



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS CÂMPUS PALMAS
BACHARELADO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE PAU D'ARCO - TO**

**PALMAS/TO
2021**

BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA

**ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO
DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE PAU D'ARCO - TO**

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz.

**PALMAS/TO
2021**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

- A447e Almeida, Bruna Oliveira.
Estudo Técnico do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Pau D'arco - TO. / Bruna Oliveira Almeida. – Palmas, TO, 2021.
91 f.

Monografia Graduação - Universidade Federal do Tocantins – Câmpus Universitário de Palmas - Curso de Engenharia Ambiental, 2021.
Orientador: Sérgio Carlos Bernardo Queiroz

1. Saneamento. 2. Água. 3. Diagnóstico. 4. Prognóstico. I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte. A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184 do Código Penal.

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

FOLHA DE APROVAÇÃO

BRUNA OLIVEIRA ALMEIDA

ESTUDO TÉCNICO DO SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA DO MUNICÍPIO DE PAU D'ARCO - TO

Monografia foi avaliada e apresentada à UFT – Universidade Federal do Tocantins – Campus Universitário de Palmas, Curso de Engenharia Ambiental para obtenção do título de Bacharel e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data de aprovação: 29/03/2021

Banca Examinadora



Prof. Dr. Sérgio Carlos Bernardo Queiroz, UFT



Prof. Dr. Thiago Costa Gonçalves Portelina, UFT



Prof. Dr. Girlene Figueiredo Maciel, UFT

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus por sempre ter me guiado no caminho correto e por nunca ter me deixado desistir. Agradeço pelas noites difíceis e pelos momentos de desespero em que pude sentir seu agir em me tranquilizar e me fazer superar esses momentos.

Aos meus pais por todo apoio e dedicação, por terem me dado amor, carinho, compreensão e força para superar os momentos difíceis. Agradeço por me motivarem a estudar e sempre buscar o melhor para mim. Ao meu pai, por todas as horas dedicadas a estudar comigo e me ajudar nas matérias, por toda dedicação para dar uma vida melhor a todos nós, por me dar uma casa, comida, vestimenta e nunca ter deixado nos faltar nada. A minha mãe, por sempre acordar bem cedo para preparar o almoço para eu levar para a faculdade, por me acompanhar até o ponto de ônibus e por todos os momentos em que ouviu meus desabafos. Vocês são minha base, sem vocês eu não teria chegado aqui.

A toda minha família, que esteve comigo, em especial ao meu irmão que sempre me ajudou quando eu precisei e que me fez companhia nos horários de almoço e em vários outros momentos da minha vida.

Aos meus amigos, em especial a Daniela, Milla, Gustavo e Artur que dividiram comigo todas as experiências da faculdade, as felicidades, as angústias, as festas, os momentos de estudos e provas, por todas as risadas e choros compartilhados, com certeza vocês tornaram esses 5 anos de faculdade melhor.

Ao meu namorado por sempre ter me dado apoio, motivação, por ter ouvido meus momentos de angústia, por vibrar meus momentos de conquistas e por estar comigo em todos os momentos.

Agradeço ao meu orientador Prof. Dr Sérgio Carlos Bernardo Queiroz por ter me orientado neste trabalho e a todos os professores que fizeram parte de minha formação, por terem me passado seus conhecimentos e experiências.

Agradeço a Marina Carvalho, Marianna Sousa e ao Lauro Ribeiro pela oportunidade de estágio e todos os conhecimentos repassados. Por terem me dado a oportunidade de desenvolver vários trabalhos, dentre eles, a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico do município de Pau D'arco – TO, que me forneceu dados para que eu pudesse desenvolver este trabalho.

Muito Obrigada!

RESUMO

O saneamento básico impacta diretamente na qualidade de vida, na saúde e no desenvolvimento da sociedade. A água é um recurso essencial para a sobrevivência da população e em regiões onde esse serviço é escasso, a população busca por outras alternativas que podem trazer o aumento de doenças de veiculação hídrica. O presente estudo tem como objetivo diagnosticar a situação atual do serviço de abastecimento de água no município de Pau D'arco - TO, tanto na área urbana, como na rural e, a partir disso, propor alternativas que possam sanar os problemas identificados com relação ao abastecimento de água no município. O presente estudo realizou projeções para o horizonte de 20 anos. Além de pesquisas bibliográficas, foram utilizadas para o desenvolvimento do presente estudo o levantamento de dados primários, através de visitas no município e aplicação de questionário online junto à população. Os resultados encontrados mostram que a atual produção de água no município não é suficiente para atender a população atual e futura, com base o horizonte de 20 anos. Além disso, a capacidade de reservação de água no município não suporta a atual produção e nem a futura, necessitando de ampliação. Outro problema identificado é a grande perda de água na rede de distribuição, que chega a ser de 62,7%, demonstrando recorrências de vazamentos. A partir da identificação dos principais problemas, foram propostas alternativas técnicas para solucioná-los.

Palavras-chaves: Saneamento; Água; Diagnóstico; Prognóstico.

ABSTRACT

Basic sanitation directly impacts quality of life, health and the development of society. Water is an essential resource for the survival of the population and in regions where this service is scarce, the population is looking for other alternatives that can lead to an increase in waterborne diseases. The present study aims to diagnose the current situation of the water supply service in the municipality of Pau D'arco - TO, both in urban and rural areas, and, from there, propose alternatives that can solve the problems identified in relation to water supply in the municipality. The present study made projections for the 20-year horizon. In addition to bibliographic research, the survey of primary data was used for the development of this study, through visits to the municipality and the application of an online questionnaire to the population. The results found show that the current water production in the municipality is not sufficient to meet the current and future population, based on the 20-year horizon. In addition, the water reserve capacity in the municipality does not support current or future production, requiring expansion. Another problem identified is the great loss of water in the distribution network, which reaches 62.7%, showing recurrence of leaks. From the identification of the main problems, technical alternatives were proposed to solve them.

Key-words: Sanitation; Water; Diagnosis; Prognosis.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma esquemático da metodologia.	24
Figura 2: Localização do município de Pau D'arco - TO.	25
Figura 3: Mapa de solos do município de Pau D'arco – TO.	32
Figura 4: Mapa de declividade do município de Pau D'arco - TO.	33
Figura 5: Mapa climatológico do município de Pau D'arco - TO.	34
Figura 6: Mapa de Precipitação do município de Pau D'arco - TO.	35
Figura 7: Mapa de Vegetação do município de Pau D'arco - TO.	36
Figura 8: Mapa de Bacia e Sub-Bacia do município de Pau D'arco - TO.	37
Figura 9: Mapa de Hidrografia do município de Pau D'arco - TO.	38
Figura 10: Pirâmide etária do município de Pau D'arco – TO.	40
Figura 11: Casos de dengue no município de Pau D'arco - TO, nos anos 2011 a 2017.	43
Figura 12: Casos de Leishmaniose Tegumentar no município de Pau D'arco, nos anos de 2009 a 2016.	43
Figura 13: Croqui do Sistema de Abastecimento de Água do município de Pau D'arco -TO.	52
Figura 14: Poço Tubular Profundo n° 1.	53
Figura 15: Poço Tubular Profundo n° 2.	54
Figura 16: Poço Tubular Profundo n° 3.	54
Figura 17: Poço Tubular Profundo n° 5.	55
Figura 18: Reservatório Elevado - REL.	57
Figura 19: Entrada do cloro no Reservatório elevado.	58
Figura 20: Bomba dosadora automática.	58
Figura 21: Cloro Granular utilizado para a desinfecção.	59
Figura 22: Hidrômetros instalados em Pau D' Arco - TO.	61
Figura 23: Escritório Comercial da ATS em Pau D'arco - TO.	62
Figura 24: Poços localizados no P.A Filadélfia.	63
Figura 25: Falta de Água nos últimos 6 (seis) meses por motivo que não seja atraso de pagamento.	65
Figura 26: Quantidade de vezes que faltou água nos últimos seis meses.	66
Figura 27: Questionamento quanto ao aviso com antecedência sobre a falta d'água por parte da concessionária em exercício nesse período.	66
Figura 28: Satisfação da comunidade com o tempo para solucionar a interrupção da água.	66
Figura 29: Variação do consumo <i>per capita</i> de Pau D'arco - TO (2010 a 2019).	71
Figura 30: Evolução do índice de perda de água na distribuição da água.	73
Figura 31: Croqui figurativo do Salta Z proposto.	80
Figura 32: Croqui figurativo da Solução Alternativa Coletiva sem rede - Chafariz proposto.	81
Figura 33: Croqui figurativo para captação e reservação de água da chuva.	82

LISTA DE QUADROS

Quadro 8: Grau de satisfação da população quanto ao sistema de abastecimento de água.....	27
Quadro 1: Evolução da população no Brasil, Tocantins e no município de Pau D'arco – TO ...	39
Quadro 2: Taxa de urbanização do Brasil, Estado do Tocantins e Pau D'arco – TO.....	39
Quadro 3: Demonstração dos indicadores de Longevidade, Mortalidade e Fecundidade do município de Pau D'arco - TO	41
Quadro 4: População rural do município de Pau D'arco - TO	42
Quadro 5: Renda, Pobreza e Desigualdade do município de Pau D'arco - TO.....	46
Quadro 6: Panorama do cenário no eixo de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO	49
Quadro 7: Descrição técnicas do PTPs do SAA de Pau D'arco - TO.	55
Quadro 9: Informações do sistema de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO, de acordo com o SNIS ano base 2019.....	68
Quadro 10: Projeção populacional de Pau D'arco - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2040.	70
Quadro 11: Quadro resumo das metas utilizadas na projeção da demanda e consumo de água.	73
Quadro 12: Projeção da demanda de água da população urbana e rural.....	74
Quadro 13: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Pau D'arco – TO.	75
Quadro 14: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água.	77

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

UFT	Universidade Federal do Tocantins
TO	Tocantins
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
SEPLAN	Secretaria da Fazenda e Planejamento
P.A	Projeto de Assentamento
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
FUNASA	Fundação Nacional da Saúde
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
IPD	Índice de Perdas na Distribuição
Hab	Habitante
TGCA	Taxa Geométrica de Crescimento Anual
MS	Ministério da Saúde
SANEATINS	Companhia de Saneamento do Tocantins
ETA	Estação de Tratamento de Água
INCRA	Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária
DATASUS	Departamento de informática do Sistema Único de Saúde do Brasil
INEP	Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais
IDHM	Índice de Desenvolvimento Humano
SEFAZ	Secretaria de Estado da Fazenda e Planejamento
ATR	Agência Tocantinense de Regulação
ATS	Agência Tocantinense de Saneamento
PTP	Poço Tubular Profundo
ANA	Agência Nacional de Águas
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
PVC	Polímero de adição policloreto de vinila
INMETRO	Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia
SALTA-Z	Solução Alternativa Coletiva Simplificada de Tratamento de Água para Consumo Humano
Un.	Unidade

LISTA DE SÍMBOLOS

L	Litro
m ³	Metro Cúbico
h	Hora
R\$	Reais
a.a	Ao ano
%	Por cento
Km	Quilômetro
Qm	Vazão Máxima
s	Segundos

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. OBEJTIVOS	16
1.1.1. Objetivo Geral	16
1.1.2. Objetivos Específicos	16
2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
2.1. Saneamento Básico no Brasil	17
2.2. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB	19
2.3. Fontes de poluição da água	21
2.4. Importância do tratamento da água para consumo humano	22
3. METODOLOGIA	24
3.1.1. Área de Estudo	25
3.1.2. Levantamento de Dados	26
3.1.3. Diagnóstico	26
3.1.4. Prognóstico	28
3.1.4.1. Projeção Populacional	28
3.1.4.2. Consumo e Demanda de Abastecimento de Água	29
3.1.4.2.1. Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água	29
3.1.4.2.2. Consumo per capita	29
3.1.4.2.3. Coeficientes de Variação de Consumo	29
3.1.4.2.4. Perdas no Sistema de Distribuição	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. DIAGNÓSTICO	31
4.1.1. Caracterização Ambiental	31
4.1.1.1. Aspectos Pedológicos	31
4.1.1.2. Características do Relevo	32
4.1.1.3. Aspectos Climáticos e Meteorológicos	33
4.1.1.4. Tipos de Vegetação	35
4.1.1.5. Recursos Hídricos	37
4.1.2. Caracterização socioeconômica do município	38
4.1.2.1. Perfil Demográfico do Município	38
4.1.2.2. Estrutura Territorial do Município	42
4.1.2.3. Políticas Públicas Correlatas ao Saneamento Básico	42
4.1.3. Políticas Municipais de Saneamento Básico e Legislação	46

4.1.3.1.	Mapeamento da gestão dos serviços de abastecimento de água no município	48
4.1.3.2.	Levantamento da estrutura atual de remuneração dos serviços.....	49
4.1.4.	Serviços de Abastecimento de Água no município	50
4.1.4.1.	Abastecimento de Água na Zona Urbana	51
4.1.4.2.	Abastecimento de Água na Zona Rural	62
4.1.5.	Identificação e Análise das Principais Deficiências do Serviço de Abastecimento de Água	63
4.1.5.1.	Deficiências do SAA identificado em visita técnica	63
4.1.5.2.	Deficiências do SAA identificado por meio de Questionário Online	64
4.1.6.	Consumo e Demanda de abastecimento de água	67
4.1.7.	Identificação e análise da situação econômico-financeira do serviço de abastecimento de água	67
4.1.8.	Caracterização da prestação dos serviços segundo indicadores	68
4.2.	PROGNÓSTICO	69
4.2.1.	Projeção Populacional	69
4.2.2.	Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água	70
4.2.3.	Consumo e demanda de abastecimento de água	71
4.2.3.1.	Consumo médio per capita	71
4.2.3.2.	Coeficientes de Variação de Consumo	72
4.2.3.3.	Perdas totais médias no Sistema de Distribuição	72
4.2.3.4.	Estimativa das demandas de água	73
4.2.4.	Definição de Alternativas Técnicas para atendimento da demanda calculada 78	
4.2.4.1.	Zona Urbana	78
4.2.4.2.	Zona Rural	80
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	83
6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84

1. INTRODUÇÃO

Durante séculos a água foi considerada um bem de domínio público e de quantidade infinita. Sua disponibilidade sempre esteve à disposição do homem por ser um recurso natural autossustentável possuindo a capacidade de restaurar suas características ambientais naturalmente. Atualmente, a preocupação mundial está voltada para a qualidade da água para consumo humano, uma vez que o desenvolvimento das cidades e o aumento populacional acabaram influenciando diretamente no aumento da poluição e degradação dos recursos naturais (JUNIOR, 2005).

O crescimento econômico brasileiro segue um modelo gerador de concentração de renda e infraestrutura, excluindo expressivos segmentos sociais de um nível de qualidade ambiental satisfatório, levando a ocorrência de doenças infecto-parasitárias onde se concentram as populações mais pobres, que sofrem com precárias condições sanitárias e ambientais (RIBEIRO, 2004).

Tendo em vista as condições de saneamento no Brasil e conhecendo suas deficiências, é imprescindível que se faça uma intervenção em prol da defesa do meio ambiente, da promoção da saúde pública e da melhoria das condições sanitárias (BRASIL, 2006).

O saneamento básico pode ser entendido como o conjunto de infraestrutura, serviços e instalações de abastecimentos de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, que objetivam sanar as condições inadequadas de salubridade e de preservação do meio ambiente (Brasil, 2007). A Lei Federal de Saneamento Básico nº 11.445/07, apresentam as diretrizes, mecanismos e ferramentas a qual o saneamento básico deve estar em conformidade.

Os serviços de saneamento básico são de suma importância para a promoção da saúde pública, e a disponibilidade da água em quantidade e qualidade adequada constitui um fator importante no diz respeito a prevenção de doenças.

Ao ter acesso ao tratamento de água e esgoto, a população tem a oportunidade de extinguir ou pelo menos minimizar os efeitos de uma possível contaminação por agentes patogênicos, em que o veículo transmissor seja a água (DUARTE, et al, 2015).

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. No entanto, para que seja este o cenário, é de extrema importância a consciência de que o consumo de água contaminada pode trazer consequências graves à saúde, podendo em algumas situações levar à morte daqueles que, por uma série de outras razões, estão mais suscetíveis às doenças.

Segundo a base de dados do SNIS (2019), a cobertura média do sistema de abastecimento de água no Brasil foi de 83,7%. Com relação a Região Norte, foi a que apresentou um dos piores índices de atendimento total de água, representando 57,5%, um número preocupante, principalmente quando comparado com a região sudeste que apresenta cerca de 91,1% de atendimento total de água.

A nível de estado, o Tocantins apresenta um percentual de 79,34% de atendimento total de água, enquanto que o município de Pau D'arco apresenta um índice de 63,22% (SNIS, 2019).

No dia 15 de julho de 2020 surgiu a Lei 14.026/2020, conhecida como o “novo marco legal do saneamento básico”. O principal objetivo dessa lei é universalizar e qualificar a prestação dos serviços relacionados ao saneamento básico. A meta do Governo Federal é alcançar a universalização até 2033, garantindo que 99% da população brasileira tenha acesso à água potável.

A inexistência de planejamento impede que a administração municipal receba do orçamento da União ou de administrados por órgão ou entidade da administração federal os recursos. Delega-se ao Plano Municipal de Saneamento Básico tal importância em decorrência da essencialidade do ato de planejar as demandas e anseios da comunidade local.

De acordo com a Lei 14.026/2020, todos os municípios brasileiros devem formular uma política pública de saneamento básico, incluindo a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB). No qual, resumidamente, o PMSB exige a existência do diagnóstico do saneamento básico do município e, em seguida, são criadas e distribuídas ações de melhorias para o setor do saneamento básico (CUNHA, 2011; BRASIL, 2012).

Considerando que o PMSB é de suma importância para o desenvolvimento local, a elaboração deste estudo técnico poderá contribuir na tomada de decisão, por parte dos gestores do município de Pau D'arco – TO, visando alcançar a meta de implementação deste macro mecanismo de gestão.

1.1. OBEJTIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

Elaborar um Estudo Técnico que contribua com o município de Pau D'arco - TO na criação de mecanismos voltados para melhoria do abastecimento de água.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Diagnosticar a situação atual do município de Pau D'arco - TO no que diz respeito ao eixo de abastecimento de água, tanto em áreas urbanas como rurais;
- Propor alternativas que possam melhorar o sistema de abastecimento de água do município.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Saneamento Básico no Brasil

O saneamento existe desde o início da humanidade, sendo uma luta do homem em relação ao ambiente, o qual se desenvolve conforme a evolução das diversas civilizações, ou retrocede com a queda das mesmas (FUNASA, 2004).

Para qualquer país, a eficiência, a qualidade e a universalidade dos serviços de saneamento básico são fundamentais para a qualidade de vida da população. Esse setor tem impactos diretos sobre a saúde pública, o meio ambiente e o desenvolvimento econômico de um país. Nesse contexto, um aumento dos investimentos no setor pode ser considerado como parte de uma estratégia de amplo desenvolvimento econômico e social (MADEIRA, 2010).

Segundo dados da Organização Mundial da Saúde - OMS (2000), para cada US\$ 1 gasto em saneamento, são economizados US\$ 4 com saúde pública. De acordo com o Banco Mundial (2004), 1,6 milhão de crianças morrem todo ano devido à diarreia, causada principalmente por condições inadequadas de saneamento básico e higiene.

No Brasil, o saneamento básico é um direito assegurado pela Constituição Federal (1998) e é definido pela Legislação Federal nº 11.445/2007, Art. 3º, inciso I, como,

(...) conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de: a) abastecimento de água potável: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a captação até as ligações prediais e respectivos instrumentos de medição; b) esgotamento sanitário: constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequados dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente; c) limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, transbordo, tratamento e destino final do lixo doméstico e do lixo originário da varrição e limpeza de logradouros e vias públicas; d) drenagem e manejo das águas pluviais, limpeza e fiscalização preventiva das respectivas redes urbanas: conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas;

Os serviços de saneamento básico no Brasil são historicamente constituídos pela atuação de instituições públicas e de instituições privadas. A iniciativa pública passou a

atuar no Brasil, em alguns municípios, na área do saneamento entre o final do século XIX e início do XX com a ampliação do acesso à água através de distribuições de chafarizes e bicas públicas e, principalmente na implantação das primeiras estruturas sanitárias destinadas à coleta de esgotos, com fins a solucionar problemas de epidemias advindas das precárias condições urbanas. (Oliveira, 2005).

O início da década de 1970 foi marcado por grandes pressões por parte da população e de representantes da indústria e comércio, reivindicando maiores investimentos no setor de saneamento básico, tais como extensão das redes de abastecimento, redes de coleta e tratamento de esgotos (Oliveira, 2005).

Neste período foi criado o PLANASA – Plano Nacional de Saneamento – onde o governo federal tenta reorganiza o setor de saneamento buscando solucionar o déficit em abastecimento de água e esgotamento sanitário gerado pelo crescimento populacional acelerado nas cidades a partir de meados da década de 1960 (FUNASA, 2019).

O PLANASA cria as Companhias Estaduais de Saneamento Básico (CESB), resultando em 26 companhias regionais. Caberia, portanto, ao Estado e aos Municípios aderirem ou não a este Plano. Neste sentido, foram criadas em todos os Estados, Companhias de Saneamento Básico, tais como a Companhia de Saneamento do Tocantins - SANEATINS, que estariam responsáveis pelo planejamento, execução e operação dos serviços de saneamento, através da concessão dos municípios (Oliveira, 2005).

