



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Kayo Henrique Moreno Vanderlei

## ESTUDO DE EFICIÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Palmas - TO  
2018



# **CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

*Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 1.162, de 13/10/16, D.O.U nº 198, de 14/10/2016*  
ASSOCIAÇÃO EDUCACIONAL LUTERANA DO BRASIL

Kayo Henrique Moreno Vanderlei

## **ESTUDO DE EFICIÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)II, elaborado e apresentado com requisito parcial para obtenção do título de bacharel em Engenharia Civil pelo Centro Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira.

Palmas - TO  
2018

Kayo Henrique Moreno Vanderlei

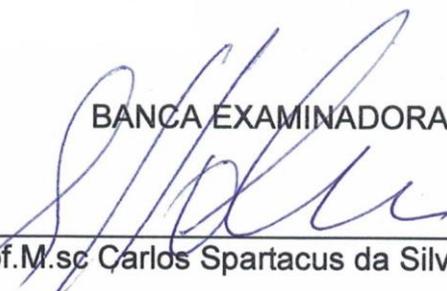
ESTUDO DE EFICIÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE  
ABASTECIMENTO DE ÁGUA

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)II,  
elaborado e apresentado com requisito  
parcial para obtenção do título de  
bacharel em Engenharia Civil pelo Centro  
Luterano de Palmas (CEULP/ULBRA).

Orientador: Prof. Msc. Carlos Spartacus  
da Silva Oliveira.

Aprovado em: 06 / 11 / 2018

BANCA EXAMINADORA

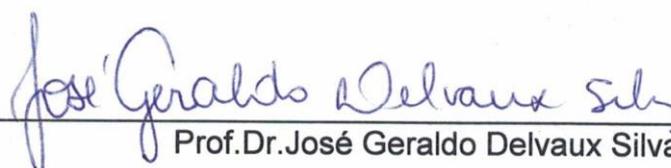


---

Prof.M.sc Carlos Spartacus da Silva Oliveira

Orientador

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Prof.Dr.José Geraldo Delvaux Silva

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP



---

Profª. Dra. Michele Ribeiro Ramos

Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP

Palmas - TO  
2018

Dedico este trabalho aos meus queridos professores que nesta caminhada teve paciência e perseverança, a minha esposa que nunca me desanimou, minha filha que é minha dose de motivação diária e em especial ao grande homem que é meu pai, pela persistência e minha mãe, mulher guerreira que nas horas de maior tensão me ajudou a manter a calma e ter perseverança.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao meu orientador que de todas as formas, indireto e diretamente se dedicaram em prol deste trabalho, aos meus colegas de trabalho que sempre me apoiaram nesta caminhada e minha família que nas noites intermináveis de estudo sempre estavam ao meu lado me apoiando.

“A história da humanidade mostra que o avanço da hidrologia resulta do avanço das obras relacionadas aos recursos hídricos. Também, o avanço das obras resulta do avanço da hidrologia. Assim, a ciência e a tecnologia relacionadas aos recursos hídricos vêm interagindo entre si e se desenvolvendo.” Kobiyama, 2008.

## RESUMO

VANDERLEI, Kayo Henrique Moreno. ESTUDO DE EFICIÊNCIA DO GERENCIAMENTO DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA. 2018. 50 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel) – Curso de Engenharia Civil, Centro Luterano de Palmas/TO, 2018.

O presente trabalho discute as formas e modelos de gestão de recursos hídricos destinados ao consumo humano nos Municípios de Pedro Afonso – TO, Miracema do Tocantins – TO e Tocantínia – TO. Tendo em vista que os processos de coleta, tratamento, reservação e distribuição de água se tornaram monótonos. A abrangência de dados se refere no intuito de entender o funcionamento lógico de cada modelo de prestação de serviço que é o fornecimento de água tratada. Notamos que de passos rápidos a população se multiplica, no oposto disso, a quantidade de água doce distribuída no nosso planeta entra nos seus maiores níveis de escassez gerando uma preocupação em vista das gerações futuras. Neste trabalho consta um trecho reservado aos possíveis cuidados que cada empresa, seja ela pública ou privada, se compromete em garantir a forma de manutenção das vidas futuras conservando esse bem tão precioso que é a água.

O modelo de gestão de recurso hídrico presentes nesta monografia representa nada mais que um comparativo de serviço prestado aos seus consumidores, abrange a forma que se capta a água, seu tratamento, sua armazenagem, sua distribuição, seu custo efetivo, suas deficiências nas possíveis perdas e as formas de controle de crescimento.

Palavra chave: Gestão, Recurso Hídrico, Abastecimento

## ABSTRACT

VANDERLEI, Kayo Henrique Moreno. EFFICIENCY STUDY OF WATER SUPPLY MANAGEMENT. 2018. 50 f. Course Completion Work (Bachelor) - Civil Engineering Course, Lutheran Center of Palmas / TO, 2018.

The present work discusses the forms and models of water resources management destined to human consumption in the Municipalities of Pedro Afonso - TO, Miracema do Tocantins - TO and Tocantínia - TO. Considering that the processes of collection, treatment, reservation and distribution of water have become monotonous. The scope of data refers in order to understand the logical functioning of each model of service provision that is the supply of treated water. We note that with rapid steps the population multiplies, on the contrary, the amount of fresh water distributed on our planet enters its greatest levels of scarcity, generating a concern for future generations. In this work there is a section reserved for the possible care that each company, whether public or private, undertakes to guarantee the way of maintaining future lives by conserving this precious asset that is water.

The water resource management model presented in this monography represents nothing more than a comparison of the service provided to its consumers, it covers the way water is captured, its treatment, its storage, its distribution, its effective cost, its deficiencies in possible losses and forms of growth control.

Key words: Management, Water Resources, Supply

## **LISTA DE TABELAS E QUADROS**

Quadro 1 – Múltiplos usos da água por região do planeta (Km <sup>3</sup> ).....	5
Quadro 2 – Distribuição do suprimento renovável de água por região do planeta....	6
Quadro 3 – Taxa de crescimento populacional de Pedro Afonso, Tocantínia e Miracema do Tocantins.....	12
Quadro 4 - Dados de abastecimento do Município de Pedro Afonso.....	16
Quadro 5 - Dados de abastecimento do Município de Tocantínia.....	22
Tabela 1 – Quantidade de água e seus tempos de circulação.....	7

## LISTA DE FIGURAS

Figura 01 - Sistema de Abastecimento de Água, com captação em curso de Água.....	8
Figura 02 - Lago da Barragem de Descoberto em Brasília, DF.....	9
Figura 03 - Malha de Distribuição de Água, (Circuito Aberto).....	11
Figura 04 - Malha de Distribuição de Água, (Circuito Fechado) .....	11
Figura 05 – Balsa de captação de água de Pedro Afonso.....	19
Figura 06 – Reservatórios apoiado da cidade de Pedro Afonso.....	20
Figura 07 – Reservatório elevado da cidade de Tocantínia.....	24

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 01- Quantidade de ligações ativas em Pedro Afonso.....	18
Gráfico 02- Taxa de perda anual da cidade de Pedro Afonso.....	21
Gráfico 03- Quantidade de ligações ativas em Tocantínia.....	23
Gráfico 04- Taxa de perda anual da cidade de Tocantínia.....	25
Gráfico 05- Taxa de distribuição de água anual entre os Municípios.....	26
Gráfico 06- Taxa de consumo elétrico por habitantes atendidos entre 2013 a 2017.....	27
Gráfico 07- Taxa de perdas anuais entre os anos de 2013 a 2017.....	27

## **SIMBOLOS E ABREVIATURAS**

ATS – Agência Tocantinense de Saneamento

DF – Distrito Federal

ETA – Estação de Tratamento de Água

NBR – Norma Brasileira de Regulação

SISAPA – Sistema de Saneamento de Pedro Afonso

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento

# SUMÁRIO

1.0 INTRODUÇÃO.....	1
1.1 OBJETIVO.....	2
1.1.1 Objetivo Geral.....	2
1.1.2 Objetivo Específico.....	2
1.2 Justificativa.....	3
2.0 Referencial Teórico.....	4
2.1 Volume de água.....	5
2.2 Consumo Consciente.....	6
2.3 Bacia Hidrográfica.....	7
2.4 Sistema de Abastecimento.....	8
2.5 Cia de Abastecimento.....	12
3.0 Metodologia.....	14
3.1 Abastecimento.....	14
3.2 Captação.....	14
3.3 Reservação.....	14
3.4 Malha de Distribuição.....	14
3.5 Controle de Perdas Na distribuição.....	14
3.6 Formas de Conscientização.....	15
3.7 Consumo de energia elétrica do sistema.....	15
4.0 Desenvolvimento.....	16
4.1 Modelo Municipal.....	16
4.1.1 Abastecimento.....	17

