais XX Simpósio Nacional de Recursos Hídricos** – ABRH, 2013.

BRASIL. Política Nacional de Recursos Hídricos. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Recursos Hídricos. Diário Oficial [da República Federativa do Brasil], Brasília. 1997.

BRASIL. **Caderno Regional da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**. Brasília – DF: Secretaria de Recursos Hídricos, Agência Nacional de Águas, p.178. 2006,

BRASIL. Agência Nacional de Águas. Hidroweb. **Sistema de informações hidrológicas**. 2018. Disponível em: <[www.ana.gov.br](http://www.ana.gov.br)>. Acesso em: 05 jul. 2020.

COSTA, K.T.; FERNANDES, W.S. Avaliação do tipo de distribuição de probabilidade das vazões máximas diárias anuais do Brasil. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 20, n. 02, p.442-451, 2015.

ELESBON, A.A.A. et al., Proposta Metodológica para Projeto de Redes Hidrométricas: Parte1-Espacialização não tendenciosa dos dados hidrológicos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p.980-985, Campina Grande, 2014.

FALCK, A.S. et al., Propagation of satellite precipitation uncertainties through a distributed hydrologic model: A case study in the Tocantins-Araguaia basin in Brazil. **Journal of Hydrology**. p.943-957. 2015. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2015.05.042>

FGV – Fundação Getúlio Vargas; MMA – Ministério do Meio Ambiente; ANEEL – Agência Nacional de Energia Elétrica. **Plano Nacional de Recursos Hídricos – Bacia do Tocantins**. 1998. Disponível em: <[https://www.mma.gov.br/estruturas/161/\\_publicacao/161\\_publicacao02032011035943.pdf](https://www.mma.gov.br/estruturas/161/_publicacao/161_publicacao02032011035943.pdf)>. Acesso em: 08 jul. 2020.

GALINA, M.H.; VERONA, J.A. Fontes de Observações Meteorológicas no Estado de São Paulo. **Revista Estudos Geográficos**, v. 2, n.1. p.107-118, Rio Claro, 2004.

- GOMES, P.E; BLANCO, C.J.C; PESSOA, F.C.L. Identification of homogeneous precipitation regions via Fuzzyc-means in the hydrographic region of Tocantins–Araguaia of Brazilian Amazonia. **Applied Water Science**. p.9-6. 2019.DOI:https://doi.org/10.1007/s13201-018-0884-6. p.43-60, 2008. DOI: <http://www.revistas.usp.br/eav/article/view/10292>
- IBIAPINA, A. V. et al. **Evolução da hidrometria no Brasil**. In: FREITAS, M.A.V. (Org). O estado das águas no Brasil. Brasília, DF: ANEEL, SIH; MMA, SRH; MME, 1999.
- LEAL, A.C. Planejamento Ambiental de Bacias Hidrográficas como Instrumento para o Gerenciamento de Recursos Hídricos. **Revista da Universidade Federal de Grande Dourados**, v. 3, n.6, Dourados, 2012.
- LUERCE, T.D.; OLIVEIRA, G.G.; GUASSELLI, L.A. Análise da distribuição espacial e temporal das chuvas aplicada ao estudo de cheias na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. **Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**. Curitiba, 2011.
- MMA, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos – MMA/SRH. **Ecorregiões Aquáticas do Brasil**, 2006. Pol. A; Souza, R.C.R. org. MMA/SRH, Brasília, DF. CD ROOM, 2006.
- PERHI-RJ. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro**. Fundação COPPETEC, Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente. Rio de Janeiro.2014.
- PORTO, M; PORTO, R. Gestão de bacias hidrográficas. **Revista Estudos Avançados**. vol. 22, n.63, p.10. 2017.
- SILVA, M.B.; HERREROS, M.M.A.G.; Borges, F.Q. Gestão Integrada dos Recursos Hídricos como Política de Gerenciamento de Águas no Brasil. **Revista de Administração da Universidade Federal de Santa Maria**, p.10. 2017.
- SILVEIRA, J.F. DUTRA, T.O.; PRIEBE, P. S.; SANTOS, W.C.; MILECH, R.N.; LAGOS, M.A.; REICHOW, C.; TAVARES, V.E. Q.; COLLARES, G. L.; MILANI, I. C. B.; NEBEL, A. L. C.; SUZUKI, L.E.A.S. Sistematização de Informações sobre Dados Hidrométricos do Complexo Lagunar Mirim-Patos Mangueira. **Anais III Congresso Brasileiro de Oceanografia**. Rio Grande do Sul, 2010.
- SOUSA, K, S. DANTAS, I.A.M. SÁ, G.B. ANDRADE, A.B.A. MARACAJÁ, P.B. Levantamento da disponibilidade de dados hidrométricos na Paraíba. **Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável**. v. 10, n.2, p. 139 - 144, Campina grande,2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.18378/rvads.v10i2.3553>.
- TUCCI, C. E. M. Regionalização de Vazões. 1 ed. Rio Grande do Sul: **Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul**, 2002. 256 p.
- USGS (U. S. Geological Survey). Ecoregions, reference conditions, and index calibration. **United States Geological Service**. 2005.
- WMO. **Guia de Practicas Hidrológicas**. V1, Aquisicion y Proceso de Datos, 4º edición, Nº 168, Genebra – Suíça, V.1, p. 3-20. 1984.