De acordo com o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - SNIS (2019), o abastecimento de água beneficia 83,6% da população brasileira, com um alto índice de desperdício da água tratada, alcançando 38,5%. Ainda segundo a mesma fonte, a região norte apresenta o menor índice de atendimento com abastecimento de água ao compararmos com outras regiões do país, representando apenas 57,1%.

No Art. 9º da Lei Federal de Saneamento Básico (Lei nº. 11.445/2007) fica definido que o titular dos serviços será responsável por formular a respectiva Política Municipal de Saneamento Básico e o Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB, promovendo a gestão pública novas diretrizes nacionais e definindo o planejamento dos serviços básicos como instrumento fundamental para se alcançar o acesso universal do saneamento básico (FUNASA, 2006). A política e plano são instrumentos indispensáveis e obrigatórios para a contratação ou concessão do conjunto de serviços que compõem o saneamento básico.

2.2. Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB

Os Planos Municipais de Saneamento Básico são instrumentos de planejamento, construídos de modo a detalhar a forma pela qual ocorrerá a prestação de serviços de saneamento básico, onde serão definidas a forma a orientar a atuação dos prestadores de serviços. Porém, neste caso, trata não somente da situação futura, como também da situação atual por meio do diagnóstico da realidade municipal (CNM, 2014).

É importante destacar que o PMSB se baseia nos princípios de universalidade, integralidade das ações e equidade. Segundo a Lei Nacional de Saneamento Básico (Lei nº 11.445/2007), os serviços públicos de saneamento básico serão prestados com base nos seguintes princípios fundamentais:

- Universalização do acesso;
- Integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- Eficiência e sustentabilidade econômica;
- Utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- Transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- Controle social;
- Segurança, qualidade e regularidade;
- Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

É importante ressaltar que a política e o plano são atribuições indelegáveis do titular dos serviços e devem ser elaborados com a participação da sociedade, por meio de mecanismos e procedimentos que lhe garantem informações, representação técnica e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (Art. 3º, inciso IV da Lei nº 11.445/2007).

O Plano Municipal de Saneamento Básico se insere no planejamento participativo, permitindo que a população tenha poder na tomada de decisões. A participação da sociedade é fundamental no processo de elaboração do PMSB para apresentação dos cenários e principalmente, para a discussão sobre os prazos e tarifas dos serviços. Aliás, a lei prevê a mobilização social na elaboração, aprovação, execução, avaliação e revisão do Plano, que deve ser feita a cada quatro anos (FUNASA, 2012).

A população poderá contribuir para o diagnóstico dos problemas existentes, apontando, inclusive propostas para o seu equacionamento. Além disso, a expressão das demandas sociais é essencial para a definição dos programas, projetos e ações prioritários do plano. Buscando garantir a participação da sociedade no processo de formulação da política e do planejamento dos serviços públicos de saneamento básico deve se assegurar o acesso às informações e a ampla divulgação da proposta de plano de saneamento básico e dos estudos que as fundamentam, inclusive com a realização de audiências ou consultas públicas (GALVÃO et al. 2010).

Os sujeitos que compõem este processo de planejamento são identificados segundo a FUNASA (2012) como atores sociais, os quais se definem como representantes da sociedade e comunidade em geral, por exemplo: sindicatos, professores, comunidade em geral, sociedade civil organizada, setor privado, outros. Promover o envolvimento e o debate com essas representações é de suma importância para o alcance dos objetivos e metas almejados por este planejamento.

Além do olhar social o PMSB é composto por estudo técnico que subsidiará o andamento do planejamento. O Diagnóstico é uma das principais etapas deste processo, sendo ferramenta prioritária para identificar a situação atual do saneamento básico no município (REZENDE, 2011).

O § 8º do art. 19 da Lei 11.445/2007 define que a área de abrangência do plano deve englobar integralmente todo o território do Município, exceto quando for plano regional. De acordo com o art. 52, temos no § 2º que os planos elaborados devem ser planejados com horizonte de 20 (vinte) anos, avaliados anualmente e revisados a cada 4

(quatro) anos, preferencialmente em períodos coincidentes com os de vigência dos planos plurianuais (GALVÃO et al, 2010).

2.3. Fontes de poluição da água

De maneira geral, pode-se dizer que a qualidade de uma determinada água é função das condições naturais e do uso e da ocupação do solo na bacia hidrográfica (VON SPERLING, 2005). O processo acelerado de urbanização fez com que cidades com infraestrutura inadequada fossem geradas, e atrelado ao aumento da pressão das atividades antrópicas sobre os recursos naturais, principalmente pelo aumento do consumo, tem ocasionado deteriorações nos mananciais de água.

Muniz et al. (2013), destaca que os processos naturais, assim como as atividades humanas, podem causar alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água, com consequências adversas para a saúde humana e os ecossistemas. Dentre os principais contribuintes para o comprometimento da qualidade da água pode-se destacar os efluentes (domésticos, rurais, industriais), despejados diretamente nos corpos hídricos, e os deflúvios superficiais de origem urbana e agrícola.

Segundo o Atlas Esgotos (2017), produzido pela Agência Nacional das Águas (ANA), 43% da população brasileira urbana são atendidos por sistema coletivo (rede coletora e estação de tratamento de esgotos); 12%, por solução individual (fossa séptica); 18% se enquadram na situação em que os esgotos são coletados, mas não são tratados; e 27% são desprovidos de atendimento, ou seja, não há coleta nem tratamento de esgoto. Somando a parcela dos cidadãos que não têm esgoto tratado e os que não têm coleta, são 45% da população, ou 93,6 milhões.

Esses dados são importantes para mostrar que a poluição das águas devido, principalmente, a insuficiência de coleta e tratamento de esgotos sanitários, associada à falta de ações para proteção dos mananciais, contribui para a diminuição da oferta de água para abastecimento público (OLIVEIRA; MOLICA, 2017).

O lançamento de esgotos e lixos na água eleva a poluição dos corpos d'água devido ao aumento da quantidade de nutrientes provenientes de materiais orgânicos. Este processo é chamado de eutrofização. Na eutrofização há o surgimento de algas, onde a água fica turva e a quantidade de oxigênio dissolvido na água diminui bastante, o que leva à morte de espécies animais e vegetais (OLIVEIRA; MOLICA, 2017).

A agricultura é outra fonte importante de poluição das águas superficiais. O Brasil caminha para uma situação similar aos países desenvolvidos em que o uso agrícola tem predominância sobre os demais: doméstico e industrial (TOLEDO, 2004). Em áreas rurais onde há intensa atividade agrícola, a eutrofização de corpos de água pode ser acelerada pelo influxo de nutrientes, provenientes de fertilizantes, transportados por escoamento superficial (MANSOR, 2005).

Para ser inserida dentro dos limites de potabilidade a fim de se evitar qualquer tipo de contaminação e transmissão de doenças, é necessário que a água seja submetida a um conjunto de procedimentos químicos e físicos nas Estações de Tratamento de Água (ETAs) (DI BERNARDO, 2005).

2.4. Importância do tratamento da água para consumo humano

A água é o constituinte inorgânico mais abundante na matéria viva. No homem, mais de 60% do seu peso são constituídos por água, e em certos animais aquáticos esta porcentagem sobe a 98% (VON SPERLING, 2005).

Quando se trata da superfície do planeta terra, sabe-se que três quartos da superfície do planeta são compostos por água, sendo que 97% dessa água é salgada. Dos 3% restantes, 2,2% se encontram nas geleiras e 0,8% em estado líquido, estando 97% destes, nos lenções freáticos como água subterrânea e apenas 3% como água doce superficial (MARIA MOREIRA E SILVA; DOS SANTOS, 2016).

Diante do exposto, podemos observar que apenas 0,8% da água disponível no mundo está disponível para o abastecimento público, sendo que destes 0,8%, apenas 3% encontra-se disponível de forma mais fácil de ser extraída, ou seja, na superfície, demonstrando assim a importância de preservar os recursos hídricos.

Durante séculos a água foi considerada um bem de domínio público e de quantidade infinita. Sua disponibilidade sempre esteve à disposição do homem por ser um recurso natural autossustentável possuindo a capacidade de restaurar suas características ambientais naturalmente. Atualmente, a preocupação mundial está voltada para a qualidade da água para consumo humano, uma vez que o desenvolvimento das cidades e o aumento populacional acabaram influenciando diretamente no aumento da poluição e degradação dos recursos naturais (JUNIOR, 2005).

As ações antropogênicas são as que possuem maior impacto devido aos lançamentos de cargas poluentes nos sistemas hídricos e a alteração do uso da terra acaba provocando intervenções diretas no sistema fluvial (TUCCI, 2007).

Von Sperling (2005) classifica as fontes de poluição em pontual e difusa. Para ele, a poluição pontual acontece quando os poluentes atingem o corpo d'água de forma concentrada; a poluição difusa ocorre quando os poluentes adentram o corpo d'água distribuído ao longo de sua extensão. A qualidade da água é representada por suas características físicas, químicas e biológicas e, dependendo destas características são determinados diversos destinos para a água.

No Brasil, a categorização dos corpos d'água foi definida pela resolução 357 de 2005, do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA), onde são estabelecidas as diretrizes para a classificação dos corpos hídricos em classes de uso, bem como os padrões de qualidade e para o lançamento de efluentes (BRASIL, 2005).

O conhecimento dos diversos tipos de impurezas, dos seus efeitos e do modo em que se encontram na água é de grande importância para o delineamento do tratamento a ser adotado, ou seja, são as impurezas que determinam as características da água bruta e em função das quais se fixam os processos de tratamento que devem ser adotados (BRANDÃO, 2011).

A Portaria nº 2914, de 12 de dezembro de 2011 do Ministério da Saúde dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

A discussão por parte das entidades relacionadas a Saúde e ao Meio Ambiente de que existe uma relação direta entre o consumo de água e a saúde humana já é discutida a muitos anos e logo percebeu-se que a água poluída causava males a saúde das pessoas, e a partir desta percepção começaram a surgir sistemas e tecnologias de tratamento de água para o consumo humano.

Ao ter acesso ao tratamento de água e esgoto, a população tem a oportunidade de extinguir ou pelo menos minimizar os efeitos de uma possível contaminação por agentes patogênicos, em que o veículo transmissor seja a água (DUARTE, et al, 2015).

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. No entanto, para que seja este o cenário, é de extrema importância a consciência de que o consumo de água contaminada pode trazer consequências graves à saúde.

3. METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste estudo foi utilizada pesquisa bibliográfica e levantamento de dados primários através de visita *in loco* no território do município, assim como a aplicação de questionário online junto à população e, a partir disto, foi realizado o tratamento e análise qualitativa e quantitativa dos dados (Diagnóstico e prognóstico).

O fluxograma a seguir apresenta as etapas abordadas dentro do Diagnóstico e do Prognóstico.

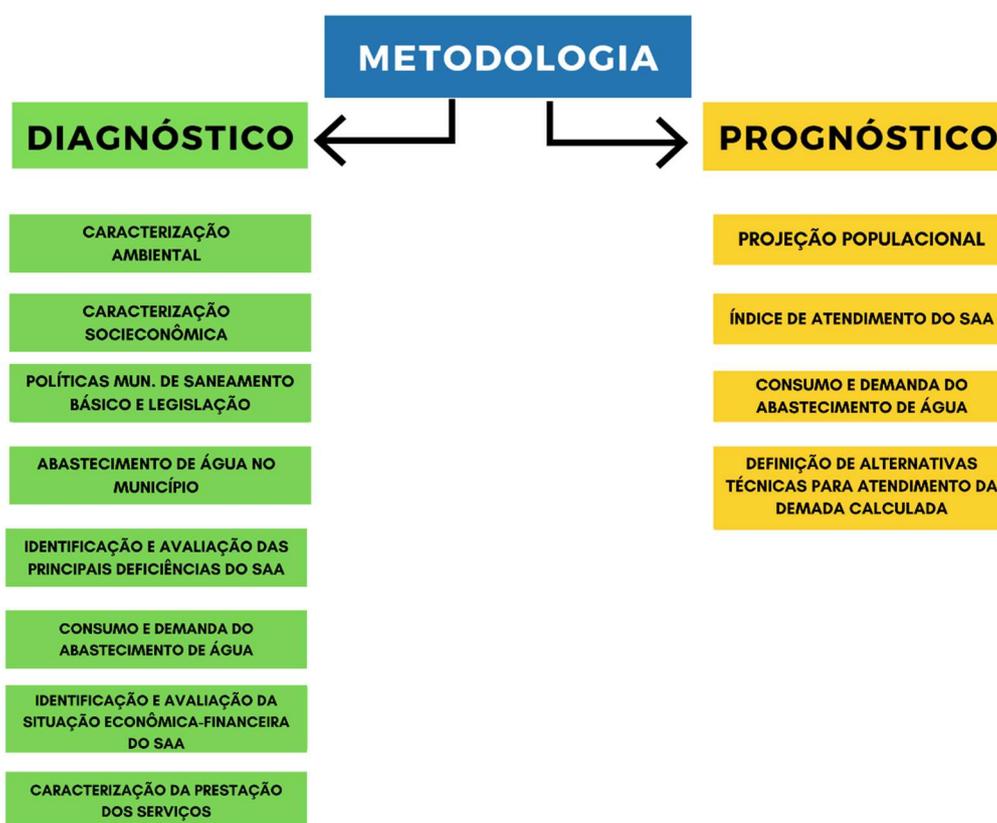


Figura 1: Fluxograma esquemático da metodologia.

Fonte: Próprio autor.

3.1.1. Área de Estudo

O município de Pau D'arco – TO se localiza à margem direita do rio Araguaia, na Mesorregião Ocidental do Tocantins sob as coordenadas geográficas (Lat 07°32'374" S; Long 49°22'048" O), como mostra a figura a seguir.

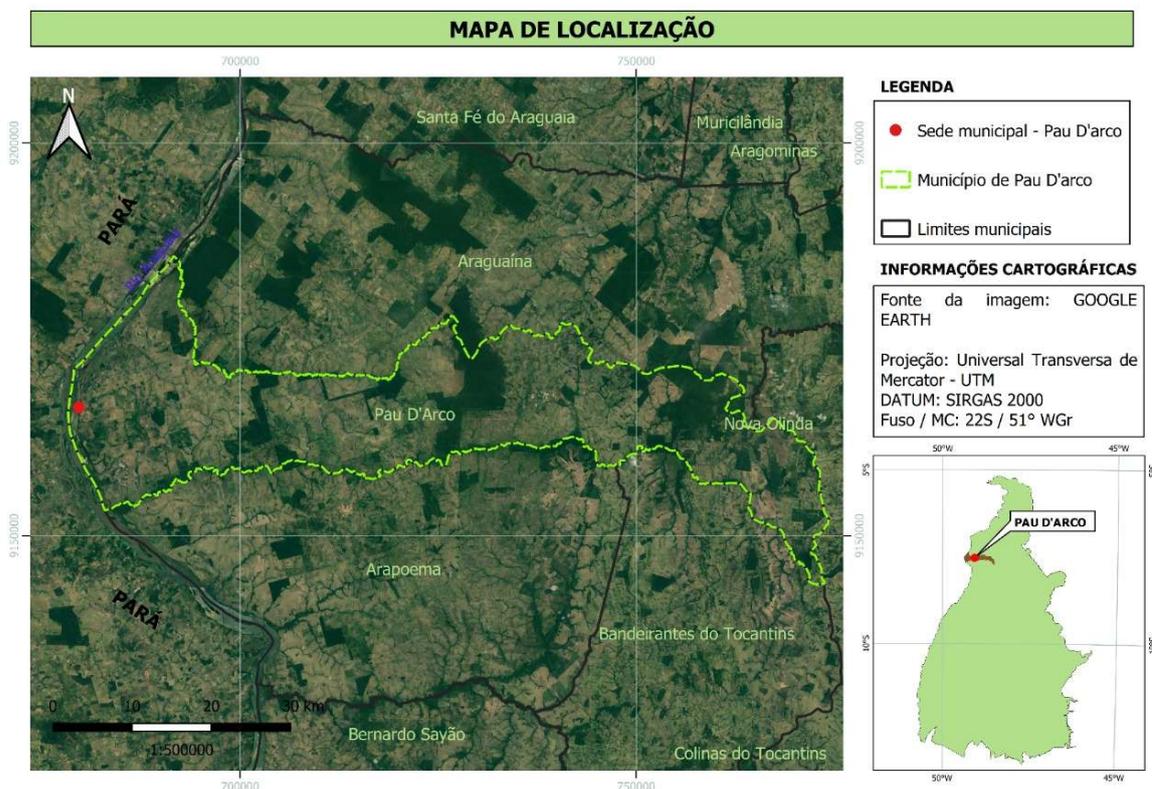


Figura 2: Localização do município de Pau D'arco - TO.

Fonte: Próprio autor.

O município de Pau D'arco teve origem devido ao ciclo da borracha que no final do século XIX era explorada no sertão do estado do Pará. Naquela época havia uma árvore seca caída à margem esquerda do rio Araguaia, esta árvore era um Ipê, também conhecida na região como Pau D'arco e com o passar do tempo tornou-se costume as embarcações realizarem suas paradas neste local, que logo passou a ser conhecida como principal porto de embarque da borracha. Assim, nasceu o porto de Pau D'arco (SEPLAN, 2017).

Com a criação do estado do Tocantins, começou o movimento político pela emancipação de Pau D'arco. No dia 20 de fevereiro de 1991 foi publicado no Diário Oficial do Estado do Tocantins a Lei 255 que criava o município de Pau D'arco. A instalação do município ocorreu 1º de janeiro de 1993.

Atualmente, o município possui uma extensão territorial de 1.377,406 km². O município de Pau D'arco – TO é formado por duas áreas distintas, a zona urbana, sede

municipal, e zona rural, sendo que essa última contempla, P.A Pindorama, P.A Dois Riachos, P.A Sudan, P.A Filadélfia e algumas propriedades rurais.

Quanto a população local, no ano de 2010 a população total do município era de 4.588 pessoas, sendo que destes 2.900 habitantes (63,2% da população total) eram residentes da área urbana e 1.688 (36,8% da população total) eram residentes da área rural.

Segundo o IBGE, a população estimada para o município de Pau D'arco – TO, para o ano de 2020 é de 4.867 habitantes.

3.1.2. Levantamento de Dados

Foram realizadas várias pesquisas buscando investigar a situação atual em relação ao abastecimento de água no município de Pau D'arco -TO. Em maio de 2020, foi feita uma visita de campo para a coleta de dados primários e obtenção de material fotográfico. Além dos dados da visita em campo (fonte primária) este estudo obteve dados de fontes secundárias, como: IBGE, SEPLAN, FUNASA, SEFAZ, entre outros.

3.1.3. Diagnóstico

O diagnóstico realizado levou em consideração tanto a zona urbana como a rural, contemplando nesta etapa de elaboração o olhar técnico e a consolidação de dados primários obtidos através de visita *in loco* e secundários. Além disso, foi levado em consideração à percepção da sociedade, no qual foi obtido através da aplicação de questionário online utilizando a plataforma *Google Forms*. Para a realização da pesquisa feita através da plataforma *Google Forms* a comunidade respondeu sobre os seguintes quesitos referente ao abastecimento de água.

- Endereço
- Quem realiza o serviço de abastecimento de água na sua residência ou comércio;
- Considerando os aspectos da água consumida, em uma escala de 1 a 5, pontue o Gosto da Água?
- Considerando os aspectos da água, em uma escala de 1 a 5, pontue o Cheiro da Água?
- Considerando os aspectos da água, em uma escala de 1 a 5, pontue a Transparência da Água?

- Considerando os aspectos da água, em uma escala de 1 a 5, pontue a Pressão da Água?
- Utilizando uma escala de 1 a 5, qual nota geral você dá para os serviços de abastecimento de água prestados?
- Nos últimos 6 meses, faltou água por qualquer outro motivo que não seja por atraso no pagamento?
- Se sim, quantas vezes faltou água nos últimos 6 meses?
- No caso de falta de água, você foi avisado com antecedência?
- Você está satisfeito com o tempo que a equipe leva para chegar ao local e solucionar a interrupção do fornecimento de água?

Para a análise do resultado dos questionamentos citados foi considerado uma escala de 1 a 5 que também medirá o grau de satisfação da população quanto aos serviços de abastecimento de água prestado. O quadro a seguir mostra a classificação da escala, variando em um grau de satisfação de ótimo a péssimo.

Quadro 1: Grau de satisfação da população quanto ao sistema de abastecimento de água

Grau de satisfação	Escala
Ótimo	5
Muito bom	4
Bom/Regular	3
Ruim	2
Péssimo	1

Fonte: Próprio autor.

Os dados primários identificados correspondem a situação da infraestrutura local e as características socioambientais do município. Quanto aos dados secundários, serão avaliados documentos como Plano Municipal de Saneamento Básico e demais documentos que forem pertinentes. Os dados obtidos no diagnóstico foram transformados em sínteses para a estruturação deste estudo.

3.1.4. Prognóstico

Segundo o art. 52, § 2º da Lei Federal nº 11.445/2007, o horizonte de planejamento do Plano Municipal de Saneamento Básico – PMSB deve ser de 20 (vinte) anos. Com base nisso, o Prognóstico realizado no referido estudo compreende o horizonte de 20 (vinte) anos. Para o planejamento das ações de adequação necessárias dos sistemas de abastecimento de água, faz-se necessário estimar a demanda futura de água ao longo do horizonte de estudo. Esta estimativa exige inicialmente uma projeção da evolução populacional para o horizonte de 20 anos, seguida de uma projeção de demanda por água. Dessa forma, foram realizadas projeções para o horizonte de 20 anos, tendo cada estimativa sua metodologia, as quais estão apresentadas a seguir.