4.1.2	Captação.....	18
3.1.3	Reservação.....	19
3.1.4	Malha de distribuição.....	20
3.1.5	Controle de perdas.....	20
3.1.6	Forma de Conscientização.....	21
4.2	Modelo Estadual.....	21
4.2.1	Abastecimento.....	22
4.2.2	Captação.....	23
3.2.3	Reservação.....	23
3.2.4	Malha de distribuição.....	24
3.2.5	Controle de perdas.....	24
3.2.6	Forma de Conscientização.....	25
4.3	Modelo Privado.....	25
4.4	Comparativo.....	26
5.0	Conclusão.....	29
6.0	Referências.....	30
7.0	Anexos.....	31

# 1. INTRODUÇÃO

Na situação hídrica vivida em nosso país, passamos por inúmeros momentos de escassez de água potável; nesse sentido, vale ressaltar que de todo montante disponível em nosso planeta, apenas aproximadamente 0,32% está disponível em rios, lagos e bacias subterrâneas, (FREITAS, 2018).

A água é uma substância de suma importância para todos os seres vivos, pois, dela depende a maioria dos processos físicos, químicos e biológicos nos ecossistemas e que ao longo do tempo muitos achavam que era inesgotável. Logo, o tema abastecimento foi deixado no esquecimento quando se trata da viabilidade de seu uso. Contudo, tem-se observado em alguns lugares do Brasil, o aumento da escassez de água. Crescendo então a necessidade de estudos que realmente estejam preocupados em resolver este grave problema, que ameaça o bem estar da humanidade.

O tema de gestão dos recursos hídricos é bem favorável, pois no âmbito do crescimento populacional faz questão de estudar os modelos de distribuição de água no intuito de garantir melhor eficiência e qualidade aos consumidores. Água é um bem de grande importância, pois sem a mesma, a produção agrícola, a indústria e o consumo humano se tornam cada vez mais prejudicado.

Neste trabalho será feito um estudo comparativo da gestão de abastecimento de água de três cidades do Estado do Tocantins. Sendo elas: Pedro Afonso, Tocantínia - Tocantins e Miracema do Tocantins. Os estudos da pesquisa serão analisados a partir dos dados coletados da SISAPA (Sistema de Saneamento de Pedro Afonso), da ATS (Agência Tocantinense de Saneamento) para a cidade de Tocantínia e da empresa BRK Ambiental para a cidade de Miracema do Tocantins. Os dados serão tratados e avaliados de forma que se possa comparar qual a melhor forma vem sendo trabalhada nos últimos 05 (cinco) anos na gestão de abastecimento.

## **1.1 OBJETIVO**

### **1.1.1 Objetivo Geral**

Analisar a gestão de abastecimento de água potável das cidades de Pedro Afonso, Tocantínia e Miracema, de forma a definir qual procedimento está melhor aplicado.

### **1.1.2 Objetivos Específicos**

- Observar como funciona o sistema de distribuição de água através da coleta de dados no local indicado por cada Município;
- Verificar qual gestão do sistema de abastecimento de água é mais eficiente e geram menor custo para seus consumidores.
- Propor um modelo de gestão de abastecimento de água e uso dos recursos hídricos com baixo impacto ambiental seguindo os modelos estudados.

## 1.2 Justificativa

Visando uma maior atenção para a demanda hídrica nacional, precisamos conhecer as formas de gerenciamento do nosso abastecimento, levantando informações pertinentes à captação, distribuição, perdas, falta por manutenção, cálculo de taxa por serviço prestado e formas de manuseio eficiente. Esse trabalho tem por finalidade abordar esse tema de grande importância, para isso foram captados textos que relatam problemas e soluções.

Nosso sistema operacional se tornou bastante remoto e repetitivo, deixamos de pensar em como melhorar a funcionalidade dos nossos recursos hídricos. Esse projeto se torna de suma importância, pois poderemos abrir um leque de pontos a serem provavelmente revisto e conseqüentemente ajustados.

Esse trabalho foi proposto de forma a atender o anseio primordialmente da população ao se deparar com grandes espaços de falta d'água nas residências, com um corpo hídrico tão abundante em nosso estado, tornando-se inaceitável.

A sua peça chave “gestão de abastecimento”, vem em um momento bem favorável, pois no último ano, Brasília, sofreu o maior racionamento de água potável afetando um público de quase 02 (dois) milhões de habitantes sem previsão de término, isso são fontes do site “Poder 360”, dirigido pelo autor Tales Faria, em 16 de Janeiro de 2018.

O publico alvo se torna principalmente os consumidores finais das linhas de abastecimento, por exemplo, no âmbito da redução das perdas, as empresas ou órgãos de distribuição aboliriam as cobranças por tal sem aproveitamento, as produtoras de água potáveis serão favorecidas em relação a sua prestação de serviço com qualidade e baixo custo de produção.

## 2.0 REFERENCIAL TEÓRICO

No contexto de coleta de conhecimento sobre o tema, alguns autores foram estudados, logo a seguir estão listadas algumas citações relevantes.

No âmbito da busca de informações pertinentes ao tema, podemos ressaltar alguns referenciais de grande importância, um deles seria o livro “Recursos Hídricos e Saneamento”, como um dos autores Masato Kobiyama, o mesmo aborda um contexto bem amplo sobre a utilização da água na distribuição humana e sua captação e tratamento.

Outro destaque foi a revista escrita pela USP (Universidade de São Paulo), com o tema: Novas Perspectivas para a gestão de Recursos Hídricos, de Junho/Agosto de 2006 com o autor José Galizia Tundisi. Essa revista aborda um enredo bem relevante com relação aos da gestão desse bem tão precioso que é nossos mananciais e com a importância de uma ótima gestão e controle da distribuição aos seus consumidores, seja eles os mais relevantes, na irrigação (agricultura), abastecimento humano (cidades), consumos como adição industrial (indústria).

Entretanto, outra fonte de suma importância foi o livro em base digital, Manual de Saneamento: Funasa (Fundação Nacional da Saúde), edição de 2004. Esse material aborda um linguajar bem simples onde cita todo processo correto de captação, adução e distribuição de água. Seus autores demonstram as fórmulas de cálculo de maior consumo per capita por dia e hora, são os famosos  $k_1$  e  $k_2$ , muito utilizados em estudos de crescimento de demanda ao passar do tempo onde se tem uma taxa de crescimento populacional elevado.

Também não posso me esquecer do artigo: Gerenciamento de Recursos Hídricos no Estado do Ceará – Princípios e Práticas, escrito por Cíntia dos Santos

Lins. Ela aborda nesse material todas as formas utilizadas no Estado Cearense para resolver o problema de escassez de água.

## 2.1 Volume de água

Segundo Tundisi 2006, todas as atividades humanas consomem um volume médio aproximado de 6.000 Km<sup>3</sup>/ano com tendência para aumento. Esse aumento do consumo e sua possível redução estão diretamente influenciados pelo gerenciamento e das inovações tecnológicas disponíveis para aperfeiçoar o modelo de gestão.

O conjunto de usos da água, concentrados no suporte às diferentes atividades humanas, constitui, uma ampla gama de serviços que geram esse consumo (irrigação, indústria, abastecimento de cidades, navegação e eletricidade). Na figura a seguir nos apresenta uma tabela de consumo de água, quadro 01.

Quadro 01: Múltiplo uso da água por região do planeta (Km<sup>3</sup>).

<b>Região</b>	<b>Irrigação</b>	<b>Indústria</b>	<b>Doméstico/ municipal</b>
África	127,7	7,3	10,2
Ásia	1.388,8	147,0	98,0
Austrália – Oceania	5,7	0,3	10,7
Europa	141,1	250,4	63,7
Américas do Norte e Central	248,1	235,5	54,8
América do Sul	62,7	24,4	19,1
<b>Total mundial</b>	2.024,1	684,9	256,5
<b>Porcentagem do total mundial</b>	68,3	23,1	8,6

Fonte: Adaptado Tundisi, 2006.

Ele ainda mostra um quadro com informações pertinentes à captação de água dividida por região de nosso planeta, quadro 02.

Quadro 02: Distribuição do suprimento renovável de água por região do planeta

Região	Média anual Drenagem (km <sup>3</sup> ) <sup>a</sup>	Porcentagem da drenagem global	Porcentagem da população global (%)	Porcentagem estável
África	4.225	11	11	45
Ásia	9.865	26	58	30
Europa	2.129	5	10	43
América do Norte <sup>a</sup>	5.960	15	8	40
América do Sul	10.380	27	6	38
Oceania	1.965	5	1	25
União Soviética	4.350	11	6	30
Total mundial	38.874	100	100	36 <sup>b</sup>

Fonte: Adaptado Tundisi, 2006.

Lista também, a situação dos recursos hídricos em muitas regiões do planeta levou a discussão a fóruns regionais, nacionais e internacionais. Nos últimos dez anos ocorreram avanços nas propostas e organizações para a gestão das águas.

## 2.2 Consumo consciente

Silva 2008, a consideração da bacia hidrográfica como unidade territorial de planejamento e gestão, as diretrizes do Plano Nacional são muito semelhantes às recomendações nacionais reconhecendo os limites naturais e que os fenômenos hidrológicos ocorrem. Entretanto, os documentos apresentam a mesma preocupação em relação à redução dos conflitos em bacias internacionais, propondo a cooperação entre países por meio de uma gestão conjunta destes recursos, e ainda, em relação à adoção da bacia como unidade de planejamento e gestão para a inclusão das questões ambientais em outras esferas de ação dentro dos próprios países.

A entender, as orientações do Plano demonstra ainda, que para obter êxito diante desta realidade fundada em uma base diferente de atuação, é preciso preparar e captar os autores envolvidos para o estabelecimento de comunidade “empoderada” de conhecimento e mecanismo necessários a uma participação plena de qualidade. Essas diretrizes estão interligadas no modelo de governança e gestão dos recursos Hídricos.

### 2.3 Bacias hidrográficas

Kobiyama (2008) ressalta que, os recursos hídricos são compreendidos como fonte de valor econômico essencial para a sobrevivência de desenvolvimento dos seres vivos. Eles são abundantes na natureza e por isso, durante muitos anos se pensou que a falta de água potável era impossível.

Com isso, o abastecimento de água é um dos usos que mais consomem os recursos hídricos, principalmente onde ocorre o processo de expansão urbana.

Existem diversos estudos sobre a qualidade de vários tipos de água no mundo e como estão distribuídas, tabela 01.

Tabela 01: Quantidade de água e seus tempos de circulação.

	Volume (10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup> )	Taxa (%)	Quantidade transportada (10 <sup>3</sup> km <sup>3</sup> /ano)	Tempo de circulação (ano)
Oceano	1.349.929,0	97,50	418	3229
Glaciar	24.230,0	1,75	2,5	9692
Água subterrânea	10.100,0	0,73	12	841
Água do solo	25,0	0,0018	76	0,3
Lagos	219,0	0,016	38	5,7
Rios	1,2	0,00009	35	0,034 (= 13 dias)
Fauna e flora	1,2	0,00009	-	-
Vapor na atmosfera	12,6	0,0009	483	0,026 (= 10 dias)
Total	1.384.518,0	100		

Fonte: Livro recursos Hídricos e Saneamento, 2008.

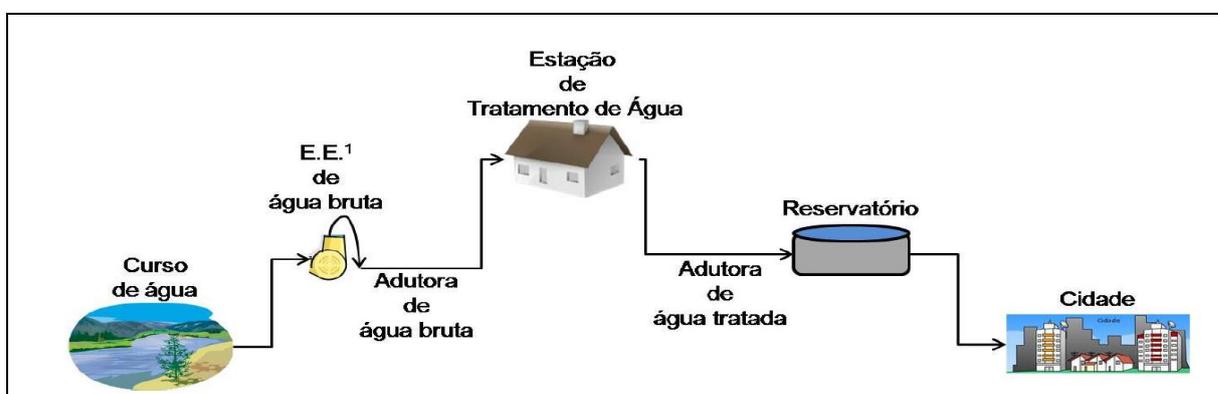
Para Kobayama, a bacia hidrográfica é uma área geográfica que compreende todas as nascentes de um rio principal e de suas afluentes, em outras palavras, é a região sobre a terra na qual o escoamento superficial em qualquer ponto converge para um único ponto fixo, nesse caso chamado de exutório.

Assim, sendo uma unidade física, com limites bem definidos, a manancial garante uma base de integração institucional, o que significa que todos têm direito e deveres sobre a conservação do mesmo para a promoção de alargamento de sua vida útil.

## 2.4 Sistema de abastecimento

Segundo Vilas-Boas (2008), um sistema de abastecimento de água caracteriza-se pela: captação, adução, tratamento, preservação e distribuição da mesma para que possa ser fornecida à população. Um sistema de abastecimento pode apresentar diferenças de acordo sua demanda, mas a seqüência prática não muda, figura 01.

Figura 01: Sistema de Abastecimento de Água, com captação em curso d'água.

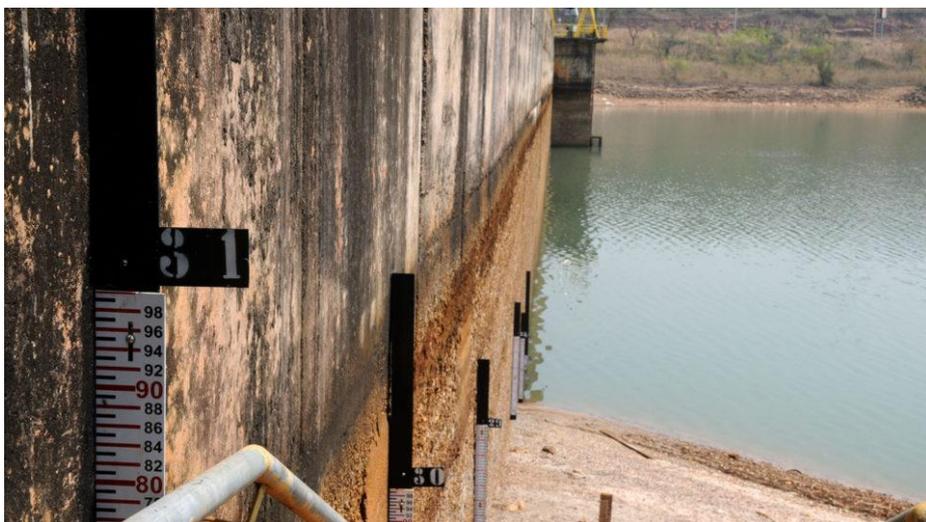


Fonte: Livro recursos Hídricos e Saneamento, 2008.

As formas de captação de água são feitas de várias maneiras, pois também são diversas as formas que encontramos este líquido na natureza, sendo em lagos superficiais, lagos subterrâneo, rios e córregos. São captadas na maior parte por bombeamento superficial ou subterrâneo.

Os mananciais são fontes de onde se retira a água para abastecimento e consumo da população e outros usos. Segundo a legislação, considera-se como manancial todo o corpo de água interior subterrânea, superficial, fluente, emergente ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizáveis para o abastecimento público, relata MASSATO. A preservação e manutenção das fontes que formam os cursores de água são de suma importância, para isso a população deve ser instruída de conhecimento, ressalva FERNANDO SANTOS, fundador e presidente da Odebrecht Ambiental por 09 (nove) anos.

Figura 02: Lago da barragem de Descoberto em Brasília, DF.