3.1.4.1. Projeção Populacional

O estudo da evolução populacional visa estimar a população do município no horizonte de 20 anos. Diagnosticar o cenário atual e futuro é indispensável para dar agilidade às análises e prospectivas, e promover a formulação de políticas e intervenções específicas, permitindo que a comunidade de Pau D’arco – TO alcance a eficiência no abastecimento de água.

A projeção da população do município de Pau D’arco – TO levou em consideração informações já consolidadas pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas – IBGE. As projeções não servem tão somente ao poder público, a iniciativa privada aproveita dos dados oficiais para traçar seu planejamento, otimizando custos e aproveitando o fluxo de capital e informações dos principais locais e cenários da economia.

Para projetar a população futura de Pau D’arco - TO foi utilizado o método de projeção de acordo com os postulados matemáticos do cálculo da taxa de crescimento geométrico utilizado pelo IBGE. A fórmula a seguir representa a taxa de crescimento geométrico.

$$r_g = \left(\sqrt[t]{\frac{p_{\text{final}}}{p_{\text{inicial}}}} \right) - 1$$

Onde:

rg: taxa de crescimento geométrico;

t: tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos;

pinicial: população no início do período (2000);

pfinal: população no final do período (2010);

3.1.4.2. Consumo e Demanda de Abastecimento de Água

Para definir o consumo atual e a demanda futura de água no sistema de abastecimento fez-se necessário alinhar a projeção populacional, índice de atendimento com abastecimento de água, consumo per capita, coeficiente de variação de consumo e as perdas na distribuição. A seguir são descritas as variáveis citadas.

3.1.4.2.1. Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água

O índice de atendimento é compreendido pelos índices total e urbano, e para este estudo foi adotado o último índice de atendimento estabelecido pela base de dados SNIS. Segundo o SNIS (2019) o índice de atendimento total (IN055) de Pau D'arco - TO é 63,22% e o índice de atendimento urbano (IN023) é 100%.

3.1.4.2.2. Consumo per capita

Para obter os dados relacionados ao consumo per capita do município em estudo, este estudo utilizou-se o banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS). A fim de avaliar o histórico de consumo da comunidade de Pau D'arco - TO, optou-se por considerar o banco de dados do SNIS no período de 2010 a 2019.

3.1.4.2.3. Coeficientes de Variação de Consumo

O consumo de água é variável ao longo do tempo, em função dos hábitos da população e das condições climáticas. Os coeficientes de dia e de hora de maior consumo, K_1 e K_2 , são utilizados na concepção de projetos, pois refletem estas variações extremas no consumo de um determinado sistema de abastecimento de água. Na ausência dos dados necessários ao cálculo dos coeficientes, são adotados valores recomendados na

bibliografia sobre o assunto. Os valores adotados neste estudo são baseados nas normas referentes ao abastecimento de água.

Para efeito das avaliações foram utilizados os seguintes coeficientes de variação de consumo (relativos à média anual):

- K_1 é a relação entre o maior consumo diário, verificado no período de um ano e o consumo médio diário deste mesmo período: 1,20;
- K_2 é relação entre a máxima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo: 1,50.

3.1.4.2.4. Perdas no Sistema de Distribuição

Os índices de perdas no sistema de distribuição (IPD) foram obtidos no banco de dados do SNIS. As perdas representam a parcela da água produzida que não é micromedida, por perdas reais (vazamentos) ou por perdas aparentes (submedição/ligações clandestinas). Segundo SNIS (2019) o índice de perdas na distribuição (IN049) no município de Pau D'arco – TO é 62,7%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. DIAGNÓSTICO

O diagnóstico trata do levantamento de informações. É uma das etapas fundamentais para subsidiar o planejamento e a gestão de serviços de saneamento básico para o município.

4.1.1. Caracterização Ambiental

4.1.1.1. Aspectos Pedológicos

Na região de Pau D'arco as classes de solos que caracterizam a sua formação pedológica se dividem em cinco classes, sendo os Argissolos, Latossolos, Neossolos, Gleissolos e Plintossolos. Desses, os mais predominantes são o Latossolo e o Argissolo (SEFAZ -TO, 2012).

Os argissolos podem ser caracterizados por serem bem desenvolvidos em gradiente de textura em profundidade, tal fato se dá em consequência do acúmulo de argila dos horizontes superiores. Os neossolos são solos pouco evoluídos, constituídos por material mineral ou por material orgânico com menos de 20 cm de espessura (EMBRAPA, 2018).

Latossolos são solos muito intemperizados, profundos e de boa drenagem. Os Latossolos Vermelho-Amarelos têm cores vermelho-amareladas e geralmente apresentam baixa fertilidade natural. Já os Latossolos Vermelhos são importantes pelo seu elevado potencial agrícola, principalmente para a produção de grãos (EMBRAPA, 2018).

O Plintossolo compreende-se em solos compreende solos minerais, hidromórficos, medianamente desenvolvidos, pouco profundos, moderada e imperfeitamente drenados, tendo como característica fundamental o horizonte plíntico constituído por uma mistura de argila, pobre em húmus e rica em ferro, com quartzo e outros materiais (CPRM, 2000). A definição de imperfeitamente drenado está associado a elevada quantidade de argila que apresenta em sua configuração, podendo também apresentar-se fortemente ácidos devido à presença de ferro.

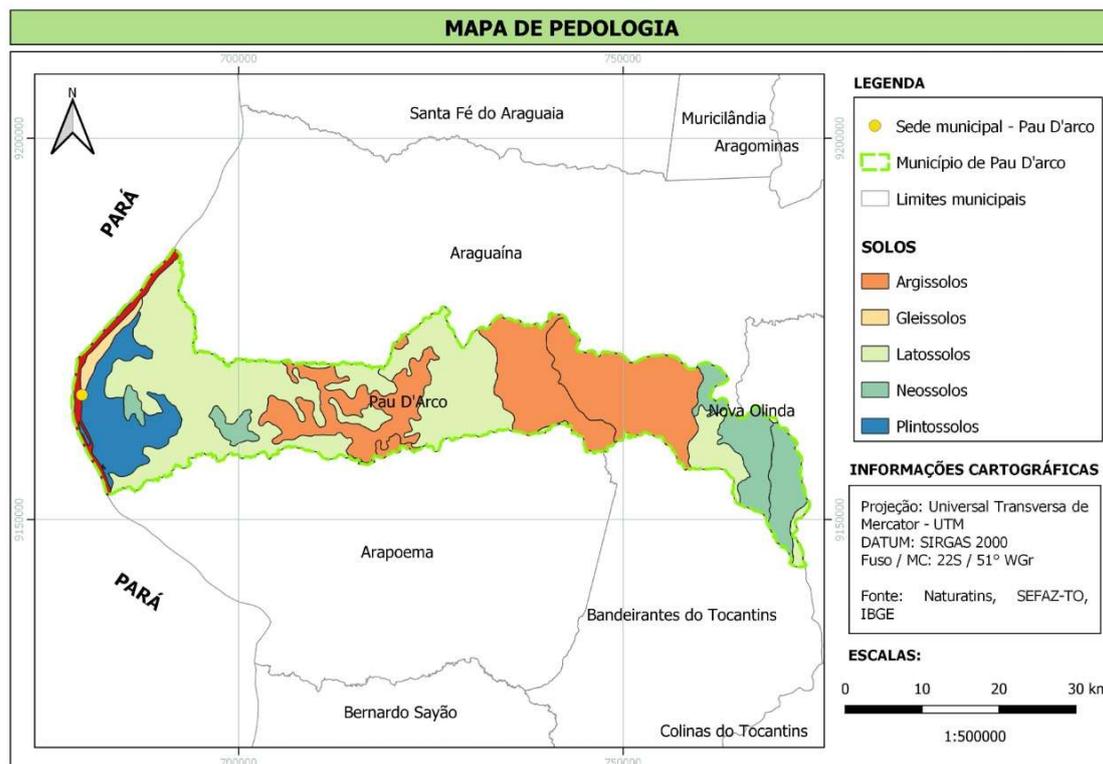


Figura 3: Mapa de solos do município de Pau D'arco – TO.
Fonte: Próprio autor.

4.1.1.2. Características do Relevo

O município de Pau D'arco – TO possui uma diversificação do relevo, tendo algumas regiões aplainadas ou de ondulações suaves. De acordo com o Plano de Zoneamento Ecológico Econômico do Norte do Estado do Tocantins, o município encontra-se na Unidade Patamares do Araguaia, que possui altitudes médias de 200 metros e com predominância de relevo plano.

O território do município se enquadra em cinco classes de declividade, sendo a Classe A (até 5%), Classe B (5% a 10%), Classe C (10% a 15%), Classe D (15% a 30%) e Classe F (maior que 45%) (SEFAZ-TO, 2012), estando a sede municipal inserida na Classe A que corresponde a predominância de áreas com declives suaves, nas quais, na maior parte dos solos, o escoamento superficial é lento ou médio. O declive, por si só, não impede ou dificulta o trabalho de qualquer tipo de máquina agrícola mais usual (SEPLAN, 2012).

Quanto as áreas pertencentes a Classe B, as áreas são geralmente com superfícies inclinadas, geralmente com relevo ondulado, nos quais o escoamento superficial, para a maior parte dos solos, é médio ou rápido (SEPLAN, 2012).

As áreas pertencentes a Classe C são áreas inclinadas ou colinosas, cujo escoamento superficial é rápido na maior parte dos solos. A não ser que o declive seja muito complexo, a maior parte das máquinas agrícolas podem ser usadas (SEPLAN, 2012).

Já as áreas pertencentes a Classe D, são áreas inclinadas a fortemente inclinadas, cujo escoamento superficial é rápido a muito rápido na maior parte dos solos. Podem ser trabalhados mecanicamente apenas em curvas de nível por máquinas simples de tração animal ou com limitações e cuidados especiais por tratores de esteira (SEPLAN, 2012).

A classe F tem como característica a predominância de áreas íngremes, de regiões montanhosas, onde nenhum tipo de máquina agrícola pode trafegar. O escoamento superficial é sempre muito rápido e os solos, extremamente suscetíveis à erosão hídrica. Essa classe está pouco presente no município, como pode ser observado na figura a seguir.

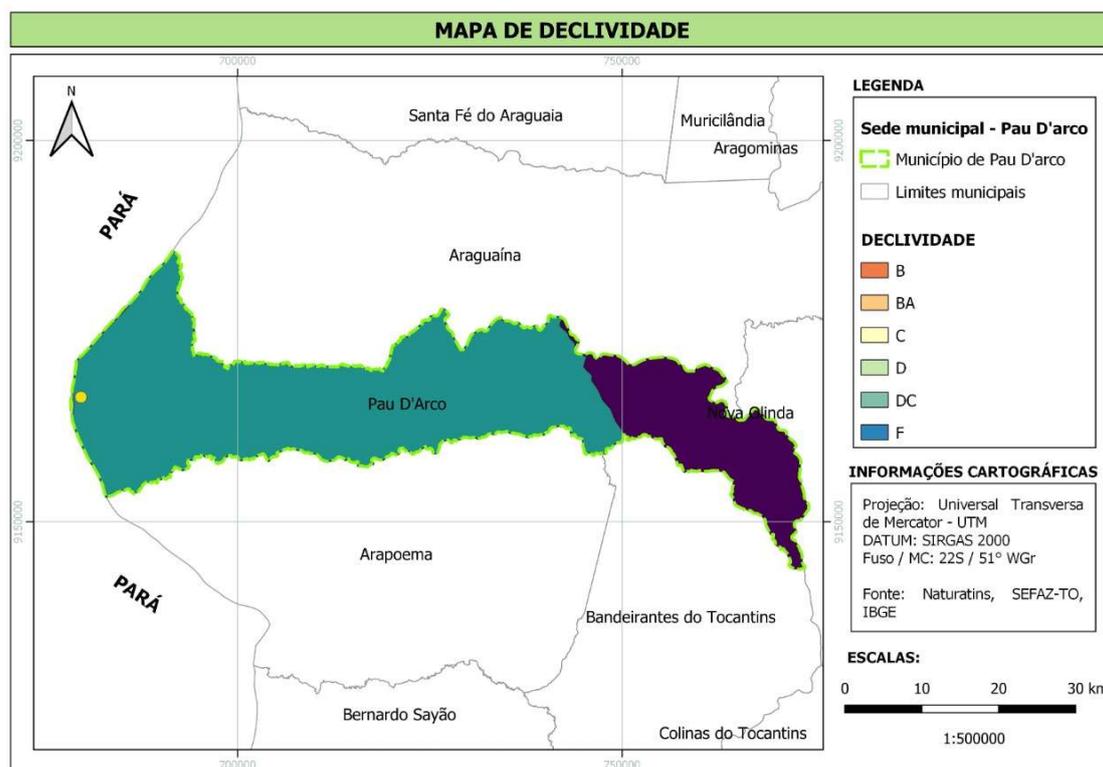


Figura 4: Mapa de declividade do município de Pau D'arco - TO.
 Fonte: Próprio autor.

4.1.1.3. Aspectos Climáticos e Meteorológicos

Conforme a Base de Dados disponibilizado pela SEFAZ –TO (2012), o Município de Pau D'arco tem seu clima predominantemente classificado como B1wA'a' (clima úmido com moderada deficiência hídrica) e apresenta algumas faixas classificadas como

C2wA'a'' (clima úmido subúmido com moderada deficiência hídrica), pelo Método de Thornthwaite, que considera os índices de aridez, umidade e eficiência térmica (evapotranspiração potencial), derivados diretamente da precipitação, da temperatura e dos demais elementos resultantes do balanço hídrico de Thornthwaite-Mather em sua classificação.

O município caracteriza-se por apresentar uma moderada precipitação anual, apresentando faixas que variam de 1700 a 1900 mm, com moderada deficiência hídrica no inverno e pequenas faixas de clima úmido subúmido (SEFAZ-TO, 2012).

O clima predominante apresenta as seguintes características: clima úmido com moderada deficiência hídrica no inverno, evapotranspiração potencial apresentando uma variação média anual entre 1.400 e 1.700 mm, distribuindo-se no verão em torno de 390 e 480 mm ao longo dos três meses consecutivos com temperatura mais elevada.

A seguir são apresentados os mapas referentes a precipitação e ao clima de Pau D'arco.

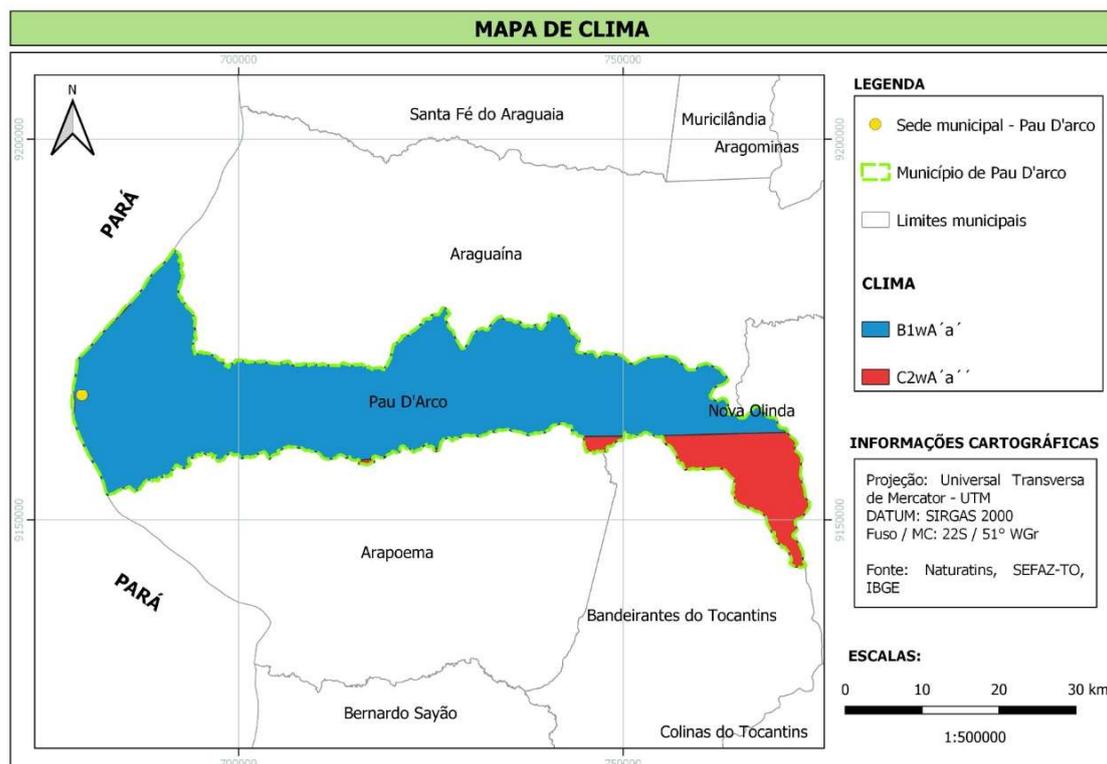


Figura 5: Mapa climatológico do município de Pau D'arco - TO.
 Fonte: Próprio autor.

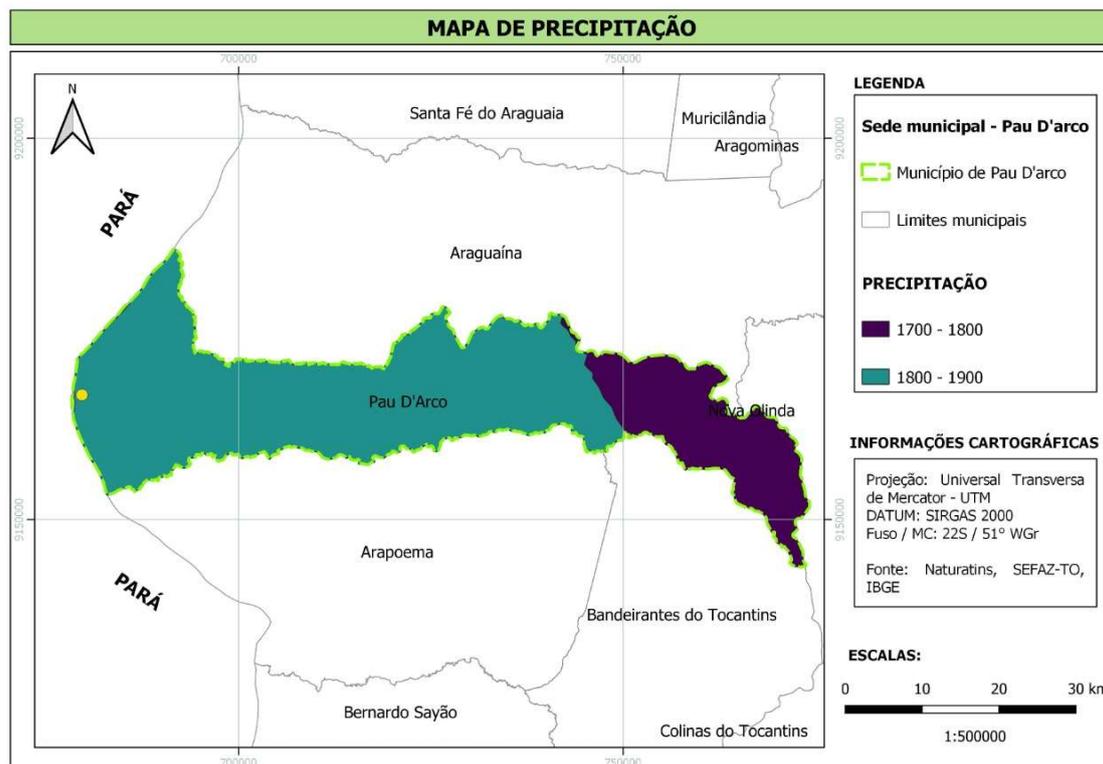


Figura 6: Mapa de Precipitação do município de Pau D'arco - TO.
 Fonte: Próprio autor.

4.1.1.4. Tipos de Vegetação

O município de Pau D'arco – TO é uma região na qual ocorre predominantemente as diversas tipologias de Cerrado, sendo sua distribuição muito relacionada aos níveis de intervenção antrópica a que foram submetidos.

Predominam na região do município as formações fitoecológicas de: Contato Savana/Floresta Ombrófila, Floresta Ombrófila Densa, Floresta Ombrófila Densa Submontana, Floresta Ombrófila Aberta Submontana, Floresta Ombrófila Densa Aluvial e Savana Arborizada (Cerrado Sentido Restrito), na qual predomina no território a Floresta Ombrófila Densa (SEFAZ-TO, 2012).

A Floresta Ombrófila ocorre nos ambientes ombrófilos, derivados de fatores climáticos tropicais de elevadas temperaturas e alta precipitação, bem distribuída durante o ano, com no máximo dois a três meses secos. As árvores de maior porte variam de 30 a 40 metros, enquanto que o dossel é formado por árvores com cerca de 25 metros (SEPLAN, 2012). Essa região comporta os seguintes tipos de vegetação: floresta ombrófila aberta (aluvial ou submontana) e floresta ombrófila densa (aluvial ou submontana). O dossel da floresta ombrófila densa é composta basicamente por espécies arbóreas.

A Floresta Ombrófila Densa Aluvial, é a Floresta Ombrófila Densa que ocorre ao longo dos cursos de água, ocupando os terraços de sedimentação recente (IBGE, 2012).

Segundo o Plano de Zoneamento Econômico Ecológico – ZEE, Centro Oeste, da Secretaria da Fazenda e Planejamento (2017) a Floresta Ombrófila Densa Submontana tem seu desenvolvimento relacionado a regiões de alta pluviosidade (Ombrófila - amiga das chuvas), formando florestas com dossel fechado.