Fonte: Adaptado, portal de notícia G1.com

A figura 02 foi retirada do portal G1.com que retratou a situação vivenciada pela população da capital brasileira, onde passou pela maior escassez de água da

história, nos últimos 30 anos com o menor nível registrado, o que proporcionou desconforto no abastecimento de água da cidade, relata o jornal.

Segundo Paiva, a rede de distribuição é a parte do sistema de abastecimento formada de tubulações e órgãos acessórios, destinados a colocar água potável à disposição dos consumidores, de forma contínua, em qualidade, quantidade, e pressão adequada.

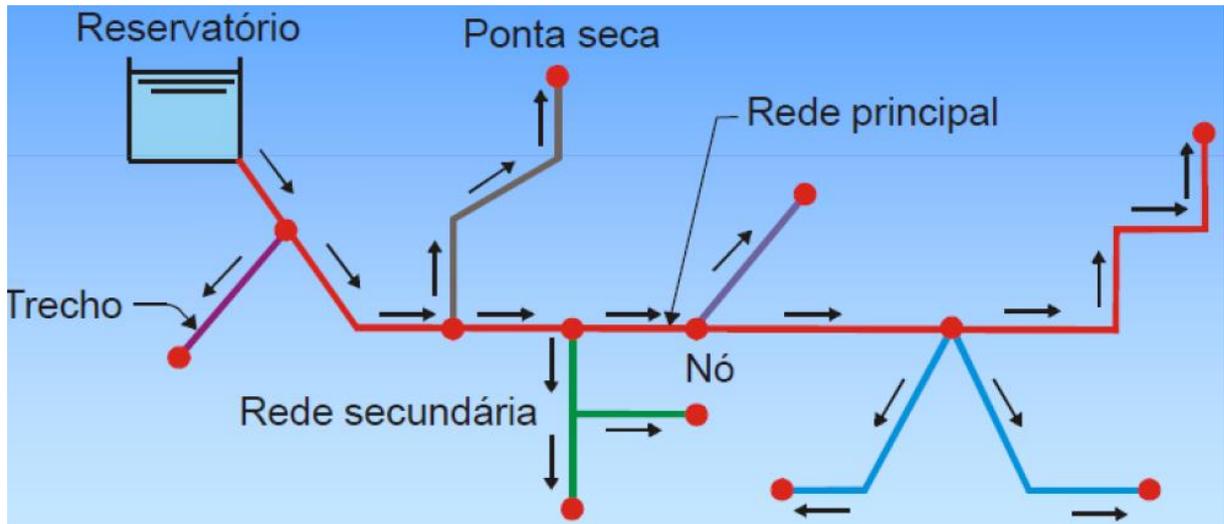
De acordo com Paiva, rede de distribuição de água é um conjunto de condutos interligados destinados a distribuir água ao longo de seu percurso. O método de dimensionamento mais utilizado é o de Hardy-Cross que consiste em cálculo de ligações fechadas, muito utilizado para dimensionamento de redes de abastecimento de água tratada.

São divididas em Principal e Secundária.

- Rede Principal: denominada também de conduto tronco ou canalização mestra, são tubulações de maior diâmetro que tem por finalidade abastecer as canalizações secundárias.
- Rede Secundária: são tubulações de menor diâmetro e tem a função de abastecer diretamente os pontos de consumo do sistema de água.

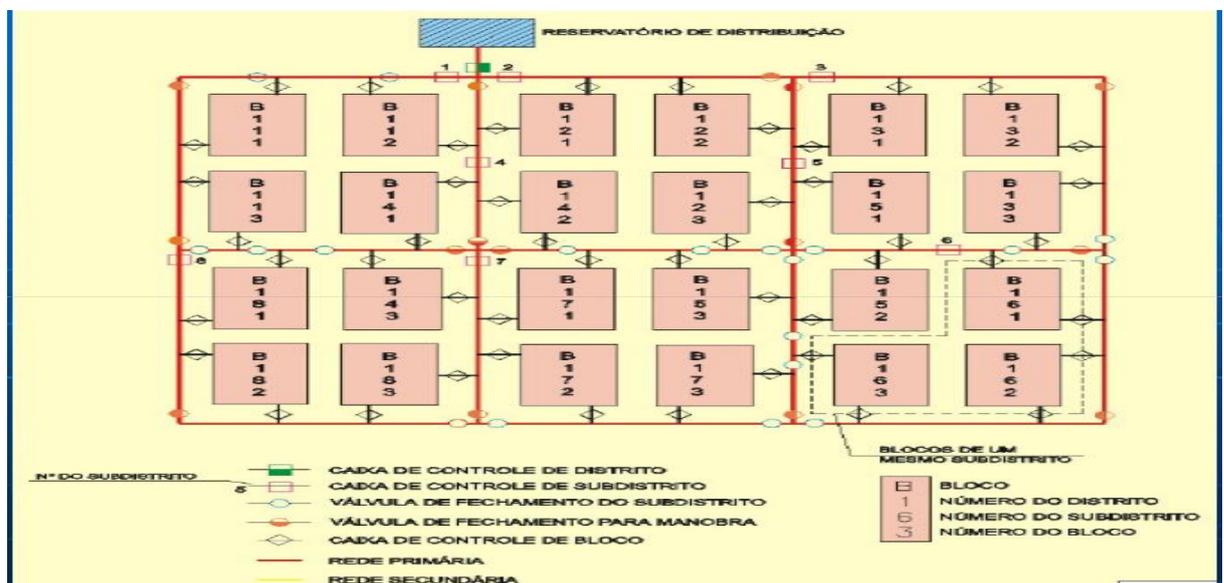
As redes de distribuição de água se concentram basicamente em dois tipos, as rede com circuito aberto onde quanto mais distante do reservatório maior sua pressão e as redes com circuito fechado que em casos de manutenção afeta todo seu ramal de interligação, figuras 03 e 04.

Figura 03: Malha de Distribuição de Água, (Circuito Aberto).



Fonte: Saneamento Básico, Paiva.

Figura 04: Malha de Distribuição de Água, (Circuito Fechado)



Fonte: Saneamento Básico, Paiva.

A análise do equilíbrio hidráulico de sistema de distribuição de água é baseada nas duas leis fundamentais da mecânica dos fluidos, a da continuidade (Lei de conservação das massas) e a da lei de conservação da energia e, além disso,

numa relação entre vazão e a perda de carga, estabelecida através das equações de Darcy – Weisbach ou Hanzem – Williams a mais conhecida.

## 2.5 Cia de abastecimento

Segundo IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), a população de Pedro Afonso – TO teve um crescimento de mais de 15% entre 2010 e 2017, o que nos obriga a ressaltar a importância deste estudo, quadro 03.

Quadro 03: Taxa de crescimento populacional de Pedro Afonso, Tocantínia e Miracema do Tocantins.

<b>Índice de crescimento Populacional</b>			
<b>População</b>	<b>P. Afonso</b>	<b>Miracema</b>	<b>Tocantínia</b>
2010	11.539	20.684	6.736
Est. 2017	13.288	19.055	7.460
Taxa	+ 15,16%	- 7,88%	+ 10,75%

Fonte: IBGE

Segundo SISAPA (Sistema de Saneamento de Pedro Afonso), o órgão municipal foi criado no intuito de estabelecer o fornecimento de água tratada e coleta de esgoto com eficiência com custo equiparado. Hoje, 100% da captação de água se tem diretamente do rio sono, um dos afluentes do rio Tocantins, fonte obtida do site da Prefeitura Municipal de Pedro Afonso.

No caso de Tocantínia, a cidade é abastecida pelo rio Tocantins onde atualmente o órgão controlador é a ATS (Agência Tocantinense de Saneamento), que faz todo processo de captação, tratamento, armazenagem e distribuição. Seu sistema funciona 14 h/dia, atendendo cerca de 98% local, com produção média de 655 m<sup>3</sup>/dia, sendo sua capacidade de armazenamento de 300 m<sup>3</sup> de água tratada, fontes retirada da própria ATS.

No outro Município ao lado, Miracema do Tocantins, a empresa que administra o saneamento da cidade é a BRK Ambiental, que realiza toda parte de fornecimento de água da cidade, desde sua extração até sua disponibilização.

### **3.0 METODOLOGIA**

Foram coletados dados referentes à captação, tratamento, reservação e distribuição, em paralelo se possível, um superficial estudo sobre o controle de perdas em: lavagens de equipamentos e as formas de conscientização proposta pelas concessionárias de fornecimento. Foi proposto às empresas e órgãos competentes que fazem distribuição de água, nas cidades de Pedro Afonso, Miracema do Tocantins e Tocantínia, a fim de estudá-los e analisá-los de forma a propor um modelo de gestão de recursos hídricos que se melhor adéqua neste comparativo.

Com visitas nos locais de cada fornecedora de água, foram captadas as informações pertinentes ao trabalho de forma a observar sua funcionalidade.

Os dados coletados foram selecionados e observados diante a realidade vivenciada em cada município, equiparando as amostras com a Lei 11.445/07 do saneamento básico sancionada com meta de garantir o mínimo para cada cidadão.

#### **3.1 Abastecimento**

Foi observado ao logo dos últimos 05 (cinco) anos, como vem se aperfeiçoando a forma de manutenção e expansão da rede de abastecimento local tendo em vista o constante crescimento populacional.

#### **3.2 Captação**

Quais as formas de captação são implantadas, se é superficial (lagos e rios) ou profunda (através de águas subterrâneas).

#### **3.3 Reservação**

Quais são as formas de reservação (caixas elevadas, enterradas ou apoiadas), volume, e materiais de que são fabricadas (ferro fundido, concreto armado ou outro).

#### **3.4 Malha de distribuição**

Qual sistema utilizado pelo Município (aberto ou fechado), diâmetros das linhas principais e secundárias, pressão fornecida na saída do reservatório, no ponto final da rede e material de fabricação dos tubos (ferro fundido ou PVC).

#### **3.5 Controle de perdas na distribuição**

Neste item reflete uma maior atenção na quantidade de água tratada, que são desperdiçadas por falta de manutenção preventiva, tubulações que rompem ou famosos “gatos” de ligações clandestinas, lembrando que esse fator se dá de acordo

a fração volumétrica de água bruta captada, pela quantidade de água que chega na torneira do seus consumidores.

### **3.6 Formas de conscientização**

Perguntando também sobre as formas que cada gestão usa para transmitir o conhecimento sobre: a redução na água doce disponível em nosso país, secas prolongadas, ciclo hidrológico com correntes alterações, formando uma população interada das questões relevantes que a todo o momento aparece com espanto diante da sociedade.

### **3.7 Consumo de Energia elétrica do sistema**

Neste item teve sua abordagem o consumo elétrico do sistema de produção de água. O fator de verificação é medido em 1.000 KWh por ano.

## 4.0 DESENVOLVIMENTO

Foi estabelecida uma ordem de discussão da seguinte maneira: Primeiro será exposto as informações sobre o modelo de gestão municipal, logo em seguida o modelo estadual e por ultimo o modo privado. A princípio falaremos sobre cada uma individualmente e logo por seguinte confrontando seus dados. Em anexo segue modelo de planilha que fora solicitado para cada instituição inserir seus dados.

### 4.1 Modelo Municipal

A cidade de Pedro Afonso, localizada no centro norte do Estado do Tocantins, banhada por dois rios muito importantes, em primordial o rio que leva o nome do Estado (Rio Tocantins) e em segundo um dos seus maiores afluentes, o Rio Sono. O município tem sua gestão de abastecimento de água potável independente, sendo feito pelo órgão criado pela própria prefeitura chamado de SISAPA (Sistema de Saneamento de Pedro Afonso) que tem a função de captar, tratar e distribuir a todos os pedroafonsinos uma água de qualidade e quantidade apropriada.

De acordo os dados obtidos e repassados pela própria SISAPA, Pedro Afonso tem sua captação via superficial com bombas acopladas em balsas, captando cerca de 150m<sup>3</sup>/h, tem um período de funcionamento de 16 (dezesesseis) horas por dia (SISAPA 2017). Seus reservatórios são confeccionados em concreto armado, sendo alguns no formato elevado e outro apenas apoiado.

No entanto, como foi proposto, segue abaixo, gráfico referente a tabela de informações repassada pelo órgão de gerenciamento local.

Observação: Os valores em “ZERO” referem-se a dados não fornecidos pela concessionária.

Quadro 04 – Dados de abastecimento do Município de Pedro Afonso.

<b>ANO</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>População Total (hab.)</b>	11.768	0	0	11.368	13.288

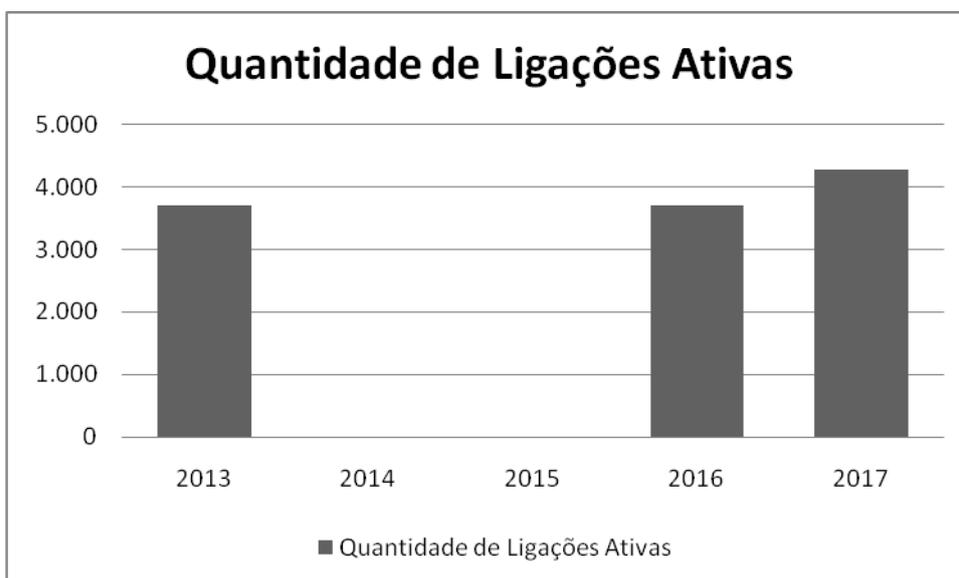
<b>População Atendida (hab.)</b>	10.738	0	0	11.368	13.288
<b>Quantidade de Ligações Ativas</b>	3.699	0	0	3.700	4.290
<b>Vol. Captado (1.000m<sup>3</sup>)</b>	1.976,00	0	0	1.051,20	1.699,80
<b>Vol. Consumido (1.000m<sup>3</sup>)</b>	723,76	0	0	567,74	1.566,80
<b>Extensão de Rede (Km)</b>	43	0	0	50	50
<b>Consumo de Energia (1.000KWh)</b>	630,8	0	0	384,52	95,86
<b>Forma de captação</b>	Superficial	0	0	Superficial	Superficial

Fonte: SISAPA.

#### **4.1.1 Abastecimento**

O abastecimento do município é realizado de forma intermitente com investimentos que propõem minimizar a quantidade de consumidores sem acesso a água potável.

Gráfico 01 – Quantidade de ligações ativas em Pedro Afonso



Fonte: SISAPA, adaptado.

#### 4.1.2 Captação

A captação é realizada via superficial através de balsas às margens do Rio Sono que levam a água bruta para ETA onde será devidamente tratada, logo após armazenada e por consequência, distribuída. Imagem 01.

Figura 05 – Balsas de captação de água de Pedro Afonso



Fonte: Imagem do próprio auto.

#### **4.1.3 Reservação**

Sua reservação é feita em caixas d'água apoiadas e elevadas, com fabricação em concreto armado.

Figura 06 – Reservatórios apoiados da cidade de Pedro Afonso



Fonte: Imagem do próprio autor.

#### **4.1.4 Malha de distribuição**

Sua rede é fracionada em principal e secundária, onde a principal é fabricada em ferro fundido e a secundária em tubos PVC.