Já a Floresta Ombrófila Aberta Submontana é considerada como um tipo de transição entre a Floresta Amazônica e as áreas extra-amazônicas. Apresenta faciações florísticas que alteram a fisionomia ecológica da Floresta Ombrófila Densa, imprimindo-lhe claros, daí advindo o nome adotado, além dos gradientes climáticos com mais de 60 dias secos por ano.

A Savana Arborizada é uma tipologia caracterizada por árvores baixas, inclinadas, com ramificações irregulares e retorcidas, geralmente com evidências de queimadas. Apresenta também um componente arbustivo e herbáceo bastante representativo.

O mapa a seguir apresenta a abrangência de cada uma destas formações de vegetação.

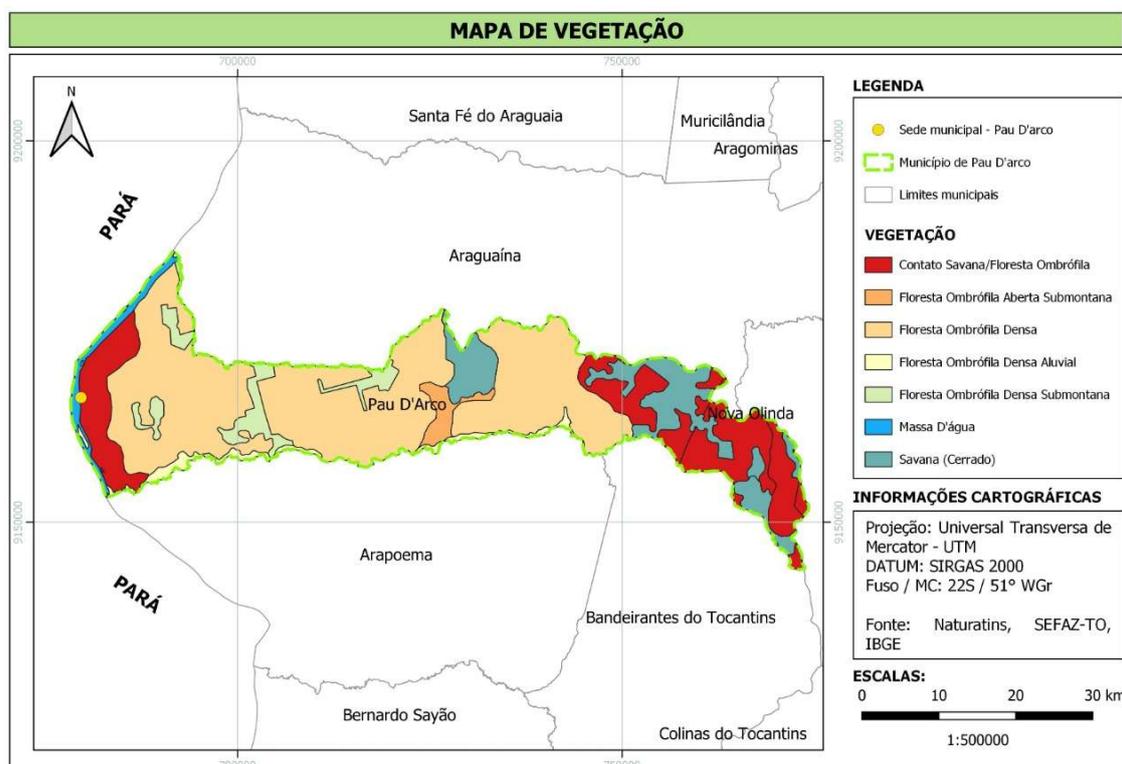


Figura 7: Mapa de Vegetação do município de Pau D'arco - TO.
 Fonte: Próprio autor.

4.1.1.5. Recursos Hídricos

O município está inserido na Bacia do Rio Araguaia e nas sub-bacia do Rio Jenipapo e na sub-bacia do Rio Andorinhas, ambos pertencentes ao sistema hidrográfico Araguaia (SEFAZ-TO, 2012).

A área do município possui como corpo hídrico principal o Rio Jenipapo, tendo como afluentes o Córrego Marajá, Córrego Molha Saco, Ribeirão Fundo e Ribeirão Formiga. Além dos rios e córregos citados, a diversos córregos que perfaz o município (SEFAZ-TO, 2012).

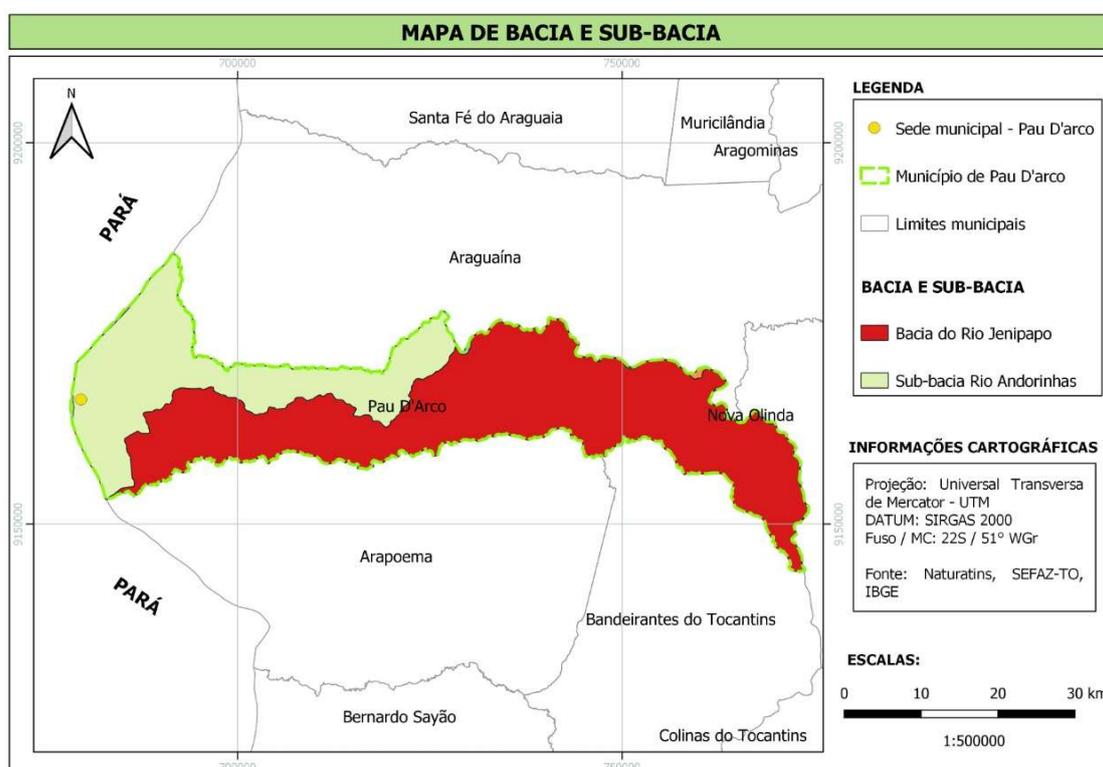


Figura 8: Mapa de Bacia e Sub-Bacia do município de Pau D'arco - TO.
 Fonte: Próprio autor.

Quadro 2: Evolução da população no Brasil, Tocantins e no município de Pau D'arco – TO

Brasil, Unidade da Federação e Município	Situação do domicílio	Anos censitários			Taxa de crescimento anual	
		1991	2000	2010	1991/2000	2000/2010
Brasil	Total	146.825.475	169.872.856	190.755.799	1,47	1,17
	Urbana	110.990.990	137.925.238	160.934.649	2,20	1,55
	Rural	35.834.485	31.947.618	29.821.150	- 1,14	- 0,69
Tocantins	Total	919.863	1.157.690	1.383.445	2,33	1,80
	Urbana	530.636	863.752	1.090.125	4,99	2,35
	Rural	389.227	293.938	293.320	- 2,77	- 0,02
Pau D'arco	Total	3.700	4.335	4.588	1,78	0,57
	Urbana	0,00	2.757	2.900	570,9	0,51
	Rural	3.700	1.578	1.688	-9,03	0,68

Fonte: IBGE (dados censitários 1991, 2000, 2010).

Se tratando da taxa de urbanização, o município assim como no cenário nacional e estadual, apresentou uma alta taxa de crescimento ao longo dos anos, no período compreendido entre 1991 a 2000.

Essa variação no período mencionado foi consequência da criação do município de Pau D' Arco ter ocorrido no dia 20 de fevereiro de 1991 pela Lei Estadual n° 255/1991, ou seja, não ocorreu a participação do município no Censo como zona urbana, apenas zona rural, o que fez com que no censo do ano 2000 passasse a ocorrer a contagem populacional da zona urbana do município, gerando assim uma taxa de crescimento alta. Muito embora, percebe-se que no período de 2000/2010 houve a diminuição do crescimento. A seguir é apresentada a variação do crescimento da população total do município em comparação com estado e país.

Quadro 3: Taxa de urbanização do Brasil, Estado do Tocantins e Pau D'arco – TO

Brasil, Unidade da Federação e Município	Anos censitários		
	1991	2000	2010
Brasil	75,59%	81,19%	84,37%
Tocantins	57,68%	74,61%	78,80%
Pau D'arco – TO	0,00 %	63,60%	63,21%

Fonte: IBGE (dados censitários 1991, 2000, 2010).

Notou-se no período de 2000/2010 o crescimento do número de domicílios na área urbana e rural. No ano de 2000 o número de domicílios na área urbana era de 644 e passou a ser 819 domicílios em 2010. Da mesma forma, a zona rural apresentou um crescimento no número de domicílios, saindo de 372 em 2000 para 489 domicílios no ano de 2010. Do total de domicílios da zona rural, estima-se que 290 domicílios pertencem aos

assentamentos, enquanto que o restante se refere a propriedades rurais e regiões com domicílios esparsos.

No que se refere à estrutura etária, entre os anos 2000 a 2010 a razão de dependência no município passou de 74,17% para 55,95% e a taxa de envelhecimento, de 4,50% para 6,36%. Em 1991, esses dois indicadores eram, respectivamente, 86,04% e 3,36%, ou seja, houve envelhecimento da população, conforme pode se observar nas pirâmides etárias apresentadas na figura a seguir.

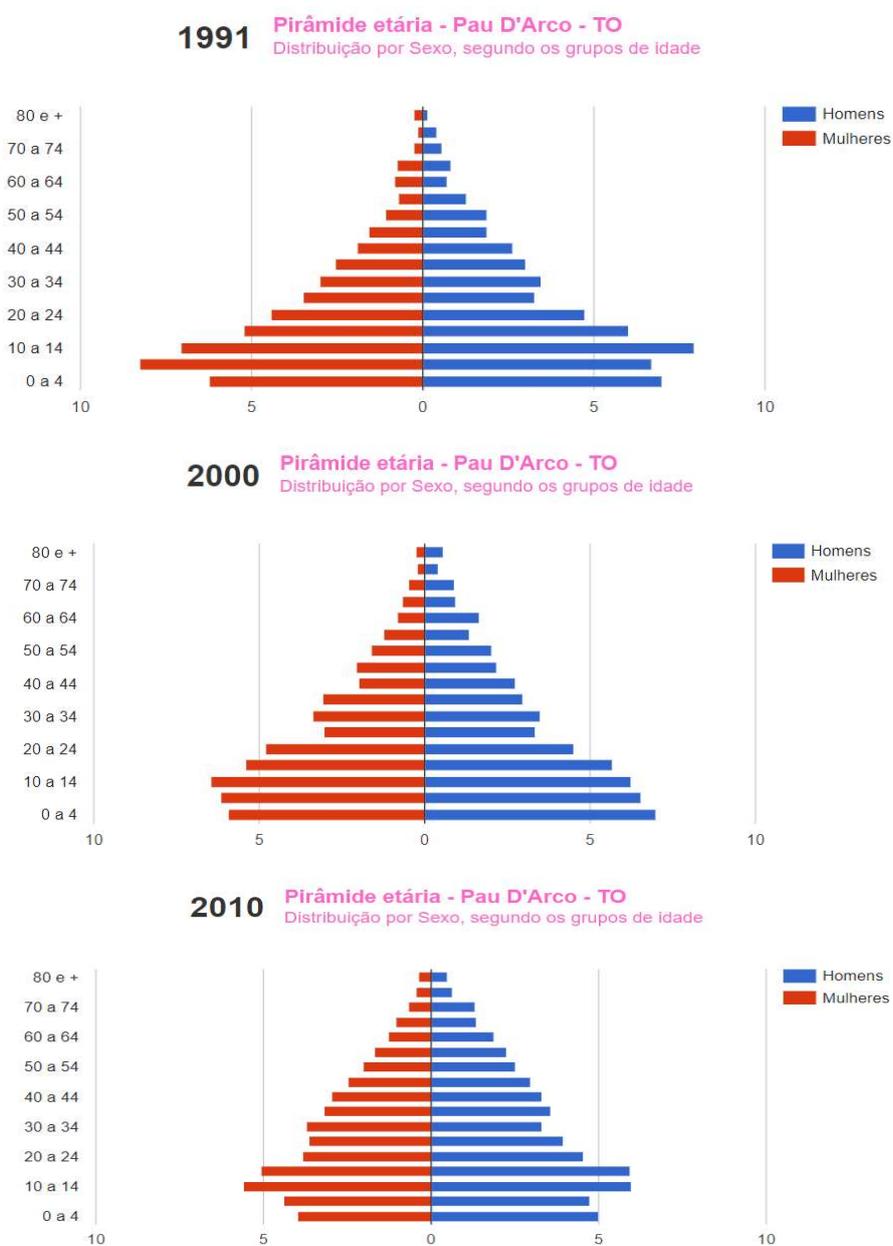


Figura 10: Pirâmide etária do município de Pau D'arco – TO.
Fonte: Dados censitários do IBGE nos anos de 1991, 2000 e 2010

Verifica-se através da Figura 9 que a base da pirâmide referente ao ano de 1991 e 2000 são largas, ou seja, possui elevado nível de natalidade, e essa situação está diretamente relacionada a população rural ser majoritária, uma vez que a tendência é que o filho seja mão de obra no campo. Ainda nas pirâmides dos anos citados, percebe-se que havia uma elevada taxa de mortalidade, uma vez que todos os jovens não estão conseguindo chegar a velhice.

Conforme houve o desenvolvimento local associado ao aumento da população residente na zona urbana, percebe-se que no ano de 2010 houve o estreitamento da base, ou seja, diminuição da natalidade, apresentando em seu corpo e topo a diminuição da mortalidade e o aumento da taxa de envelhecimento, demonstrando que a população aumentou a sua qualidade de vida.

Quanto a separação por sexo masculino e feminino, nota-se um equilíbrio entre ambos não correspondendo, portanto, em uma diferença significativa.

No estudo das pirâmides etárias, é perceptível no município um desenvolvimento acentuado em duas décadas, visto que, as pirâmides são indicativas de melhoria de saúde, educação, informação, conscientização e qualidade de vida dos cidadãos.

Quadro 4: Demonstração dos indicadores de Longevidade, Mortalidade e Fecundidade do município de Pau D'arco - TO

Descrição	1991	2000	2010
Esperança de vida ao nascer (em anos)	63,5	64,8	72,5
Mortalidade infantil (por mil nascidos vivos)	49,2	44,3	19,7
Mortalidade até 5 anos de idade (por mil nascidos vivos)	64,9	56,9	21,2
Taxa de fecundidade total (filhos por mulher)	4,9	3,9	2,6

Fonte: Atlas Brasil, 2013.

Verifica-se que a população vem ficando cada vez mais idosa, efeito da queda de fecundidade, ou seja, o número médio de filhos por mulher, em que o número de filhos por mulher reduziu de 4,9 em 1991, para 2,6 em 2010.

A esperança de vida ao nascer é o indicador utilizado para compor a dimensão Longevidade do Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM). No município, a esperança de vida ao nascer cresceu 7,7 anos na última década, passando de 64,8 anos, em 2000, para 72,5 anos, em 2010. Em 1991, era de 63,5 anos. No Brasil, a esperança de vida ao nascer é de 73,9 anos, em 2010, de 68,6 anos, em 2000, e de 64,7 anos em 1991.

4.1.2.2. Estrutura Territorial do Município

O município de Pau D'arco tem sua maior densidade domiciliar concentrada em apenas uma área urbana contígua, seguida pelos assentamentos e propriedades rurais.

Pau D'arco, conta hoje com quatro Projetos de Assentamento do INCRA, não tendo associações de crédito fundiário, nem comunidades Indígenas e Quilombola. Os assentamentos concentram uma grande parcela da população rural local, correspondendo a 59,3% do total de domicílios. Considerando que a população rural possui 489 domicílios (IBGE, 2010) o quadro a seguir apresenta a distribuição local.

Quadro 5: População rural do município de Pau D'arco - TO

Município	Nome comunidade rural	Domicílios	% do total de domicílios rurais
Pau D'arco – TO	PA Pindorama	22	4,5
	PA Dois Riachos	109	22,3
	PA Sudan	90	18,4
	P.A Filadélfia	69	14,1
	Regiões e propriedades rurais	199	40,7

Fonte: IBGE, dados censitários de 2010 e INCRA,2017.

4.1.2.3. Políticas Públicas Correlatas ao Saneamento Básico

➤ Saúde

Em relação às principais doenças notificadas relacionadas com o saneamento, a dengue é uma das doenças que possui elevados números de casos no Estado do Tocantins, sendo um fator importante para o estudo de saneamento da região, uma vez que, está relacionada com a conscientização da população em termos de Educação Ambiental e Saúde. Esta doença pode ser propagada pelo vetor transmissor *Aedes aegypti*, um mosquito de clima tropical, que se procria em locais com reservas de água (limpa ou suja) como baldes, pneus, plantas e quaisquer recipientes que possam acumular água (BRASIL, 2005).

A população do município de Pau D'arco - TO obteve alguns picos epidêmicos de dengue no decorrer dos anos de 2011 a 2015, sendo que o maior quantitativo de casos ocorreu em 2013 com 10, como mostra a figura 10. Em 2015, 7 casos foram notificados da doença, podendo indicar ações e campanhas efetivas de controle e proliferação do vetor transmissor nos devidos anos.

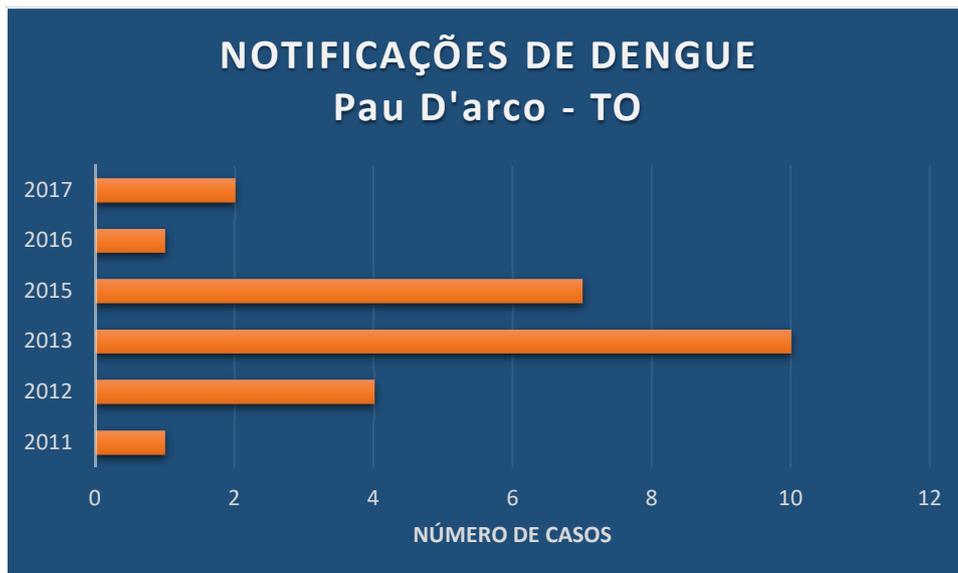


Figura 11: Casos de dengue no município de Pau D'arco - TO, nos anos 2011 a 2017.
Fonte: DATASUS (2020).

A Leishmaniose Tegumentar e a Leishmaniose Visceral (também transmitidas por um mosquito), são características de regiões onde há falta de saneamento, pelo acúmulo de lixo e falta de tratamento de águas e esgotos. (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2019).

No município de Pau D'arco – TO, foram registrados casos Leishmaniose Tegumentar entre os anos de 2009 e 2016, sendo 06 casos ao longo desse período. Os casos registrados foram nos anos de 2009, 2010, 2015 e 2016 (DATASUS, 2020).

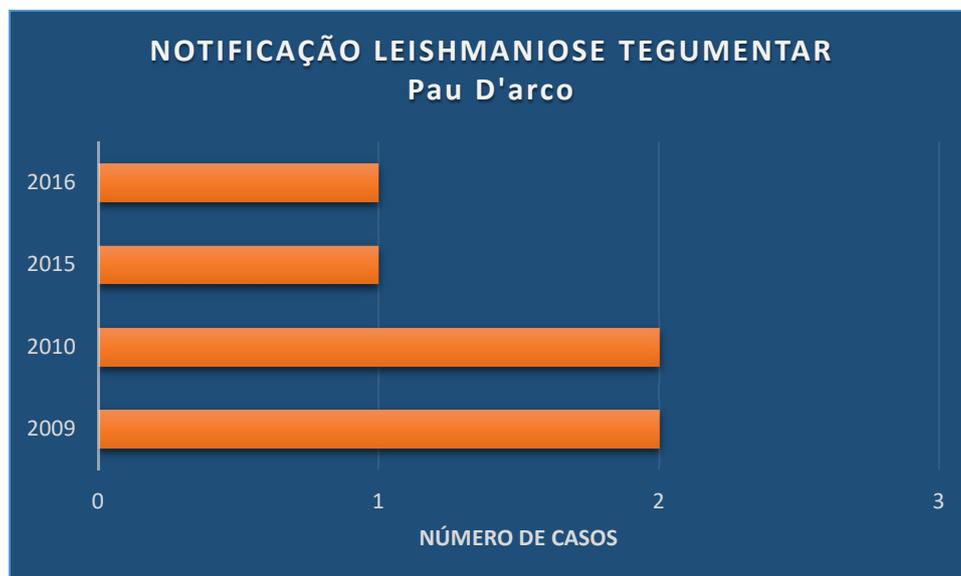


Figura 12: Casos de Leishmaniose Tegumentar no município de Pau D'arco, nos anos de 2009 a 2016.
Fonte: DATASUS (2020).

A malária é reconhecida como grave problema de saúde pública no mundo, ocorrendo em mais de 40% da população de mais de 100 países e territórios. No caso de Pau D'arco, não há registros de caso de malária (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Outro tipo de doença vinculada a falta de saneamento básico é a Hepatite, doença de veiculação hídrica que ocorre em lugares onde não há a disponibilidade de água potável, ou que não existe sistema de abastecimento de água ou quando reservada em local sem vedação e/ou sem a realização de limpeza periódica (FUNASA 2002). No município de Pau D'arco – TO foram registrados 13 casos de Hepatite A e 5 casos de Hepatite B entre os anos de 1999 a 2012 (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2020).

Doenças como esquistossomose e leptospirose também estão relacionadas ao saneamento básico local, no entanto essas não foram identificadas no município de Pau D'arco - TO.

➤ **Educação**

A caracterização do sistema de educação e do nível educacional é de fundamental importância para o desenvolvimento do planejamento urbano municipal que envolva a participação da população, uma vez que este relaciona-se com a facilidade ou dificuldade de sensibilização da população.

Além disso, ressalta-se a importância de um bom sistema educacional na formação de cidadãos mais aptos a avaliar criticamente a qualidade dos serviços relacionados ao saneamento básico.

De acordo com os dados do IBGE, no ano de 2010 a população do município de Pau D'arco – TO possuía taxa de escolarização considerada alta, atingindo o valor de 82,9% da população com 10 anos ou mais de idade.

De acordo com o Atlas Brasil (2013), no município, a proporção de crianças de 5 a 6 anos na escola é de 96,42%, em 2010. No mesmo ano, a proporção de crianças de 11 a 13 anos frequentando os anos finais do ensino fundamental é de 86,15%; a proporção de jovens de 15 a 17 anos com ensino fundamental completo é de 65,06%; e a proporção de jovens de 18 a 20 anos com ensino médio completo é de 37,81%. Além disso, verifica-se que houve uma melhoria na qualidade do ensino municipal, uma vez que, a população mais jovem apresenta um grau de alfabetização maior quando comparada com a população mais velha do município.

De acordo com o Censo Escolar realizado pelo INEP em 2019 a quantidade de pessoas matriculadas na educação infantil era de 183, enquanto que no ensino fundamental foi de 731 e no ensino médio foi de 157.

Quanto ao IDHM Educação, que avalia o desempenho humano nesse eixo, observou-se que houve uma evolução significativa, saindo de 0,067 em 1991 para 0,587 no ano de 2010, refletindo que houve uma relativa expansão do desenvolvimento educacional local junto a comunidade.

➤ **Desenvolvimento local: renda, pobreza, desigualdade e atividade econômica**

O Índice de Desenvolvimento Humano (IDHM) de Pau D'arco era de 0,661, em 2010, o que situa esse município na faixa de Desenvolvimento Humano Médio (IDHM entre 0,600 e 0,699). A dimensão que mais contribui para o IDHM do município é Longevidade, com índice de 0,792, seguida de Renda, com índice de 0,621, e de Educação, com índice de 0,587 (ATLAS BRASIL, 2013).

A renda per capita média de Pau D'arco -TO cresceu 89,90% nas últimas duas décadas, passando de R\$ 200,32, em 1991, para R\$ 241,66, em 2000, e para R\$ 380,41, em 2010. Isso equivale a uma taxa média anual de crescimento nesse período de 3,43%. A taxa média anual de crescimento foi de 2,11%, entre 1991 e 2000, e 4,64%, entre 2000 e 2010. A proporção de pessoas pobres, ou seja, com renda domiciliar per capita inferior a R\$ 140,00 (a preços de agosto de 2010), passou de 53,78%, em 1991, para 69,21%, em 2000, e para 30,36%, em 2010. A evolução da desigualdade de renda nesses dois períodos pode ser descrita através do Índice de Gini, que passou de 0,47, em 1991, para 0,69, em 2000, e para 0,52, em 2010 (ATLAS BRASIL, 2013).

No Quadro 6 é possível verificar o crescimento da renda do município de Pau D'arco – TO ao longo de duas décadas, assim como o Índice de Gini que se refere a um instrumento usado para medir o grau de concentração de renda. Ele aponta a diferença entre os rendimentos dos mais pobres e dos mais ricos. Numericamente, varia de 0 a 1, sendo que 0 representa a situação de total igualdade, ou seja, todos têm a mesma renda, e o valor 1 significa completa desigualdade de renda, ou seja, se uma só pessoa detém toda a riqueza (ATLAS BRASIL, 2013).

Quadro 6: Renda, Pobreza e Desigualdade do município de Pau D'arco - TO

Descrição	1991	2000	2010
Renda per capita	R\$ 200,32	R\$ 241,66	R\$ 380,41
% de extremamente pobres	18,09	39,57	13,12
% de pobres	53,78	69,21	30,36
Índice de Gini	0,47	0,69	0,52

Fonte: Atlas Brasil, 2013.

O Produto Interno Bruto (PIB) é um importante indicador para mensurar a atividade econômica da região, partindo desse princípio verifica-se que no período de 2010 a 2018 o município de Pau D'arco alcançou um aumento significativo do seu PIB. Quanto à composição do PIB, verificou-se que no ano de 2018 a maior parcela de contribuição foi do setor de serviços que correspondeu a 62,95% do PIB total seguido do setor agropecuária. Destaca-se que, a composição do PIB durante o período de 2010 a 2018 não sofreu grandes alterações no seu perfil. (SEFAZ, 2020).

4.1.3. Políticas Municipais de Saneamento Básico e Legislação

Apresenta-se a seguir as legislações ambientais do município de Pau D'arco - TO.

- Lei Orgânica do Município de Pau D'arco - TO do ano de 2006 – Institui as diretrizes do Município de Pau D'arco - TO; Lei nº 001/2019, revisão da Lei Orgânica do Município de Pau D'arco – TO.
- Lei Municipal nº 025/2017– Dispõe sobre a Política Municipal de Meio Ambiente (PMMA) e dá outras providências;
- Lei Municipal nº 013/2008 – Dispõe sobre o Parcelamento do Uso do Solo, onde são definidas as zonas dentro do Plano Diretor Municipal;
- Lei Municipal nº 354/2012 – Institui o Código de Posturas do Município

O município de Pau D'arco – TO não participa de Comitês de Bacias, tendo apenas a instituição do Plano Diretor Urbanístico que define as áreas de utilização, bem como aquelas de interesse social e os usos e ocupações do solo. A Lei Municipal nº 354/2012 se refere ao Código de Posturas que se encontra defasado, não tendo ocorrido nenhuma revisão até o momento.

A Lei Orgânica Municipal, entendida como a “constituição” do município, discorre brevemente sobre o saneamento básico, e coloca como aspectos relevantes ao saneamento básico por meio dos art. 6, VI e VII, art. 180, III, e Capítulo VII são realizadas as diretrizes que norteiam o meio ambiente local, enfatizando segundo o art. 181, que:

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público municipal e à coletividade o dever de defendê-lo para as presentes e futuras gerações. (...)§ 2º - Aquele que explorar recursos minerais fica obrigado a recuperar o meio ambiente degradado de acordo com a solução técnica exigida pelo órgão competente, na forma da lei (...) (Pau D’arco, 2006)”

O município não possui Política de Saneamento Básico, tendo apenas a Política Municipal de Meio Ambiente, que foi redigida no ano de 2017. A Política de Meio Ambiente é um instrumento ambiental que cria um conselho consultivo, o Conselho Municipal de Meio Ambiente, voltado às questões ambientais e também promove a criação de métodos de fiscalização ambiental, Fundo Municipal de Meio Ambiente e até mesmo Licenciamento Ambiental.

No entanto, verifica-se que no decorrer das diretrizes do Conselho Municipal de Meio Ambiente e ao longo da política não se trata de forma específicas do saneamento básico local, mas sim das estratégias de proteção ao meio ambiente. Quanto ao Fundo Municipal, ainda não está em funcionamento, tendo sido apenas criado pela gestão municipal.

➤ **Normas de regulação e ente responsável pela regulação e fiscalização**

A regulação tem como principais objetivos: proteger os interesses dos usuários quanto às obrigações da prestação do serviço público; promover a eficiência e a inovação; assegurar a estabilidade, a sustentabilidade e a robustez dos serviços prestados. De maneira resumida, a regulação pode ser realizada por meio de Agência Reguladora Municipal ou Estadual, em Pau D’arco – TO a regulação é realizada por meio da Agência Tocantinense de Regulação - ATR.

O município criou a Agência Reguladora dos Serviços Públicos de Saneamento Básico, através da Lei Municipal nº 476/2019, porém ainda não houve regulamentação, desse modo, a ATR continua realizando os serviços de regulação no município.

A atuação da ATR junto ao município é pautada nas seguintes legislações e resoluções.

- Lei Estadual nº 1.017/1998 - Dispõe sobre a prestação, regulação, fiscalização e controle dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário no estado do Tocantins, e dá outras providências;

- Lei Estadual 1.758/2007 - alterada pela lei 2.126 - Reestrutura a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Tocantins – ARESTO, dá nova denominação a esta e adota outras providências;
- Lei Estadual 2.126 de 13 de agosto de 2009 - altera a Lei 1.758, de 2 de janeiro de 2007, que reestrutura a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Tocantins – ARESTO;
- Lei Estadual 2.159 de 14 de outubro de 2009 - altera a Lei 1.758 de 2 de janeiro de 2007, que reestrutura a Agência Reguladora de Serviços Públicos Delegados do Estado do Tocantins - ARESTO, dá nova denominação a esta e adota outras providências.
- Resolução Agência Tocantinense de Regulação – ATR nº 027/2009 - Disciplina os procedimentos gerais a serem adotados nas ações de fiscalização das instalações e serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário decorrentes do convênio entre municípios e o estado do Tocantins;
- Resolução ATR nº. 028/2009 - Disciplina a aplicação de penalidades por irregularidades na prestação do serviço público de abastecimento de água e esgotamento sanitário;
- Resolução ATR nº. 029/2009 - Estabelece as condições gerais na prestação e utilização dos serviços públicos de abastecimento de água e de esgotamento sanitário.

Quanto a fiscalização, essa função é exercida tanto pela ATR como também pela Prefeitura Municipal, uma vez que é obrigatoriedade do município fiscalizar a execução dos serviços prestados na localidade. A fiscalização é realizada pelo acompanhamento periódico e monitoramento da qualidade da água, pesquisa de satisfação e outros, sendo realizada principalmente de forma a prevenir possíveis danos ao meio ambiente e à saúde pública.

4.1.3.1. Mapeamento da gestão dos serviços de abastecimento de água no município

A gestão dos serviços de abastecimento de água no município de Pau D'arco – TO apresenta fragilidades significativas do ponto de vista orçamentário, financeiro e de capacitação.

Tais fragilidades, em muitos casos, resultam da falta de planejamento em nível municipal, o que traz como consequência a implantação de ações de forma fragmentada e desarticulada, geralmente pouco duradouras e eficientes.

Nesse sentido, a fim de caracterizar os serviços referentes ao abastecimento de água, o Quadro 6 descreve o panorama do cenário no eixo de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO.

Quadro 7: Panorama do cenário no eixo de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO

Organização dos serviços	Abastecimento de água
Existe política municipal na forma de lei?	-
Existe um plano para o serviço de abastecimento de água?	-
Quem presta o serviço?	ATS
Existe contrato firmado?	X
Qual a data de vencimento do contrato?	2029
Qual o tipo de contrato?	Contrato de Concessão
Qual a área de cobertura do contrato?	Zona urbana e rural
Existe a definição de metas de expansão?	-
Qual agente definiu essas metas?	-
O serviço é cobrado?	X
De que forma (taxa, tarifa, outro preço público)?	Tarifa
Existe controle da qualidade da prestação dos serviços, em termos de regularidade, segurança e manutenção?	X
Quem define os parâmetros para esse controle?	ATS
Existe entidade de regulação instituída?	-
Quem fiscaliza os serviços prestados?	ATR
Onde o morador faz as suas reclamações?	Escritório ATS
Existe participação social na gestão do saneamento?	-
Ocorreu alguma conferência municipal?	-
Existe um conselho municipal que discute a pauta do saneamento?	X

- Não possui.

Fonte: Próprio Autor

Os serviços de abastecimento de água no município estão sendo realizados pela Agência Tocantinense de Saneamento - ATS, através de um contrato de concessão com validade de 30 anos.

Segundo apontamentos da Secretaria Municipal da Indústria, Comércio, Turismo e Meio Ambiente, o município possui um conselho que trata das questões de saneamento ambiental, sendo ele o Conselho Municipal de Meio Ambiente, muito embora essa atribuição não esteja especificada no ato de criação do mesmo.

4.1.3.2. Levantamento da estrutura atual de remuneração dos serviços

No município de Pau D'arco – TO, no eixo de Abastecimento de Água, é praticada a remuneração destinada a prestação de tal serviço. Tal cobrança é feita pela concessionária ATS.

Essa cobrança é feita com base no Programa Tarifa Social de Água regulamentado pelo Estado do Tocantins que garante desconto na fatura de água e esgoto para consumidores de baixa renda, tendo como balizadores a renda e o consumo. Atualmente a taxa mínima cobrada pela ATS, é no valor de R\$ 33,2 reais (SNIS, 2019) que se refere ao consumo mínimo de 10 m³.

4.1.4. Serviços de Abastecimento de Água no município

No município de Pau D'arco – TO os serviços de abastecimento de água são feitos pelo modelo de concessão de uso de exploração dos serviços públicos. A atual detentora dos serviços públicos de abastecimento de água é a Agência Tocantinense de Saneamento – ATS, contratada pelo Contrato Municipal nº 101/99 celebrado em junho de 1999. O objetivo da Concessão é a exploração do serviço público de água e esgotamento sanitário, em todo o município, incluindo área urbana e rural, englobando todas as atividades necessárias e inerentes ao fornecimento de água potável e a coleta e tratamento de esgotos sanitários.

O contrato indicado anteriormente foi rescindido unilateralmente pelo município em outubro de 2019, e no período de outubro/2019 a abril/2020 houve a celebração de um contrato emergencial com a empresa Sannorte, no entanto, houve a rescisão contratual no final do mês de abril, retornando por decisão judicial a prestação dos serviços à ATS.

A vigência do convênio firmado foi de 30 anos, período no qual a concessionária ficaria com a competência exclusiva para a operação, manutenção, ampliação e melhoria do sistema público de água e esgoto.

De acordo com o Estudo Técnico disponibilizado pela concessionária, o sistema público de abastecimento de água atualmente atende apenas à sede municipal de Pau D'arco – TO. Segundo o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS, 2019) o índice de atendimento da zona urbana é de 100% enquanto que o índice total é de 63,22%.

O sistema de abastecimento de água da área urbana do município de Pau D'arco – TO é composto por uma captação subterrânea através de quatro poços tubulares profundos. O sistema produtor é aquífero Fraturado Norte, e o sistema possui produção de aproximadamente 35 m³/hora (ATS, 2017).

No que diz respeito a zona rural do município, a Prefeitura Municipal é responsável pelo abastecimento de água em dois Projetos de Assentamento do INCRA, sendo eles: P.A Sudam e P.A Filadélfia, onde a captação da água é feita através de poços.

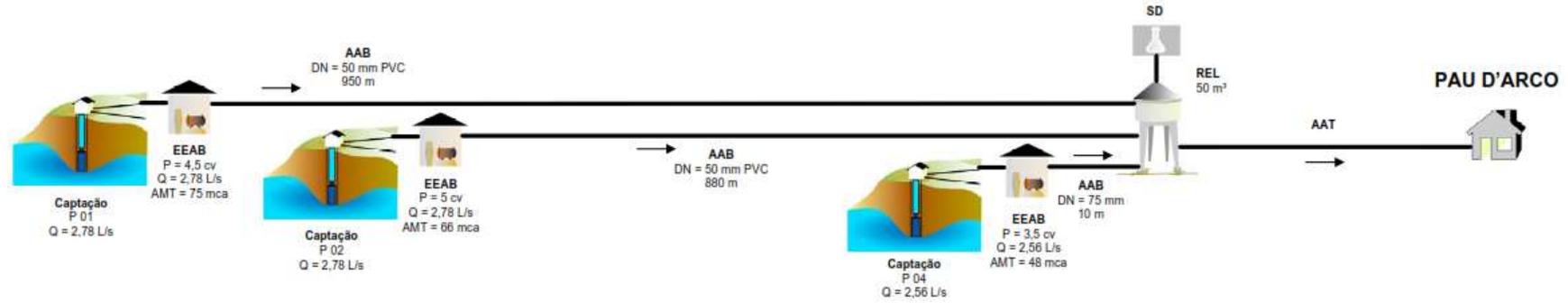
Nas outras áreas que fazem parte da zona rural do município o abastecimento mais utilizado são os poços, cisternas e nascentes nas propriedades, caracterizados principalmente devido a sua vivência mais rural e a residências esparsas.

4.1.4.1. Abastecimento de Água na Zona Urbana

O sistema atual de abastecimento de água da zona urbana do município de Pau D'arco - TO é composto pelas seguintes etapas, a saber:

- Captação subterrânea;
- Tratamento;
- Reservação;
- Rede de distribuição;
- Ligações domiciliares;
- Escritório Comercial.

Atualmente, o sistema é composto por 5 (cinco) poços tubulares profundos – PTP, mas apenas 4 (quatro) estão em funcionamento (produção média 35 m³/h) (ATS, 2017). O PTP 5 joga água direto na rede para atender o setor primavera, devido a interrupções frequentes da distribuição da água no setor. O restante dos poços direciona a água captada para o Reservatório Elevado que possui sistema de desinfecção automático e pôr fim a distribuição na rede. A seguir é apresentado o croqui do sistema de abastecimento de água e logo em seguida o detalhamento de cada uma das infraestruturas mencionadas.



POPULAÇÃO URBANA (hab)	SISTEMA PRODUTOR	TIPOS DE CAPTAÇÃO	SITUAÇÃO	SISTEMA ISOLADO DE PAU D'ARCO	Nº 0000
<ul style="list-style-type: none"> Bairro/Distrito/Povoado: De 50.000 a 250.000 Ate 5.000: De 250.000 a 1.000.000 De 5.000 a 50.000: Mais de 1.000.000 	<ul style="list-style-type: none"> Adutora Estação Elevatória Estação de Tratamento de Água Dessalinizador Tratamento Filtros Reservatório Apoiado Reservatório Elevado Existente Projetado Em Obras 	<ul style="list-style-type: none"> Captação Fio d'Água/ Tomada Direta Barragem/ Açude Poço Bateria de n poços Chafariz Carro-cilipa 	<p>PAU D'ARCO</p> <p>TOCANTINS</p>	<p>Município: Pau D'Arco</p> <p>Estado: TO</p> <p>Data: Ago/2010</p> <p>Consórcio: ENGECORPS, cobrape</p>	<p>Código</p> <p>Fonte: SANEATINS</p>

Figura 13: Croqui do Sistema de Abastecimento de Água do município de Pau D'arco -TO.
 Fonte: ANA, 2010.

➤ **Captação e Adutora de Água Bruta (AAB)**

A captação da água utilizada para o abastecimento da zona urbana de Pau D'arco é feita no aquífero Fraturado Norte (ANA, 2020).

A água utilizada para abastecer a zona urbana é produzida por meio da captação de 4 (quatro) poços tubulares profundos que estão em funcionamento. Os poços em funcionamento são: PTP 01, PTP 02, PTP 03 e PTP 05, onde os três primeiros poços tem o fluxo da água direcionado para o Reservatório Elevado – REL, enquanto que o PTP 05 encaminha direto para a rede de distribuição.

Quanto ao tempo de trabalho dos sistemas de captação, as bombas estão em regime médio de 23 horas por dia. Dentre os poços, tem-se que o PTP 05 atende especificamente o Setor Primavera. A seguir são apresentados registros fotográficos dos poços de captação.

- Poços com sentido ao Reservatório Elevado:



Figura 14: Poço Tubular Profundo n° 1.
Fonte: Próprio autor.



Figura 15: Poço Tubular Profundo nº 2.
Fonte: Próprio autor.



Figura 16: Poço Tubular Profundo nº 3.
Fonte: Próprio autor.

- Poço com sentido de fluxo direto para a Rede de Distribuição



Figura 17: Poço Tubular Profundo nº 5.
Fonte: Próprio autor.

O quadro a seguir apresenta as especificações técnicas dos poços tubulares, bem como a produção estimada de acordo com a sazonalidade. As informações foram adquiridas no Escritório Comercial da ATS, localizada na sede municipal, em entrevista feita com funcionário contratado da empresa no dia 25 de maio de 2020. As vazões apresentadas a seguir foram aferidas no mês de abril do ano de 2020.