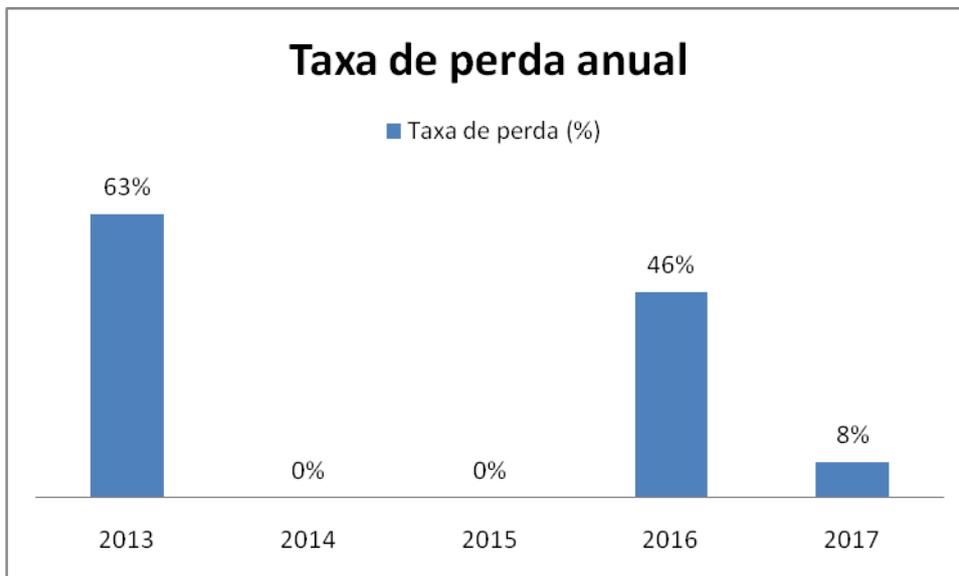
#### **4.1.5 Controle de perdas**

O controle de perdas ou taxa de perda, tem sua referência pela seguinte equação:

$$T = 100\% - (\text{Vol. Captado}/\text{Vol. Consumido})$$

Neste caso, segundo Edilson Junior (presidente da SISAPA), percebe-se que logo após as mudanças de controle de verificação e um intensivo acompanhamento em vários pontos de consumo, a taxa em questão teve declive considerável.

Gráfico 02 – Taxa de perdas anuais da cidade de Pedro Afonso



Fonte: SISAPA, adaptado.

#### 4.1.6 Formas de conscientização

Ainda em referência por diálogo ao presidente da SISAPA, ele ressalta que a instituição tem movimentado as redes sociais para alertar a população Pedro afonsina sobre a maneira correta de utilização da água visando seu consumo consciente.

#### 4.2 Modelo Estadual

Na cidade de Tocantínia, localizada no centro do Estado do Tocantins, a distribuição de água tem por sua gerência a Agência Tocantinense de Saneamento (ATS), a instituição tem por suas obrigações a disponibilização de água potável para a cidade em questão. A mesma margeia o Rio Tocantins, onde se é recolhido à matéria prima do seu abastecimento.

De acordo a ATS, são recolhidos 45m<sup>3</sup>/h através de bombas em balsas.

Quadro 05 – Dados de abastecimento do Município de Tocantínia.

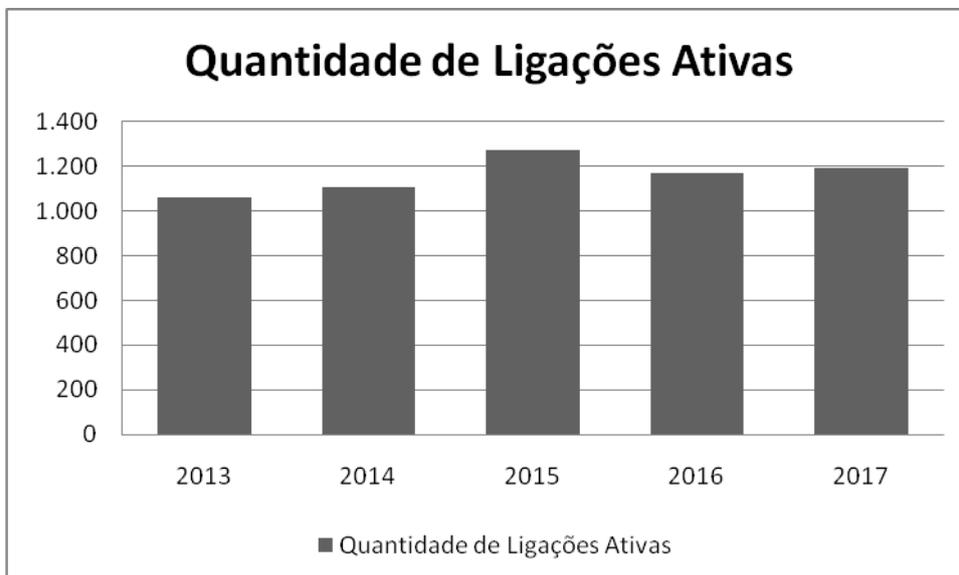
<b>ANO</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>	<b>2016</b>	<b>2017</b>
<b>População Total (hab.)</b>	6.839	6.989	7.143	7.300	7.460
<b>População Atendida (hab.)</b>	2.934	3.174	3.174	3.174	3.174
<b>Quantidade de Ligações Ativas</b>	1.059	1.108	1.276	1.172	1.194
<b>Vol. Captado (1.000m<sup>3</sup>)</b>	197,10	225,38	302,20	298,08	295,65
<b>Vol. Consumido (1.000m<sup>3</sup>)</b>	146,38	147,57	145,45	150,72	151,72
<b>Extensão de Rede (Km)</b>	26,93	26,93	27,88	27,88	28,77
<b>Consumo de Energia (1.000KWh)</b>	31,75	78,33	78,33	78,33	78,33
<b>Forma de captação</b>	Superficial	Superficial	Superficial	Superficial	Siperficial

Fonte: ATS.

#### **4.2.1 Abastecimento**

O abastecimento do município é realizado de forma intermitente com uma razoável oscilação na quantidade de ligações ativas.

Gráfico 03 – Quantidade de Ligações ativas em Tocantínia.



Fonte: ATS, adaptado.

#### **4.2.2 Captação**

A captação é realizada via superficial através de balsas as margens do Rio Tocantins que levam a água bruta para ETA onde será devidamente tratada, logo depois de armazenada e por consequência, distribuída.

#### **4.2.3 Reservação**

Sua reservação é feita em caixas d'água elevadas com 230m<sup>3</sup> de capacidade, com fabricação em concreto armado.

Figura 07 – Reservatório elevado da cidade de Tocantinia.



Fonte: Imagem do próprio autor.

#### **4.2.4 Malha de distribuição**

Sua rede é fracionada em principal e secundária onde a principal é fabricada em ferro fundido e a secundária em tubos PVC.

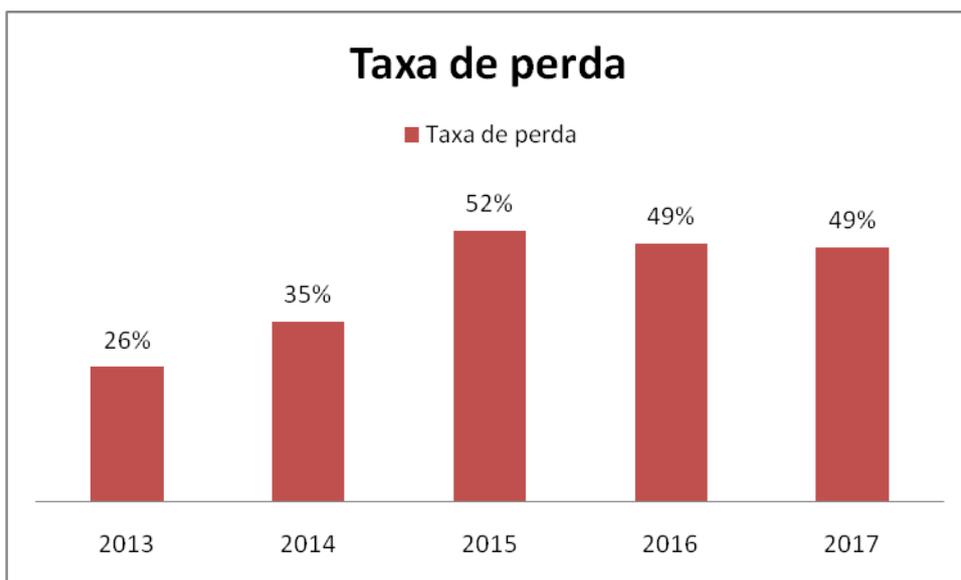
#### **4.2.5 Controle de perdas**

O controle de perdas ou taxa de perda, tem sua referência pela seguinte equação:

$$T = 100\% - (\text{Vol. Captado}/\text{Vol. Consumido})$$

No que tange este índice, o município tem sofrido variações elevadas nos períodos entre 2013 a 2017.

Gráfico 04 – Taxa de perdas anuais na cidade de Tocantínia.



Fonte: ATS, adaptado.