Quadro 8: Descrição técnicas do PTPs do SAA de Pau D'arco - TO.

PTP	Profundidade (m)	Profundidade da Bomba (m)	Produção (m ³ /h)
01	116	55	8 m ³ /h
02	118	55	9 m ³ /h
03	97	55	8 m ³ /h
05	80	90	13 m ³ /h

Fonte: ATS, 2020.

Por meio das descrições indicadas e registros fotográficos, percebe-se que os poços estão em pleno funcionamento e constatou-se que os sistemas de bombeamento estão funcionando normalmente, bem como os cabos, tubos e quadros de comando, ocorrendo qualidade no bombeamento da água captada. Não foi relatado pelo operador

da ATS problemas decorrentes da estrutura do poço ou da rede de energia. Ocorrendo apenas a variação do nível da água, fato esse que está relacionado ao rebaixamento do lençol freático.

Nos poços apresentados, foi identificado apenas uma bomba, não existindo a ocorrência de bombas reservas nas áreas dos poços. Os poços não possuem automação, sendo sua operação manual.

Quanto a alimentação dos poços, cada ponto de captação possui rede elétrica e quadro de comando, verificou-se que eles estão em ótimo estado de conservação, todos os quadros de comando estão em abrigos fechados com tranca e arejado, placa de identificação no abrigo e portão de entrada.

➤ **Adutora de Água Tratada (AAT)**

O sistema de abastecimento de água conta com 4 (quatro) adutoras de água tratada, as quais possuem diâmetros de 50 mm e são feitas de PVC, ligando os PTPs 01, 02 e 03 ao Reservatório Elevado de 50 m³ no centro da cidade (ATS, 2020) e o PTP 05 a rede de distribuição.

➤ **Reservatório**

O município de Pau D'arco possui 01 (um) Reservatório Elevado (REL) que possui capacidade de 50 m³ (ATS, 2020), tendo sua estrutura de material metálico localizado no centro da cidade.



Figura 18: Reservatório Elevado - REL.
Fonte: Próprio autor.

➤ Estação de Tratamento de Água

O sistema de tratamento de água proveniente da captação subterrânea é realizado por uma Estação de Tratamento de Água – ETA composta por um sistema de desinfecção de água que utiliza cloro granulado dissolvido e através de uma bomba dosadora automática injeta a solução no reservatório. O PTP 05 não possui sistema de tratamento acoplado na saída da bomba, ocorrendo o direcionamento de água sem o devido tratamento.

O local de armazenamento dos produtos é coberto e arejado, a tubulação que direciona o fluxo de cloro para o reservatório não apresenta vazamentos e tem monitoramento periódico, segundo a detentora ATS.



Figura 19: Entrada do cloro no Reservatório elevado.
Fonte: Próprio autor.



Figura 20: Bomba dosadora automática.
Fonte: Próprio autor.



Figura 21: Cloro Granular utilizado para a desinfecção.
Fonte: Próprio autor.

➤ **Elevatória de Água Tratada (EEAT)**

Ao longo da visita técnica ao Sistema de Abastecimento de Água – SAA não foi identificada ou visitada Estação Elevatória, segundo informações da ATS, no SAA não há estação elevatória instalada.

➤ **Rede de Distribuição**

A rede de distribuição de água da zona urbana do município de Pau D’arco – TO possui diâmetros de 50 mm, sendo composta de PVC, totalizando 20,52 km de extensão de rede de água, com uma média de 15,7 metros por ligação (SNIS, 2019). Segundo o SNIS, o município possui 973 ligações ativas de água (SNIS, 2019).

➤ **Hidrometração e ligações de água**

O município possui sistema de hidrometração implantado nas residências e comércios do município. De acordo com o SNIS (2019) a hidrometração ocorre em 99,85% das ligações ativas de água, as quais totalizam 973 ligações ativas. Quanto ao tempo de instalação da base de hidrometração, temos que, segundo a prefeitura municipal,

mais de 70% das residenciais possui hidrômetro instalado a mais de 10 anos, e menos de 1% possui tempo inferior a 5 anos.

Segundo os moradores, os hidrômetros apenas são substituídos quando ocorre algum vazamento ou está danificado. A partir disso, buscou-se avaliar a funcionalidade dos hidrômetros, estimando-a por meio dos dados disponibilizados pelo SNIS, no qual comparou-se o volume de água produzido, volume de água micromedido e os índices de perdas de faturamento.

A análise dos volumes utilizou a base de dados do ano de 2019 para os itens Volume de Água Produzido e Volume de Água Consumidos, quanto ao Volume de Água Micromedido utilizou-se a base de dados do ano de 2017, devido a identificação de uma mudança muito exorbitante do valor apresentado, promovendo indícios de erro de entrada de dados, e buscando a proximidade da realidade, optou por utilizar o ano de 2017 que condiz com o histórico do volume micromedido no município.

Desse modo, considerando que no ano de 2019 foi produzido 274,75 (1.000 m³/ano) de água, e que desses apenas 47,18% foi micromedido pelos hidrômetros, ou seja, apenas 129,65 (1.000 m³/ano), tendo um índice de perdas de faturamento de 36,34% (SNIS, 2018), correspondendo a 99,8 (1.000 m³/ano) de água que foi produzida e não faturada. A perda no faturamento está ligada diretamente a funcionalidade do hidrômetro, uma vez que, a leitura do volume de água consumido é feita por esse equipamento e erros/falhas ocasionam problemas de leitura e conseqüentemente perdas no faturamento.

Considerando que o INMETRO estabelece na Portaria n° 246/2000 no item 8.1 que devem ser feitas verificações periódicas não superior a cinco anos nos hidrômetros, utilizou-se desse intervalo de tempo para avaliar a variação das perdas de faturamento (2013 a 2019) considerando os dados disponíveis no SNIS.

Identificou-se que no ano de 2013 o índice de perdas de faturamento foi de 69,48%, diminuindo para 29,55% no ano de 2014, voltando a aumentar a partir de 2017 e alcançando 36,34% no ano de 2018, demonstrando que houve uma redução importante das perdas no faturamento. No ano de 2019, o índice de perdas voltou a aumentar, sendo 59,24%, segundo o SNIS, no entanto, verificou-se uma mudança de comportamento muito abrupta, considerando que os valores entre os anos 2014 a 2018 possuem um mesmo comportamento. Desse modo, para o desenvolvimento do presente estudo, considerou-se o valor apresentado no ano de 2018.

Devido a atual detentora não ter, ainda, realizado a avaliação dos hidrômetros e no município não apresentar registros de verificações anteriores, não foi possível avaliar

qual a margem de erro atual dos hidrômetros. No entanto, verificou-se que a funcionalidade dos hidrômetros se encontra em estado de alerta devido a evolução das perdas de faturamento, sendo necessária e imediata a realização da verificação dos hidrômetros conforme recomendações do INMETRO.

Quanto a conservação dos hidrômetros, foi identificado que todos os hidrômetros verificados em visita técnica estavam com o lacre de inviolabilidade, no entanto, a maior parte deles estavam a céu aberto e sem proteção, o que maximiza a probabilidade de ser danificado.



Figura 22: Hidrômetros instalados em Pau D' Arco - TO.

Fonte: Próprio autor.

➤ **Escritório Comercial**

A concessionária detentora da prestação dos serviços de abastecimento de água, ATS, possui um escritório comercial localizado no centro da cidade, na qual realiza a emissão de segunda via, atendimento presencial, recebimento de reclamações e denúncias. Atualmente, a equipe é composta por 02 (dois) funcionários para atendimento ao público e manutenção do sistema de abastecimento.



Figura 23: Escritório Comercial da ATS em Pau D'arco - TO.
Fonte: Próprio autor.

4.1.4.2. Abastecimento de Água na Zona Rural

A Prefeitura municipal é responsável pelo sistema de abastecimento de água de dois Projetos de Assentamentos que se encontram na zona rural do município de Pau D'arco – TO, P.A Sudam e P.A Filadélfia. Quanto ao SAA do P.A. Filadelfia, foi identificado que existe um poço perfurado, mas não sistema de bombeamento para captação da água.

Quanto ao sistema da Sudam, não foi obtido acesso às informações. Segundo a Prefeitura Municipal de Pau D'arco – TO, não há previsão de atendimento para as outras áreas e assentamentos, por falta de recurso, ou funcionamento dos sistemas existentes.

Nas outras áreas pertencentes a zona rural do município, o abastecimento é feito por soluções individualizadas em sua maioria, sendo cisternas e poços, dependendo da localidade há também o uso de nascentes, e contam com a distribuição de saches de cloro por parte dos Agentes de Saúde, para que seja feita a desinfecção da água.



Figura 24: Poços localizados no P.A Filadélfia.
Fonte: Próprio autor.

4.1.5. Identificação e Análise das Principais Deficiências do Serviço de Abastecimento de Água

Para analisar as principais deficiências do serviço de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO, incluindo zona urbana e rural, utilizou-se como metodologia do diagnóstico dois processos: visita técnica e aplicação de questionário participativo, utilizando a ferramenta plataforma *Google Forms*, a fim de garantir a participação social de forma a abranger todo o município.

4.1.5.1. Deficiências do SAA identificado em visita técnica

O levantamento das deficiências é indispensável no diagnóstico do Sistema de Abastecimento de Água, uma vez que direciona as ações do poder público municipal. Atualmente, o sistema de reservação do município não possui capacidade operacional e não atende à demanda local.

Quanto a ligações de água, antes da administração se tornar da Agência Tocantinense de Saneamento - ATS, algumas residências estavam sem ligação de água e segundo funcionário da empresa existe uma previsão para serem realizadas 15 novas ligações após a abertura do poço 6 que está sendo perfurado com o objetivo de atender as demandas do Setor Primavera (ATS, 2020).

A cidade, atualmente, apresenta ocorrências de vazamento, tendo sido relatado pelo representante da ATS no município. Para solucionar o problema, a ATS realizou o conserto de 6 vazamentos no início do ano de 2020, diminuindo assim, a falta de água. Segundo a empresa, os vazamentos ainda podem ocorrer pontualmente devido a tubulação estar ressecada e poder provocar o rompimento conforme a variação da pressão.

Quanto à rede de distribuição, houve um aumento de 600 m, com o intuito de atender melhor as demandas do setor João Ribeiro. Os locais em que se encontram os poços, os reservatórios e os sistemas de desinfecção da água não possuem segurança adequada, de forma que facilita o acesso de pessoas não autorizadas que podem danificar os equipamentos.

Conforme descrito, a prestação dos serviços está ocorrendo de forma satisfatória aos quesitos técnicos necessários, a principal deficiência do sistema trata-se da falta de água, na qual mesmo havendo 4 (quatro) poços de captação, a água continua a faltar em determinados pontos da cidade.

A fim de contornar tal problemática, a equipe de operação da ATS está abrindo um novo poço para atender as demandas de falta de água no Setor Primavera e realizou também uma ampliação na rede de distribuição de água e tem previsão para fazer 15 novas ligações. Durante a visita identificou-se insatisfação da comunidade quanto aos serviços prestados.

4.1.5.2. Deficiências do SAA identificado por meio de Questionário Online

O questionário online contou com a participação de apenas 23 pessoas, cerca de 0,5% da comunidade de Pau D'arco – TO, o que pode ser explicado pelo fato de o trabalho ter sido desenvolvido durante a pandemia da COVID-19, dificultando o acesso de algumas pessoas ao questionário, uma vez que o mesmo teve que ser feito de forma online e que boa parte da população não tem acesso regular a internet.

Os participantes da pesquisa foram predominantemente da zona urbana, ressalta-se que o questionário foi veiculado com a comunidade da zona rural. Dos participantes, 87% relataram que são atendidos pela ATS e 13% relatou que possui outra solução coletiva para o abastecimento de água. Daqueles atendidos pela ATS, 60% indicaram que o gosto da água é regular e o cheiro encontra-se entre regular e ótimo.

Quanto a pressão da água, 34,2% dos participantes apontaram que está regular, e outros 78,3% indicaram a classificação ruim e péssima nos seguintes endereços.

- Rua José Vieira
- Rua Coronel Grizorte
- Rua Jose Vieira
- Rua Messias Costa
- Rua Cosme Ferreira
- Rua Palamazonas
- São Domingos De Gusmão
- Rua João Morais
- Rua 3 De Março
- Av. São Domingos De Gusmão
- Avenida Tocantins
- Av Sete De Setembro
- Avenida Goiás
- Rua Djanira 209

Quanto a satisfação da comunidade aos serviços de abastecimento de água prestado, 73,9% dos participantes pontuaram entre muito ruim e péssimo, ou seja, o serviço relacionado não alcançou a satisfação da comunidade urbana de Pau D'arco - TO atendida pelo abastecimento público.

Quanto a falta de água, pode-se observar a seguir que 91,3% dos participantes apontaram a falta de água, sendo em torno de mais de 10 vezes nesse período, não ocorrendo qualquer aviso prévio.

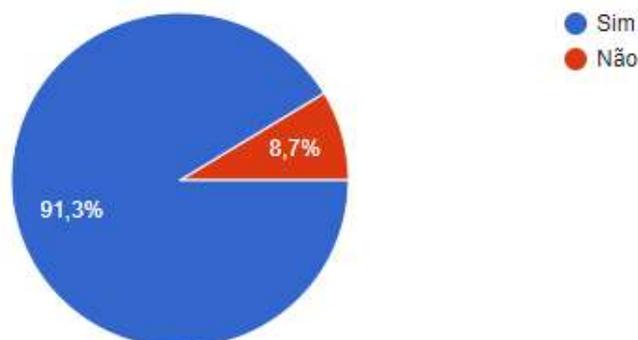


Figura 25: Falta de Água nos últimos 6 (seis) meses por motivo que não seja atraso de pagamento.
Fonte: Próprio autor.

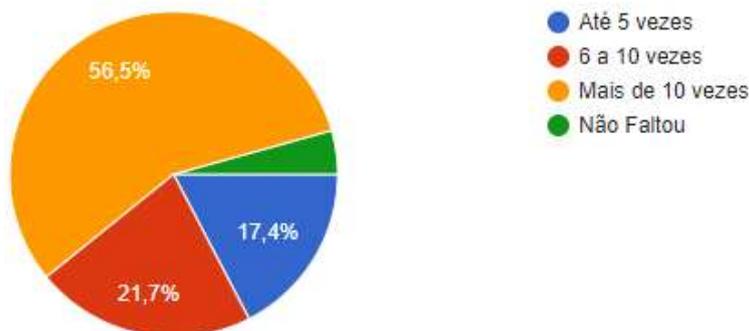


Figura 26: Quantidade de vezes que faltou água nos últimos seis meses.
Fonte: Próprio autor.

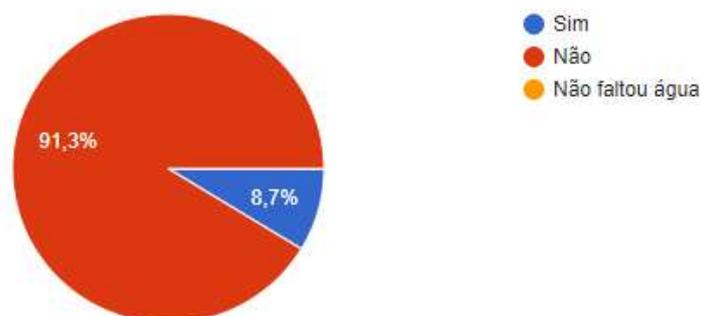


Figura 27: Questionamento quanto ao aviso com antecedência sobre a falta d'água por parte da concessionária em exercício nesse período.
Fonte: Próprio autor.

Com relação ao grau de satisfação quanto ao tempo que a equipe leva para chegar até o local e solucionar a interrupção do fornecimento, esses demonstraram insatisfação alcançando aproximadamente 100%.



Figura 28: Satisfação da comunidade com o tempo para solucionar a interrupção da água.
Fonte: Próprio autor.

Conforme a descrição da situação atual do abastecimento de água, principalmente, nas informações e percepções apuradas junto à população como também através de

diagnóstico identificado em visita técnica, sobre o serviço de abastecimento de água prestado em Pau D'arco – TO, percebe-se que as principais deficiências identificadas são:

- Volume de reservação não atende à demanda da população;
- Falta de água frequente, quase que diária;
- Falta de aviso prévio quando ocorre a interrupção do fornecimento d' água;
- Demora na solução dos problemas que acarretam a interrupção do fornecimento de água;
- Problemas de pressão nas zonas mais altas do município;

4.1.6. Consumo e Demanda de abastecimento de água

O Consumo médio *per capita* de água do município de Pau D'arco – TO, segundo SNIS (2019) é de 91,9 L/hab.dia, a partir desta variável pode-se identificar a demanda da cidade, considerando que a população total estimada é 4.867 habitantes (IBGE, 2020), tem-se um consumo de 447,27 (m³/dia). O índice de perdas de água na distribuição do SAA da zona urbana é de 62,70%, de acordo com SNIS (2019).

A partir dos dados da ATS, atual companhia detentora da prestação dos serviços de abastecimento de água no município, o atual sistema tem uma produção aproximada de 35 m³/h, ou seja, 805 m³/dia com tempo médio de funcionamento em torno de 23 horas (ATS, 2017).

Ressalta-se que o per capita utilizado para o dimensionamento das infraestruturas necessárias ao abastecimento da água da zona urbana e rural é de 150 l/hab.dia, conforme recomendado pela normativas vigente.

4.1.7. Identificação e análise da situação econômico-financeira do serviço de abastecimento de água

De acordo com os dados fornecidos pelo SNIS (2019) a receita operacional direta com água foi no valor de R\$ 372.265,28 e desse valor arrecadado não há valores de investimentos apresentados na base do SNIS para o referido ano.

Verifica-se que por parte da atual concessionária de saneamento foram realizados investimentos a fim de cumprir as cláusulas contratuais que se referem a intervenção imediata nas deficiências do sistema, não podendo este valor ser mensurado devido à

última informação disponível no banco de dados SNIS se referir apenas ao ano base de 2019.

A partir das informações apresentadas pode-se identificar que a receita direta do município permite a operação, manutenção e ampliação do sistema para atender a comunidade com qualidade e quantidade necessária para a situação atual e futura, mas tais ações foram negligenciadas durante alguns anos, retornando os investimentos em manutenção e ampliação durante o ano de 2020, tais investimentos estão sendo realizados pela ATS.

4.1.8. Caracterização da prestação dos serviços segundo indicadores

De acordo com o Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento, desde o ano de 2014 o índice de atendimento urbana de água no município de Pau D'arco – TO já era de 100%. Quanto a Quantidade de ligações ativas, no ano de 2010 haviam 873 e em 2019 passou para 973. A seguir apresenta-se a caracterização do sistema de abastecimento de acordo com os indicadores do SNIS referente ao ano de 2019.

Quadro 9: Informações do sistema de abastecimento de água do município de Pau D'arco – TO, de acordo com o SNIS ano base 2019.

Indicador SNIS	Informações do sistema de abastecimento de água	
G06A	População urbana residente do município com abastecimento de água (habitantes)	3.065
AG002	Quantidade de ligações ativas de água (Ligações)	973
AG004	Quantidade de ligações ativas de água micromedida (Ligações)	971
AG005	Extensão da rede de água (km)	20,52
AG013	Quantidade de economias residenciais ativas de água (Economias)	712
AG006	Volume de água produzido (1.000 m ³ /ano)	274,75
AG010	Volume de água consumido (1.000 m ³ /ano)	102,47
AG011	Volume de água faturado (1.000 m ³ /ano)	112,00
IN009	Índice de hidrometração (percentual)	99,85
IN011	Índice de macromedição (percentual)	0,00
IN022	Consumo médio <i>percapita</i> (l/hab./dia)	91,9
IN023	Índice de atendimento urbano de água (percentual)	100,0
IN049	Índice de perdas na distribuição (percentual)	62,70

Fonte: SNIS, 2019.

4.2. PROGNÓSTICO

O prognóstico trata da definição de soluções estruturantes e estruturais identificadas a partir do levantamento realizado no Diagnóstico. É uma das etapas fundamentais de direcionamento da gestão dos serviços de saneamento básico para o alcance da universalização do atendimento no município.

4.2.1. Projeção Populacional

O Plano Municipal de Saneamento Básico é desenvolvido no horizonte de planejamento de 20 anos, desse modo, o presente estudo realizou o prognóstico da situação do abastecimento de água do município, considerando a amplitude do referido planejamento. Para tanto, o consumo atual e as estimativas futuras compõe o presente instrumento.

Para projetar a população futura de Pau D'arco - TO foi utilizado o método de projeção de acordo com os postulados matemáticos do cálculo da taxa de crescimento geométrico utilizado pelo IBGE. A fórmula a seguir representa a taxa de crescimento geométrico.

$$r_g = \left(\sqrt[t]{\frac{p_{\text{final}}}{p_{\text{inicial}}}} \right) - 1$$

Onde:

rg: taxa de crescimento geométrico;

t: tempo transcorrido entre as duas datas de referência dos censos;

pinicial: população no início do período (2000);

pfinal: população no final do período (2010);

A primeira analogia refere-se aos períodos dos dados censitários, onde se analisou o cálculo no intervalo entre 2000 e 2010 para a população total, urbana e rural apresentando taxas respectivas de 0,5688% a.a, 0,5070% a.a e 0,6761% a.a, com isso se observa que as taxas geométricas de crescimento são positivas e crescentes para a população total, tanto na zona urbana como na zona rural, com uma taxa de crescimento maior para a população rural.