#### 4.2.6 Formas de conscientização

A concessionária em questão não disponibilizou em seus meios de comunicação nenhum tipo de informativo que induza seus consumidores a forma correta de utilização da água bem como para evitar o desperdício da mesma.

#### 4.3 Modelo Privado

Devido a não disponibilização de informações pertinentes ao Município de Miracema do Tocantins pela gestora BRK AMBIENTAL, o modelo de gerenciamento privado não será passível de avaliação, sendo apenas enfatizados neste trabalho os modelos Municipais e Estaduais.

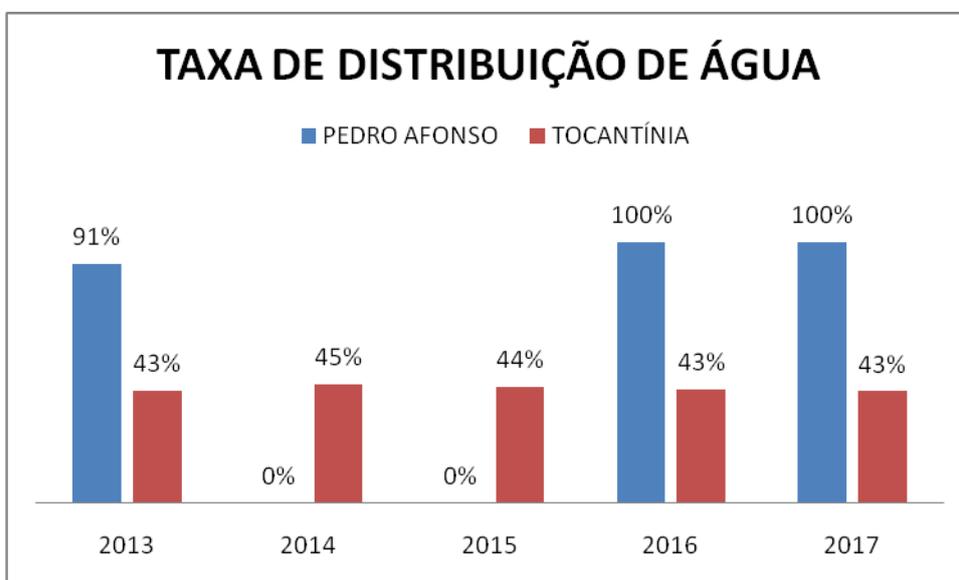
#### 4.4 Comparativo

Com os dados de cada município individualmente apresentados, pode-se confrontar-los para um melhor entendimento das diferentes formas de gestão.

Em primeiro passo, apresentaremos a abrangência na distribuição de água tratada para a população em relação ao período estudado, o cálculo para a obtenção dessa taxa é:

$$\text{Taxa de Distribuição anual} = (\text{População atendida} / \text{População total}) \times 100$$

Gráfico 05 – Taxa de Distribuição de Água anual dos Municípios.

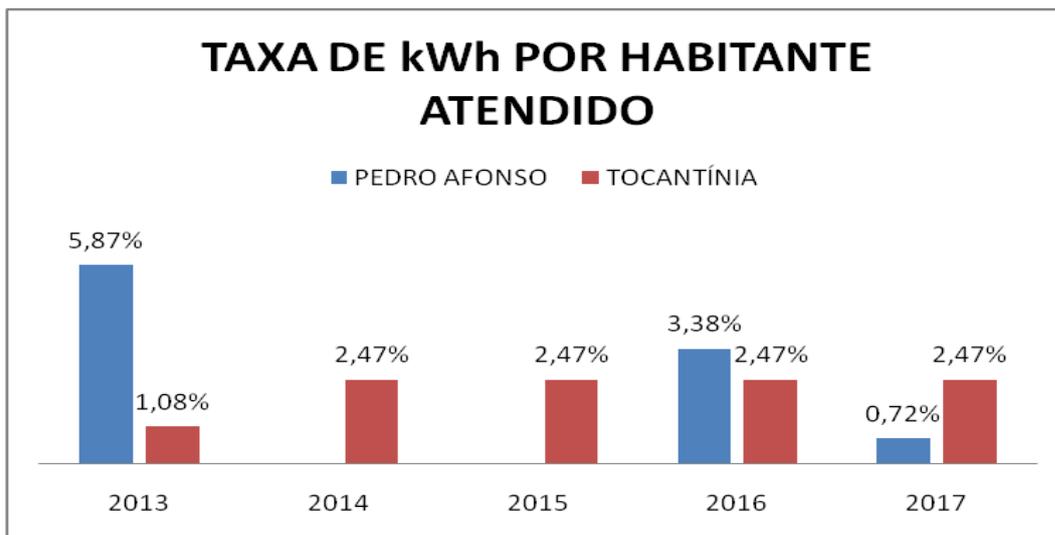


Fonte: SISAPA e ATS, adaptado.

Em segundo passo, será apresentada a taxa de consumo elétrico por habitante que o sistema gasta para cumprir seu abastecimento anual, o cálculo para a obtenção dessa taxa é:

$$\text{Taxa de consumo elétrico por Habitante} = (\text{Consumo elétrico em 1.000 KWh} / \text{Habitantes atendidos}) \times 100$$

Gráfico 06 – Taxa de Consumo elétrico por habitantes atendidos

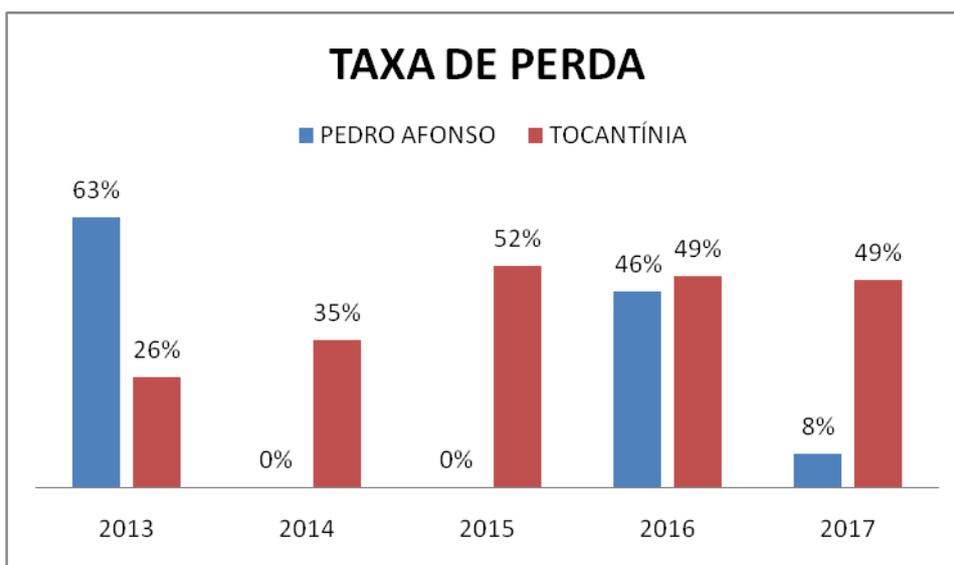


Fonte: SISAPA e ATS, adaptado.

Em seguida, será apresentada a taxa de perda entre cada gestão apresentada, o cálculo para a obtenção dessa taxa é:

$$T = 100\% - (\text{Vol. Captado}/\text{Vol. Consumido})$$

Gráfico 07 – Taxa de perdas entre os anos de 2013 a 2017.



Fonte: SISAPA e ATS, adaptado.

De acordo os dados informados pela pelas instituições de gerenciamento de recursos hídricos no âmbito que tange o abastecimento de água potável nos Municípios de Pedro Afonso e Tocantínia, as possíveis comparações foram realizadas sendo comparados de forma a expor seus dados de maneira simples e de fácil entendimento.

## 5.0 CONCLUSÃO

Segundo os dados analisados, o melhor desempenho foi a Municipal, neste caso a SISAPA. A mesma tem a disponibilidade de agregar seu faturamento em benefício para a população de forma a atendê-la no seu âmbito municipal. Vale ressaltar que para cada metro cúbico de água tratada consumida, equivale a uma taxa mínima de R\$ 1,50 (um real e cinquenta centavos) sendo neste caso a menor entre as analisadas.

A gestão tem seu empenho em levar aos seus mais distantes consumidores, água de qualidade e em quantidade. De acordo os dados que a concessionária disponibilizou, seu atendimento atual chega a quase 100% da população isso foi comprovado quando comparamos os municípios onde Tocantínia está no seu patamar de 50% da população atual.