A definição das taxas de crescimento geométrico utilizando os últimos censos nacionais promovem a esta projeção um valor realístico para o horizonte de projeto, baseado em dados que não são apenas elementos matemáticos, mas também, elementos qualitativos.

Para a realização da projeção da população total do município de Pau D'arco – TO adotou-se as estimativas do IBGE referentes aos anos de 2018 a 2019, e a partir de 2020 adotou-se a taxa de crescimento de crescimento da população total calculada através da equação supracitada, no valor de 0,5688%. A seguir é aprestada a projeção da população total, urbana e rural, do período de 2020 a 2040.

Quadro 10: Projeção populacional de Pau D'arco - TO a partir do método das taxas de crescimento geométrico, no intervalo entre 2020-2040.

Ano	Total (TGCA 0,5688%)	Urbana – (0,5070%)	Rural
2018	4.831	3.020	1.811
2019	4.849	3.035	1.814
2020	4.877	3.050	1.826
2021	4.904	3.066	1.838
2022	4.932	3.081	1.851
2023	4.960	3.097	1.863
2024	4.988	3.113	1.876
2025	5.017	3.129	1.888
2026	5.045	3.144	1.901
2027	5.074	3.160	1.914
2028	5.103	3.176	1.927
2029	5.132	3.192	1.940
2030	5.161	3.209	1.953
2031	5.191	3.225	1.966
2032	5.220	3.241	1.979
2033	5.250	3.258	1.992
2034	5.280	3.274	2.005
2035	5.310	3.291	2.019
2036	5.340	3.307	2.032
2037	5.370	3.324	2.046
2038	5.401	3.341	2.060
2039	5.432	3.358	2.073
2040	5.462	3.375	2.087

Fonte: Estimativas do IBGE 2018 – 2019, projeção populacional a partir da taxa de crescimento geométrico.

4.2.2. Índice de Atendimento do Sistema de Abastecimento de Água

O índice de atendimento é dividido em total e urbano, segundo SNIS (2019) o índice de atendimento total (IN055) de Pau D'arco é de 63,22% e o índice de atendimento urbano (IN023) é 100%. Os índices apresentados são realidade no município desde o ano de 2014, entretanto, verifica-se que existe setores dentro da zona urbana que não são atendidos pelo fornecimento de água, contrapondo com o índice apresentado. Por meio do diagnóstico foi constatado que ocorreu pequenas ampliações apenas no mês de maio de 2020, não havendo antes disso investimentos para ampliação do sistema e consequente alcance da universalização do abastecimento de água, atualmente acredita-se estar mais

próximo do índice apresentado pelo SNIS do ano de 2019, portanto, assume-se esse como cobertura do sistema atual.

4.2.3. Consumo e demanda de abastecimento de água

Para definir o consumo atual e a demanda futura de água no sistema de abastecimento é necessário alinhar-se a projeção populacional, índice de atendimento com abastecimento de água, consumo per capita, coeficiente de variação de consumo e as perdas na distribuição. As projeções populacionais e o índice de atendimento atual e futuro foram apresentados anteriormente, desse modo, a seguir são descritas as demais variáveis citadas.

4.2.3.1. Consumo médio per capita

O consumo médio de água por pessoa/dia, conhecido por "consumo *per capita*" de uma comunidade é obtido, dividindo-se o total de seu consumo de água por dia da comunidade pelo número de pessoas servidas. O consumo de água depende de vários fatores, sendo complicada a determinação do gasto mais provável por consumidor.

Por meio do banco de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) obteve-se que o consumo *per capita* da população de Pau D'arco - TO no ano de 2019 foi de 91,9 l/hab.dia.

A fim de avaliar o histórico de consumo da comunidade, optou-se por considerar o banco de dados do SNIS no período de 2010 a 2019, resultando no gráfico a seguir.



Figura 29: Variação do consumo *per capita* de Pau D'arco - TO (2010 a 2019).

Fonte: SNIS, 2019.

A partir da evolução acompanhada no gráfico, nota-se que houve um decréscimo de 14,87% entre os anos de 2010 a 2019, tal variação de consumo pode estar relacionada

a diversos fatores, dentre eles a falta d'água que a população esteve submetida durante esse período como também a aplicação de metodologias educacionais de redução do consumo de água e racionalização, estando, segundo o diagnóstico a primeira alternativa mais próxima da realidade atual.

Segundo Von Sperling (1996), municípios com população abaixo de 5.000 habitantes possuem consumo *per capita* entre 90 – 140 L/hab.dia, trazendo esta realidade para o município de Pau D'arco – TO, tem-se a verificação destas variações ao longo dos anos.

4.2.3.2. Coeficientes de Variação de Consumo

O consumo de água é variável ao longo do tempo, em função dos hábitos da população e das variações térmicas. Os coeficientes de dia e de hora de maior consumo, K_1 e K_2 , são utilizados na concepção de projetos, pois refletem estas variações extremas no consumo de um determinado sistema de abastecimento de água. Na ausência dos dados necessários ao cálculo dos coeficientes, são adotados valores recomendados na bibliografia sobre o assunto. Esses valores adotados neste estudo são baseados nas normas referentes ao abastecimento de água.

Para efeito das avaliações serão utilizados os seguintes coeficientes de variação de consumo (relativamente à média anual):

- K_1 é a relação entre o maior consumo diário, verificado no período de um ano e o consumo médio diário deste mesmo período: 1,20;
- K_2 é relação entre a máxima vazão horária e a vazão média diária do dia de maior consumo: 1,50.

4.2.3.3. Perdas totais médias no Sistema de Distribuição

Os índices de perdas no sistema de distribuição (IPD) foram obtidos no banco de dados do SNIS. As perdas representam a parcela da água produzida que não é micromedida, por perdas reais (vazamentos) ou por perdas aparentes (submedição/ligações clandestinas).

Segundo SNIS (2019) o índice de perdas na distribuição (IN049), no município de Pau D'arco - TO é 62,70%, ou seja, de uma produção de 35 m³/h, aproximadamente 21,94 m³/hora serão perdidos ao longo da distribuição. Fator que sobrecarrega os poços

de captação, que necessitam aumentar a sua produção para conseguir atender com qualidade e quantidade a comunidade.

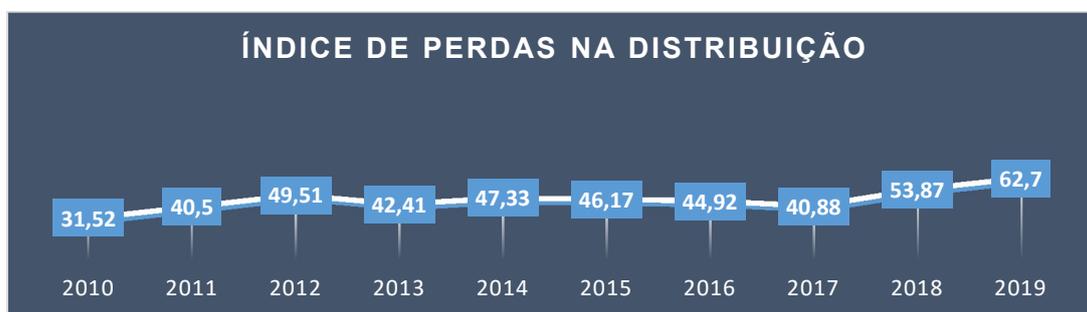


Figura 30: Evolução do índice de perda de água na distribuição da água.
Fonte: SNIS, 2019.

O gráfico acima permite identificar que o índice de perdas tem aumentado nos últimos anos de operação, constatando a ocorrência de vazamento, conforme apresentado pela comunidade no diagnóstico do sistema de abastecimento de água.

4.2.3.4. Estimativa das demandas de água

Para estimar a demanda futura utilizou-se a projeção populacional, o *per capita* e coeficientes de consumo. O *per capita* utilizado refere-se ao do ano de 2017, ou seja, 116,5 l/hab.dia, uma vez que o *per capita* do ano de 2019 não representa a realidade do município devido as várias ocorrências de falta de água nesse período.

Determinada a população futura realizou-se a projeção do consumo para as zonas urbana e rural, bem como a produção necessária de água considerando o percentual de perdas e a população atendida com abastecimento de água.

A projeção do consumo de água iniciou a partir do ano de 2020, nesta projeção foi feito inicialmente a demanda de água do município de Pau D'arco – TO e posteriormente foram aplicadas metas de atendimento e reduções, visando melhorias no Sistema de Abastecimento de Água do município. O quadro a seguir apresenta o resumo das metas aplicadas na projeção da demanda de água e consumo.

Quadro 11: Quadro resumo das metas utilizadas na projeção da demanda e consumo de água.

Metas do Cenário de Referência	Metas de redução do índice de perdas na distribuição
	Diminuição gradual nos IPD para 40% até 2026 e 20% até 2034
	Metas de redução do Consumo <i>per capita</i>
	Diminuição Gradual para 100 l/hab.dia até 2028
	Metas de atendimento
	Manter 100% da população urbana atendida e atender 99% da população rural até 2033 e 100% em 2034

Fonte: Próprio autor.

A seguir é apresentado quadro contendo demanda de água da zona urbana e rural, bem como a população atendida com abastecimento de água, a projeção do consumo per capita considerando as metas de atendimento e reduções.

Quadro 12: Projeção da demanda de água da população urbana e rural

Ano	População			Per capita		Demanda urbana			Demanda rural		
	Total	Urbana	Rural	Urbana	Rural	Média (Qm)	Máxima diária (Qmxk1)	Máxima horária (Qmxk1xk2)	Média (Qm)	Máxima diária (Qmxk1)	Máxima horária (Qmxk1xk2)
	(hab.)	(hab.)	(hab.)	(L/hab.dia)		L/s	L/s	L/s	L/s	L/s	L/s
2020	4.877	3.050	1.826	116,5	116,5	4,11	4,94	7,40	2,46	2,95	4,43
2021	4.904	3.066	1.838	116,5	116,5	4,13	4,96	7,44	2,48	2,97	4,46
2022	4.932	3.081	1.851	114,1	114,1	4,06	4,88	7,31	2,44	2,93	4,39
2023	4.960	3.097	1.863	111,8	111,8	3,99	4,79	7,19	2,40	2,88	4,32
2024	4.988	3.113	1.876	109,4	109,4	3,93	4,71	7,07	2,37	2,84	4,26
2025	5.017	3.129	1.888	107,1	107,1	3,86	4,63	6,95	2,33	2,79	4,19
2026	5.045	3.144	1.901	104,7	104,7	3,79	4,55	6,83	2,29	2,75	4,13
2027	5.074	3.160	1.914	102,4	102,4	3,73	4,47	6,71	2,26	2,71	4,06
2028	5.103	3.176	1.927	100,0	100,0	3,68	4,41	6,62	2,23	2,68	4,01
2029	5.132	3.192	1.940	100,0	100,0	3,69	4,43	6,65	2,25	2,69	4,04
2030	5.161	3.209	1.953	100,0	100,0	3,71	4,46	6,69	2,26	2,71	4,07
2031	5.191	3.225	1.966	100,0	100,0	3,73	4,48	6,72	2,28	2,73	4,10
2032	5.220	3.241	1.979	100,0	100,0	3,75	4,50	6,75	2,29	2,75	4,12
2033	5.250	3.258	1.992	100,0	100,0	3,77	4,53	6,79	2,31	2,77	4,15
2034	5.280	3.274	2.005	100,0	100,0	3,79	4,55	6,82	2,32	2,78	4,18
2035	5.310	3.291	2.019	100,0	100,0	3,81	4,57	6,86	2,34	2,80	4,21
2036	5.340	3.307	2.032	100,0	100,0	3,83	4,59	6,89	2,35	2,82	4,23
2037	5.370	3.324	2.046	100,0	100,0	3,85	4,62	6,93	2,37	2,84	4,26
2038	5.401	3.341	2.060	100,0	100,0	3,87	4,64	6,96	2,38	2,86	4,29
2039	5.432	3.358	2.073	100,0	100,0	3,89	4,66	7,00	2,40	2,88	4,32
2040	5.462	3.375	2.087	100,0	100,0	3,91	4,69	7,03	2,42	2,90	4,35

Fonte: Próprio autor.

Considerando que a demanda máxima estimada para a população atual, no ano de 2020, é de 7,40 l/s e a produção atual do sistema de abastecimento de água é de 35 m³/h, ou seja, 9,72 l/s, e o percentual de perdas é de 62,7%, a produção final do SAA é de aproximadamente 3,63 l/s, permitindo constatar que o sistema necessita de ampliação no sistema de captação de água, para atender o déficit de 3,77 l/s. Sanar essa deficiência irá promover o atendimento da população atual com quantidade e qualidade.

Seguindo a análise, nota-se que a redução gradativa do consumo *per capita* será iniciada a partir do ano de 2022, devido a necessidade da implantação das medidas propostas neste estudo, para que ocorra o início gradativo do alcance das metas traçadas.

Percebe-se por meio da projeção populacional que o município de Pau D'arco - TO possui tendência a urbanização, ou seja, aumento da população urbana, essa variação refletirá diretamente no aumento da demanda por água, resultando na necessidade de ampliar a produção para atender a demanda futura.

A seguir é apresentado quadro contendo a projeção de consumo aplicando a meta de atendimento da população rural e a produção de água considerando a redução gradativa das perdas no sistema de distribuição da água.

Quadro 13: Projeção do consumo de água na zona urbana e rural do município de Pau D'arco – TO.

ANO	ÍNDICE DE ATENDIMENTO			CONSUMO MÉDIO			PERDAS MÉDIAS TOTAIS (%)	PRODUÇÃO (l/s)
	TOTAL	URBANA	RURAL	TOTAL	URBANA	RURAL		
	%			l/s				
2020	63%	100%	0%	4,11	4,11	0,00	63%	13,23
2021	65%	100%	8%	4,32	4,13	0,19	59%	12,63
2022	68%	100%	15%	4,44	4,07	0,37	55%	11,88
2023	71%	100%	23%	4,56	4,01	0,55	51%	11,24
2024	74%	100%	30%	4,67	3,94	0,72	48%	10,68
2025	77%	100%	38%	4,77	3,88	0,89	44%	10,18
2026	80%	100%	46%	4,86	3,81	1,05	40%	9,73
2027	82%	100%	53%	4,95	3,74	1,21	38%	9,51
2028	85%	100%	61%	5,03	3,68	1,36	35%	9,30
2029	88%	100%	69%	5,23	3,69	1,54	33%	9,30
2030	91%	100%	76%	5,43	3,71	1,72	30%	9,32
2031	94%	100%	84%	5,64	3,73	1,91	28%	9,33
2032	97%	100%	91%	5,84	3,75	2,09	25%	9,35
2033	100%	100%	99%	6,05	3,77	2,28	23%	9,37
2034	100%	100%	100%	6,11	3,79	2,32	20%	9,17
2035	100%	100%	100,00%	6,15	3,81	2,34	20%	9,22
2036	100%	100%	100,00%	6,18	3,83	2,35	20%	9,27
2037	100%	100%	100,00%	6,22	3,85	2,37	20%	9,32
2038	100%	100%	100,00%	6,25	3,87	2,38	20%	9,38
2039	100%	100%	100,00%	6,29	3,89	2,40	20%	9,43
2040	100%	100%	100,00%	6,32	3,91	2,42	20%	9,48

Fonte: Próprio autor.

A redução gradativa das perdas diminuirá a demanda por ampliação do sistema de captação da água, diminuindo o impacto financeiro para atender com quantidade a

população futura, uma vez que terá maior aproveitamento da água captada do lençol freático.

A partir do quadro 12, pode-se verificar que a atual produção de água não atende à demanda ao longo do período de planejamento, portanto, realizou-se a estimativa das necessidades de ampliação, considerando tanto a produção, como também a reservação, extensão da rede e ligações de água.

Para a projeção das necessidades foram utilizadas as seguintes informações, para realizar a projeção dos hidrômetros utilizados no Sistema de Abastecimento de Água adotou-se como quantidade de hidrômetros o número de economias de água, uma vez que a cada economia é necessário um hidrômetro para realizar a medição. Desse modo, segue.

- Produção existente (ATS, 2017) – 9,72 l/s;
- Reservação atual (ATS, 2017) – 50 m³;
- Extensão de rede (SNIS, 2019) – 20,52 km (Adotado para o ano de 2020);
- Ligações ativas de água (SNIS, 2019) – 973 ligações (Adotado para o ano de 2020);
- Hidrometação/Economia de água (SNIS, 2018) – 1.009 economias;

O quadro a seguir apresenta as demandas necessárias para atendimento da população de Pau D'arco - TO quanto ao abastecimento de água.

Quadro 14: Prognósticos das demandas necessárias para o sistema de abastecimento de água.

ANO	Consumo Máximo Diário	PRODUÇÃO			RESERVAÇÃO			REDE DE DISTRIBUIÇÃO		LIGAÇÕES DE ÁGUA		HIDROMETAÇÃO	
		Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Incremento	Existente	Necessária	Existente	Necessária	Existente	Necessária
		l/s	l/s	l/s	m³	m³	l/s	km	km	un.	un.	un.	un.
2020	4,94	9,72	13,23	-	50	142	-	20,52	15,43	973	983	1.009	1.009
2021	4,96	9,72	12,63	4,0	50	143	100	20,52	15,51	973	988	1.009	1.024
2022	4,89	13,72	11,88	-	150	141	-	20,52	15,59	973	993	1.009	1.030
2023	4,81	13,72	11,24	-	150	138	-	20,52	15,67	973	998	1.009	1.035
2024	4,73	13,72	10,68	-	150	136	-	20,52	15,75	973	1.003	1.009	1.040
2025	4,65	13,72	10,18	-	150	134	-	20,52	15,83	973	1.008	1.009	1.045
2026	4,57	13,72	9,73	-	150	132	-	20,52	15,91	973	1.013	1.009	1.051
2027	4,49	13,72	9,51	-	150	129	-	20,52	15,99	973	1.018	1.009	1.056
2028	4,41	13,72	9,30	-	150	127	-	20,52	16,07	973	1.023	1.009	1.061
2029	4,43	13,72	9,30	-	150	128	-	20,52	16,15	973	1.029	1.009	1.067
2030	4,46	13,72	9,32	-	150	128	-	20,52	16,23	973	1.034	1.009	1.072
2031	4,48	13,72	9,33	-	150	129	-	20,52	16,31	973	1.039	1.009	1.077
2032	4,50	13,72	9,35	-	150	130	-	20,52	16,40	973	1.044	1.009	1.083
2033	4,52	13,72	9,37	-	150	130	-	20,52	16,48	973	1.050	1.009	1.088
2034	4,55	13,72	9,17	-	150	131	-	20,52	16,56	973	1.055	1.009	1.094
2035	4,57	13,72	9,22	-	150	132	-	20,52	16,65	973	1.060	1.009	1.099
2036	4,59	13,72	9,27	-	150	132	-	20,52	16,73	973	1.066	1.009	1.105
2037	4,62	13,72	9,32	-	150	133	-	20,52	16,82	973	1.071	1.009	1.111
2038	4,64	13,72	9,38	-	150	134	-	20,52	16,90	973	1.076	1.009	1.116
2039	4,66	13,72	9,43	-	150	134	-	20,52	16,99	973	1.082	1.009	1.122
2040	4,69	13,72	9,48	-	150	135	-	20,52	17,07	973	1.087	1.009	1.128

Fonte: Próprio autor.

A fim de contribuir com o alcance da melhoria/eficiência do sistema de abastecimento de água, bem como o atendimento à população, buscou-se ao longo deste estudo apresentar alternativas que permitam alcançar a prestação destes serviços em uma visão otimista.

A partir do prognóstico das demandas, calculou-se a capacidade de reserva necessária considerando um terço do consumo máximo diário daqueles respectivos anos, permitindo identificar que a reserva atual de 50 m³ não consegue suprir o período de planejamento de 20 anos, sendo necessária a ampliação da capacidade do reservatório.

Quanto a produção de água, nota-se que o atual sistema de captação produz 9,72 l/s (ATS, 2017) e que há necessidade de incremento, conforme já mencionado anteriormente, desse modo o incremento pode ocorrer de forma gradual ou total.

Dando continuidade na análise das necessidades, definiu-se a extensão da rede de água necessária ao longo dos anos considerando a relação entre a população e a quantidade de economias do ano de referência SNIS (2018), bem como a relação entre as economias e as ligações de água, e por fim a metragem necessária por ligação de acordo com o SNIS (2019), obtendo que o município já possui a rede de distribuição com a extensão necessária para atender o período de planejamento.

Quanto as ligações de água, conforme ocorre a variação da população acontecerá o aumento gradativo das ligações, resultando em 2040 na quantidade de 1.087 ligações de água, já a hidrometração alcançará 1.128 unidades.

4.2.4. Definição de Alternativas Técnicas para atendimento da demanda calculada

As alternativas técnicas para atendimento das demandas de água estão descritas a seguir por região e deficiências identificadas ao longo do diagnóstico e projeções de demanda e consumo de água.

4.2.4.1. Zona Urbana

Na zona urbana, como forma de solucionar os problemas recorrentes de falta de água motivados pelo volume de captação (produção) não atender o consumo gerado pela população atual, opta-se por realizar o aumento da produção de água. Considerando que, segundo o Diagnóstico, a vazão média de um poço recém perfurado no município é de 9,5 m³/h, ou seja, 2,63 l/s, e que o incremento necessário é de 4 l/s o que requer a abertura de mais 2 (dois) poços tubulares profundos para regularizar a produção de água com uma

margem de folga. Considerando que a produção atual não atende à demanda, é necessário providenciar a ampliação da produção no ano de 2021.