Observando a taxa de perda anual por tubulações danificadas, o uso para lavagem de equipamentos ou ligações indevidas, o sistema gestor do município de Pedro Afonso teve ao longo dos últimos 05 (cinco) anos uma queda considerável, indicando o melhor desempenho entre os modelos citados.

Entretanto, o fator “Consumo elétrico anual por habitante”, também teve uma amostragem em desempenho considerável de acordo às informações municipais, seu índice saiu de 5,87% em 2013 para 0,72% em 2017, enquanto a gestão estadual se manteve constante entre 2014 a 2017 com uma taxa média de 2,47% por habitante, neste caso foi desconsiderado o ano de 2013, pois essa amostra ficou abaixo de 5% em relação à média entre os anos avaliados.

Em relação ao Município de Tocantínia, podemos propor que a gestora ATS, disponha de novos investimentos em tecnologias para o acompanhamento de suas ligações e de equipamento de captação com potência superior e elevado rendimento além de investir em novas ligações ativas para conseguir atender maior quantidade de habitantes.

## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto-Lei 11.445, de 05 de janeiro de 2007. Esta Lei estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico.

FILHO, Rômulo Lins de Araujo, Manual de Saneamento: Orientações Técnicas. 3.ed. Brasília: Fundação Nacional de Saúde, 2004.

Kobiyama, Masato. et al. Recursos Hídricos e Saneamento. 1.ed. Curitiba: Organic, 2008.

LINS, Cíntia dos Santos, Gerenciamento dos Recursos Hídricos No Estado do Ceará: Princípios e Práticas. Dissertação (Doutoranda em Ciências) Universidade Estadual Paulista, Unesp-Presidente Prudente. São Paulo, 2011.

\_\_\_\_\_. NBR 12218: informação e documentação: Projeto de Rede de Distribuição de Água para Abastecimento Público: apresentação. Rio de Janeiro, 1994.

SILVA, Juliana Santos. Análise das diretrizes do Plano nacional de Recursos Hídricos no contexto internacional de Governança. Dissertação (Graduação em Ciências) Centro Tecnológico, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2008.

VILAS-BOAS, Pedro Ricardo. Modelação de uma rede de distribuição de água. Relatório de Mestrado. Artigo Completo. Cidade do Porto: Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto, 2008.

## **7.0 ANEXOS**



ULBRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"

Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Coordenação de  
**Pesquisa**

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Ao sr. Edilson Martins dos Santos Junior, Diretor Presidente do SISAPA,  
Sistema de Saneamento de Pedro Afonso, Tocantins, Brasil

Palmas, 17 de Setembro de 2018.

Caríssimo:

Eu acadêmico: Kayo Henrique Moreno Vanderlei, 10º período; participante da Disciplina TCC II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, venho por meio desta carta solicitar dados referente as etapas de abastecimento de água do Município de Pedro Afonso, Tocantins.

Estes dados são necessários para o meu projeto de pesquisa aplicada na disciplina de TCC II, o qual se trata do Estudo de Eficiência do Gerenciamento de Abastecimento de Água, tendo como base: captação, tratamento, reservação e distribuição para a população.

A partir dos resultados da minha pesquisa é possível, por exemplo, gerar uma avaliação do modelo de gestão implantada de modo a corrigir suas possíveis falhas, gerando economia e eficiência na prestação do serviço.

Desde já agradeço sua atenção e conto com a sua colaboração.

Atenciosamente,

Acadêmico de Engenharia Civil.

---

Kayo Henrique Moreno Vanderlei  
Acadêmico de Engenharia Civil CEUP/ULBRA

Ofício N° 02/2018

(Palmas, 26 de Setembro de 2018)

Ao Senhor  
**Dênis Lacerda de Queiroz**  
Presidente da BRK Ambiental/Saneatins

**Assunto:**

Senhor Presidente,

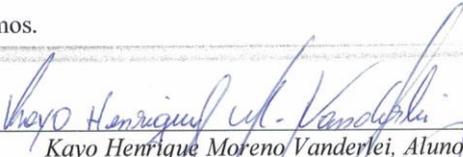
Eu acadêmico: Kayo Henrique Moreno Vanderlei, 10º período; participante da Disciplina TCC II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, venho por meio desta carta solicitar dados referente as etapas de abastecimento de água do Município de Miracema do Tocantins, Tocantins nos ultimos 5 (cinco) anos.

Estes dados são necessários para o meu projeto de pesquisa aplicada na disciplina de TCC II, o qual se trata do Estudo de Eficiência do Gerenciamento de Abastecimento de Água, tendo como base: captação, tratamento, reservação e distribuição para a população.

A partir dos resultados da minha pesquisa é possível, por exemplo, avaliar os modelo de gerenciamento implantado de modo a corrigir suas possiveis falhas, gerando economia e eficiência na prestação do serviço.

Kayo Henrique Moreno – (63)984459675 – kayovanderlei@gmail.com

Desde já agradecemos.

  
\_\_\_\_\_  
Kayo Henrique Moreno Vanderlei, Aluno

2x  
  
Júlio Marques  
BRK Ambiental

\_\_\_\_\_  
Professor M, Sc. Carlos Spartacus da Silva Oliveira, Orientador.

3218-4035  
3218-4022 (IZABELA)

4485



Coordenação de **Pesquisa**  
**CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS**

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005 CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Ao sr. Rogerio Bezerra, Diretor Presidente da ATS, Agência Tocantinense de Saneamento, Tocantins, Brasil

Palmas, 17 de Setembro de 2018.

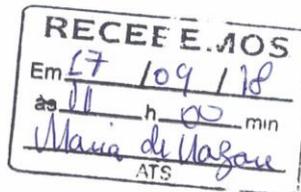
Caríssimo:

Eu acadêmico: Kayo Henrique Moreno Vanderlei, 10º período; participante da Disciplina TCC II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, venho por meio desta carta solicitar dados referente as etapas de abastecimento de água do Município de Tocantínia Tocantins.

Estes dados são necessários para o meu projeto de pesquisa aplicada na disciplina de TCC II, o qual se trata do Estudo de Eficiência do Gerenciamento de Abastecimento de Água, tendo como base: captação, tratamento, reservação e distribuição para a população.

A partir dos resultados da minha pesquisa é possível, por exemplo, gerar uma avaliação do modelo de gerenciamento implantado de modo a corrigir suas possíveis falhas, gerando economia e eficiência na prestação do serviço.

Desde já agradeço sua atenção e conto com a sua colaboração.



Atenciosamente,  
Acadêmico de Engenharia Civil.

*Kayo Henrique M. Vanderlei*

Kayo Henrique Moreno Vanderlei  
Acadêmico de Engenharia Civil CEUP/ULBRA



ULBRA

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

COMUNIDADE EVANGÉLICA LUTERANA "SÃO PAULO"  
Recredenciado pela Portaria Ministerial nº 3.607 - D.O.U. nº 202 de 20/10/2005

Coordenação de  
**Pesquisa**

CENTRO UNIVERSITÁRIO LUTERANO DE PALMAS

Ao sr. Dalton Cardoso Bracarense, Gerente de Engenharia da BRK Ambiental no Tocantins, Brasil

Palmas, 17 de Setembro de 2018.

Caríssimo:

Eu acadêmico: Kayo Henrique Moreno Vanderlei, 10º período; participante da Disciplina TCC II do curso de Engenharia Civil do Centro Universitário Luterano de Palmas – CEULP/ULBRA, venho por meio desta carta solicitar dados referente as etapas de abastecimento de água do Município de Miracema do Tocantins, Tocantins.

Estes dados são necessários para o meu projeto de pesquisa aplicada na disciplina de TCC II, o qual se trata do Estudo de Eficiência do Gerenciamento de Abastecimento de Água, tendo como base: captação, tratamento, reservação e distribuição para a população.

A partir dos resultados da minha pesquisa é possível, por exemplo, gerar uma avaliação do modelo de gerenciamento implantado de modo a corrigir suas possíveis falhas, gerando economia e eficiência na prestação do serviço.

Desde já agradeço sua atenção e conto com a sua colaboração.

Atenciosamente,

Acadêmico de Engenharia Civil.

Ecyndelck Perreira  
BRK Ambiental

17/09/18.

Kayo Henrique Moreno Vanderlei  
Acadêmico de Engenharia Civil CEUP/ULBRA