Devido ao sistema atualmente já está necessitando de ampliação, é imprescindível que a abertura dos poços ocorra de forma total a partir do ano de 2021, para de fato atender a população urbana com água em quantidade e qualidade. Tal medida estrutural permitirá resolver o problema atual da falta de água. Quanto a reservação, o Reservatório Elevado de 50 m³ não atende à demanda atual e nem a futura, sendo necessário já no ano de 2021 a instalação de mais um Reservatório com capacidade de reservação de 100 m³.

Considerando a atual rede de distribuição e projeção populacional para o período de alcance deste estudo de 20 anos, avaliou-se que não será necessário implantar a extensão total da rede de distribuição, uma vez que a atual já atende o alcance do projeto. Quanto as ligações de água, será necessário realizar implementação gradativas, iniciando no ano de 2021.

Quanto ao atendimento da população futura com água em quantidade e qualidade, é necessário a diminuição da perda na distribuição. A diminuição das perdas permitirá diminuir a sobrecarga no sistema de captação/produção de água, fazendo com que o sistema existente, após a ampliação citada anteriormente, seja suficiente para atender a população futura.

Para o alcance da diminuição da perda de água se faz necessário identificar as fontes de vazamento na rede de distribuição utilizando-se de Geofone, equipamento sensível a ruídos e específico para pesquisas noturnas alcançando maior precisão, quanto as causas há possibilidade de estarem relacionadas a pressão na tubulação e/ou rompimento de tubulações ressecadas, que ocasionam vazamentos, sendo uma medida necessária a substituição das tubulações que fazem parte dos ramais de distribuição e que apresentem patologias ou históricos de vazamentos.

Além das perdas de água na distribuição, ocorre também as perdas no faturamento, segundo o Diagnóstico, a perda no faturamento é na média de 36,34% (SNIS, 2018), ou seja, da água consumida pela comunidade mais de 1/3 não é faturada/paga, fato que atinge o equilíbrio econômico financeiro da gestão do SAA, considerando que tais perdas estão diretamente relacionadas aos hidrômetros é necessária a verificação e substituição dos hidrômetros que estiverem funcionando em desacordo.

A substituição da rede deve ocorrer gradativamente de forma corretiva, quando ocorre vazamento, e preventiva, para que de fato reduza tais perdas e alcance o cenário de referência deste planejamento.

4.2.4.2. Zona Rural

Com relação ao alcance das metas de atendimento na zona rural, propõe-se que a Prefeitura Municipal faça a instalação de unidades SALTA-Z concedidas por meio de convênio junto a FUNASA, recomendados para propriedades rurais e assentamentos. O SALTA-Z utiliza processo convencional para tratar a água, por meio de uma estrutura física simplificada, e fazendo uso de filtro e dosadores de características artesanais, é de fácil aplicação, instalação e apropriação pelo município e comunidades, com potencial transformador social e ambiental, conforme imagem a seguir.

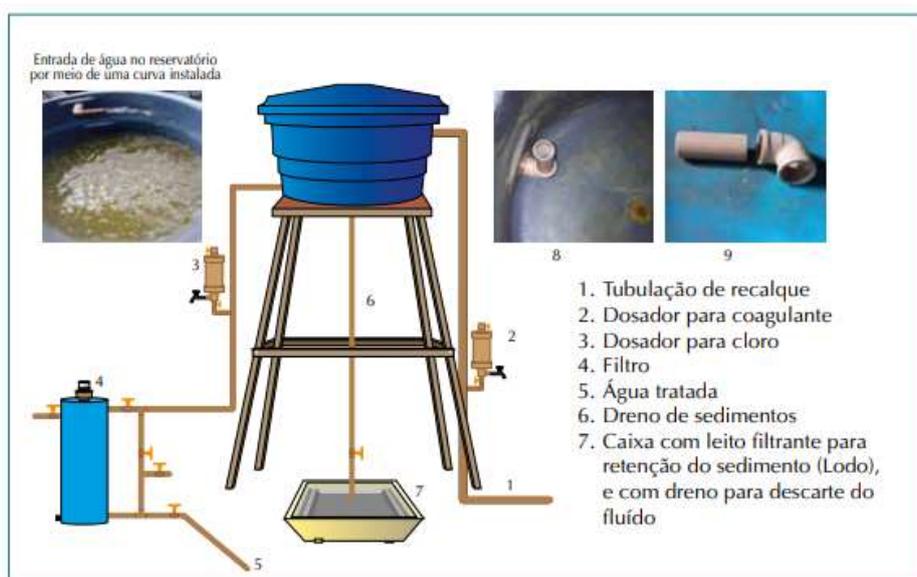


Figura 31: Croqui figurativo do Salta Z proposto.
Fonte: FUNASA, 2017.

Além disso, propõe-se a implantação de uma solução alternativa coletiva sem rede, sendo o Poço Tubular Profundo com sistema de tratamento simplificado e chafariz nas regiões mais esparsas, para promover o acesso dessas comunidades a água potável, a seguir uma representação figurativa do sistema proposto.

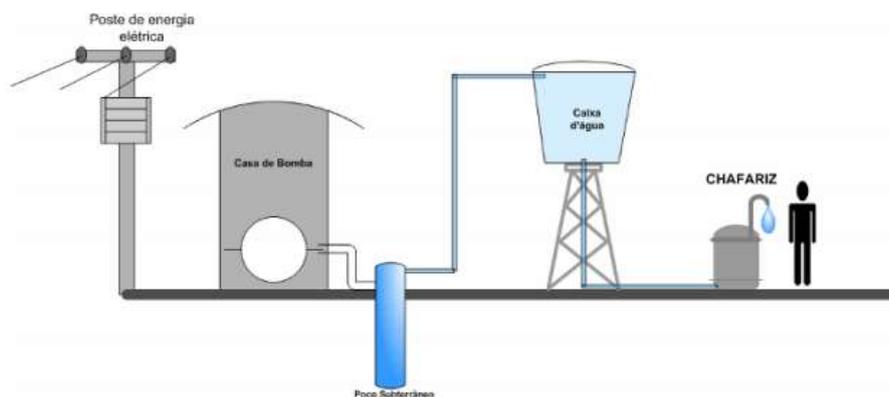


Figura 32: Croqui figurativo da Solução Alternativa Coletiva sem rede - Chafariz proposto.
Fonte: MS, 2007.

Já a redução do consumo *per capita*, esse requer a execução de medidas estruturantes voltadas a implantação de Programas Municipais de Incentivo a reutilização da água, tanto no âmbito escolar quanto para a comunidade em geral, bem como de racionalização. As medidas estruturantes devem ser executadas utilizando-se de meios de comunicação, rádio, mídias online, portal da transparência, e presencialmente, utilizando-se de oficinas, palestras, capacitações e fóruns de discussão sobre a água.

Nas épocas mais secas do ano, há também diminuição de vazão tanto das vazões de base dos rios e dos lençóis freáticos quanto das águas superficiais, podendo ocasionar volume insuficiente para o consumo agropecuário e humano. Deste modo, há necessidade de:

- Previsão de instalação de cisternas para abastecimento por águas pluviais ou através de poço, permitindo os domicílios continuar com água potável disponível durante o período de estiagem;
- Melhoramento de poços cacimba (revestimento e limpeza/manutenção);
- Disponibilizar saches de cloro para a comunidade rural que utiliza de soluções individuais como cisternas e poços tubulares profundo.

Além disso, independentemente do sistema convencional de abastecimento de água, propõe-se a captação da água da chuva, na zona urbana e rural, como forma de abastecimento complementar. A implantação de reservação para acúmulo de águas pluviais na zona urbana permitirá a gestão municipal minimizar os problemas com erosão e garantir o acesso à água. A captação da água da chuva por sistema de aproveitamento é composta por um modelo simples de filtro, separador da primeira água da chuva e reservação, conforme mostra figura a seguir.

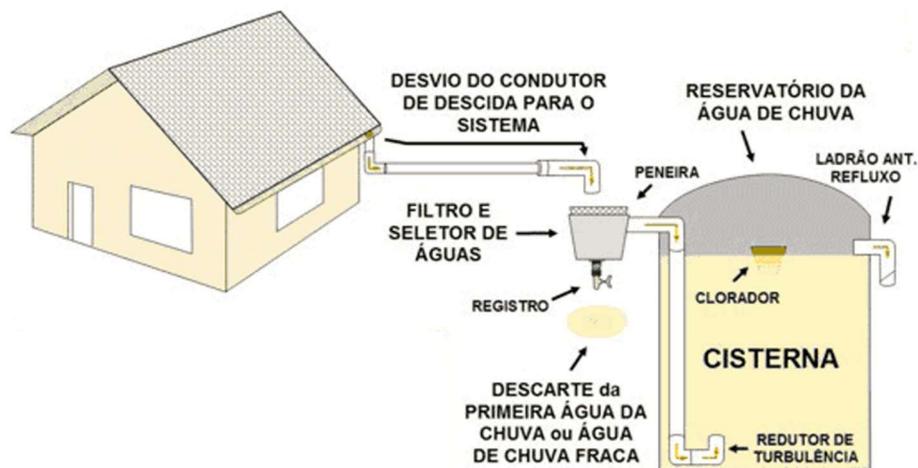


Figura 33: Croqui figurativo para captação e reservação de água da chuva
 Fonte: Sempre Sustentável, s.d.

Além de implantar as medidas estruturais e estruturantes mencionadas, a gestão pública deve fiscalizar a operação do Sistema de Abastecimento de Água por meio do monitoramento periódico da qualidade da água realizando análises físico-químicas e bacteriológicas utilizando-se os parâmetros mínimos indicados pela Portaria do MS nº 2914. Além de fortalecer as ações de recuperação de mananciais e desativação de poços rudimentares em situação inadequada.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho possibilitou identificar a situação atual do abastecimento de água no município de Pau D'arco – TO, e a partir disso, foi possível propor alternativas para sanar as deficiências identificadas no Sistema de Abastecimento de Água do município.

Dentre os principais problemas identificados tem-se que a produção atual não consegue atender a demanda do município. Os questionários realizados junto à população comprovaram as faltas recorrentes de água e sem aviso prévio, trazendo desconfortos para a população local. Uma das alternativas propostas seria a abertura de dois novos poços para atender a população com qualidade e quantidade.

Outro problema identificado foi que o sistema de reservação do município não possui capacidade operacional e não atende à demanda local, necessitando assim, de um novo reservatório, com maior capacidade de reservação.

Atualmente, a concessionário que presta serviços de abastecimento de água no município, a ATS, não atende a zona rural, apenas a zona urbana, sendo assim, a população rural utiliza alternativas muitas vezes não apropriadas. Para sanar tal problema, foi proposto que a Prefeitura Municipal faça a instalação de unidades SALTA-Z concedidas por meio de convênio junto a FUNASA.

Além disso, propõe-se a implantação de uma solução alternativa coletiva sem rede, sendo o Poço Tubular Profundo com sistema de tratamento simplificado e chafariz nas regiões mais esparsas, para promover o acesso dessas comunidades a água potável.

A Educação Ambiental também surge como uma ferramenta importante, incentivando a reutilização da água, tanto no âmbito escolar quanto para a comunidade em geral. As ações em Educação Ambiental podem ser realizadas por meios de comunicação, rádio, mídias online, portal da transparência, e presencialmente, utilizando-se de oficinas, palestras, capacitações e fóruns de discussão sobre a água.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Serviço Geológico do Brasil: Rimas**. Disponível em: http://rimasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php. Acesso em 23 maio 2020.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas – Abastecimento Urbano de Água**, 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/analise/Geral.aspx?est=22>. Acesso em 10 de junho de 2020.

Aproveitamento de Água de Chuva de Baixo Custo para Residências Urbanas. **Sempre Sustentável**. Disponível em: <http://www.sempresustentavel.com.br/hidrica/aguadechuva/agua-de-chuva.htm>. Acesso em 03 de outubro de 2020.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. **Consulta e Perfil de Município: Pau D' Arco – TO** Disponível em: http://www.atlasbrasil.org.br/2013/pt/perfil_m/pau-darco_to. Acesso em: 22 de maio 2020.

ATLAS ESGOTOS: **despoluição de Bacias Hidrográficas**. Brasília. ANA, 2017. Disponível em: http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/ATLASESGOTOSDespoluicaoodeBaciasHidrograficas-ResumoExecutivo_livro.pdf; Acesso em: 11 jun. 2020.

ATS – AGÊNCIA TOCANTINENSE DE SANEAMENTO. **Informativo de Qualidade – Em atendimento ao Decreto Presidencial 5.440/2005 – ANO V – Nº 05**. Pau D'arco, 2017.

ATS. **Relatório Técnico do Sistema de Abastecimento de Água – Processo Administrativo**. Pau D' Arco, 2019.

BRANDÃO, Valéria Aparecida. **A importância do Tratamento Adequado de Água para Eliminação de Microorganismos**. Orientador: Fernanda Gomes Siqueira. 2011. Monografia (Licenciatura em Biologia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2011. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/1855/6/2011_ValeriaAparecidaCBrandao.pdf; Acesso em: 20 de jun. 2020.

BRASIL (2006) **Guia para a Elaboração de Planos Municipais de Saneamento**. Brasília: Ministério das Cidades.

BRASIL. Lei nº11.445, de 5 de Janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. DOU, Poder Executivo, Brasília, DF, 8 jan. 2007.

BRASIL. Lei Federal 14.026 de 2020. Brasília. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/lei/L14026.htm#:~:text=%E2%80%9CDisp%C3%B5e%20sobre%20a%20cria%C3%A7%C3%A3o%20da,para%20a%20regula%C3%A7%C3%A3o%20dos%20servi%C3%A7os> Acesso em: 20/11/2020.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Política e Plano Municipal de Saneamento Básico**. Brasília: MS: FUNASA, ASSEMAE, 2012.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. **Doenças infecciosas e parasitárias: guia de bolso** / Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde. – 5. ed. amp, – Brasília: Ministério da Saúde, 2005. 320 p. – (Série B. Textos Básicos de Saúde). ISBN 85-334-1048-4.

BRASIL. Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>>. Acesso em: 10 de junho de 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS – CNM. **Planos Municipais de Saneamento Básico: Orientações para Elaboração**. – Brasília: CNM, 2014. Disponível em:

[https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Planos%20municipais%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico%20\(2014\).pdf](https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca_antiga/Planos%20municipais%20de%20saneamento%20b%C3%A1sico%20(2014).pdf). Acessado em: 10 de setembro de 2020.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. **Zoneamento econômico e Ecológico**, 2000. Disponível em:

<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/bitstream/doc/15507/2/zoneam_vol1.pdf> Acesso em 21 maio 2020.

CUNHA, A.S. **Saneamento Básico no Brasil: Desenho Institucional e Desafios Federativos**. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), 2011.

DATASUS – DEPARTAMENTO DE INFORMÁTICA DO SUS. **Informações de Saúde: Epidemiológicas e Morbidade**. Disponível em: <http://www2.datasus.gov.br/DATASUS/index.php?area=0203&id=29889987&VObj=ht>
[tp://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sinannet/cnv/dengue](http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/defthtm.exe?sinannet/cnv/dengue). Acesso em: 19 maio 2020.

DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. (2005). **Métodos e Técnicas de Tratamento de Água**. 2ª Edição. São Carlos, RiMa.

DOS SANTOS, HUMBERTO GONÇALVES ET AL. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

DUARTE, PATRÍCIA SILVA COSTA ET AL. **AS DOENÇAS DE VEICULAÇÃO HÍDRICA: UM RISCO EVIDENTE**. Uniube, Uberaba, p. 1-12, 24 set. 2015. Disponível em: <<https://www.uniube.br/eventos/epeduc/2015/completos/53.pdf>>. Acesso em: 10 jun.2020.

ESTADO DO TOCANTINS – **PIB - Produto Interno Bruto dos Municípios - Série 2010 a 2018**. Palmas: SEFAZ/GECORE, dezembro/2020.33p.

FUNASA - FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Manual da solução alternativa coletiva simplificada de tratamento de água para consumo humano em pequenas comunidades utilizando filtro e dosador desenvolvidos pela Funasa/ Superintendência Estadual do Pará**. Brasília: Funasa, 2017.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde, Brasil. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: Funasa, 2004.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde, Brasil. **Manual de Saneamento**. 3. ed. Brasília: Funasa, 2006.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde, Brasil. **Termo de Referência para Elaboração de Plano Municipal de Saneamento Básico**. Brasília: 2012. Disponível em <<http://www.funasa.gov.br/site/wp->

content/uploads/2012/04/2b_TR_PMSB_V2012.pdf>. Acessado em 20 de setembro de 2020.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. Ministério da Saúde, Brasil. **Manual de Saneamento**. 5 ed. Brasília: Funasa, 2019.

FUNASA – FUNDAÇÃO NACIONAL DE SAÚDE. **Saneamento para Promoção da Saúde**. 2002. Brasília. Disponível em: <http://www.funasa.gov.br/site/engenhariade-saude-publica-2/saneamento-parapromocao-da-saude/>. Acesso 24 maio 2020.

GALVÃO JUNIOR, Alceu de Castro; BASILIO SOBRINHO, Geraldo; SAMPAIO, Camila Cassundé. **A Informação no Contexto dos Planos de Saneamento Básico**. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2010. 288p.

IBGE. **Manual Técnico da Vegetação Brasileira**. 2ed.; Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística-IBGE, 2012. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4228241/mod_resource/content/2/Manual%20Tecnico%20da%20Vegetacao%20Brasileira%20-%202012.pdf. Acesso em: 15 de junho de 2020.

INEP – INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA. **IDEB – Índice de Desenvolvimento da Educação Básica: Pau D’ Arco**. Disponível em: <http://ideb.inep.gov.br/resultado/home.seam?cid=6663654>. Acesso em: 20 maio 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Pau D’arco–TO**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/to/pau-darco.html>. Acesso em: 10 de agosto 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Estimativas da População**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=o-que-e>. Acesso em: 15 de agosto 2020.

INSTITUTO NACIONAL DE COLONIZAÇÃO E REFORMA AGRÁRIA – INCRA. **Programa Assentamentos Verdes – Identificação da demanda por porte**. Disponível em: http://www.incra.gov.br/sites/default/files/uploads/reforma-agraria/assistencia_tecnica/tocantins--sr-26/chamadas-p-blicas/3.1-_projeto_bisico_anexo_i_-_identificaouo_da_demanda_por_lote.pdf> Acesso em: 22 maio 2020.

JUNIOR, A. P. Saneamento, Saúde Ambiente: **Fundamentos para um Desenvolvimento Sustentável**. 1.ed. São Paulo: Manole, 2005.

MADEIRA, R. F. (2010). **O setor de saneamento básico no Brasil e as implicações do novo marco regulatório para a universalização do acesso**. Revista do BNDES, 33, 123-154. Disponível em: https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/4782/1/RB%2033%20O%20setor%20de%20saneamento%20b%20c3%a1sico%20no%20Brasil_P.pdf. Acesso em: 05 de setembro de 2020.

MANSOR, Maria Teresa Castilho. **POTENCIAL DE POLUIÇÃO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS POR FONTES NÃO PONTUAIS DE FÓSFORO NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRÃO DO PINHAL, LIMEIRA-SP**. Orientador: Denis Miguel Roston. Tese (Doutor em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, 2005. Disponível em: http://repositorio.unicamp.br/bitstream/REPOSIP/257255/1/Mansor_MariaTeresaCastilho_D.pdf. Acesso em: 11 jun. 2020.

MARIA MOREIRA E SILVA, Nádía; DOS SANTOS, Nivaldo. **INTRODUÇÃO À QUALIDADE DAS ÁGUAS E AO TRATAMENTO DE ESGOTOS**. Faculdade Alfredo Nasser, [S. l.], p. 1-5, 19 dez. 2016. Disponível em: http://www.faculdadealfredonasser.edu.br/files/Pesquisar_4/19-12-2016-18.30.14.pdf. Acesso em: 8 jun. 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Leishmaniose Tegumentar (LT)**: o que é, causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção. 2019a. Disponível: <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/leishmaniose-tegumentar>. Acesso em: 20 maio 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Leishmaniose visceral**: o que é, causas, sintomas, tratamento, diagnóstico e prevenção. 2019b. Disponível em: <http://saude.gov.br/saude-de-a-z/leishmaniose-visceral>. Acesso em: 17 maio 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Lista de municípios pertencentes às áreas de risco ou endêmicas para malária**. Disponível em: <http://portalarquivos.saude.gov.br/ges/pdf/2017/maio/19/Lista-de-municipios-pertencentes-as-areas-de-risco-ou-endemicas-para-malaria.pdf>. Acesso em 28 maio 2020.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – Secretaria de Vigilância Sanitária. **Indicadores e dados básicos das hepatites nos municípios brasileiros.** Disponível em: <http://indicadoreshepatites.aids.gov.br/>. Acesso em: 23 maio 2020.

MS - MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Manual de orientação para cadastramento das diversas formas de abastecimento de água para consumo humano.** Brasília: Ministério da Saúde, 2007. 40 p.

MUNIZ, Daphne Heloisa de Freitas et al. CARACTERIZAÇÃO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL DE TRÊS CORPOS HÍDRICOS RURAIS DO DISTRITO FEDERAL. **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, Bento Gonçalves, p. 1-8, nov. 2013. Disponível em: http://www.cpac.embrapa.br/publico/usuarios/uploads/Geocerrado/PA5_caracterizacao_recursos_hidricos/levantamento_caract_fisico_quimicas_agua_areas_estudos_selec/caracterizacao_qualidade_agua_superficial_tres_corpos_hidrico.pdf; Acesso em: 11 jun. 2020.

OLIVEIRA, C. F. A gestão dos serviços de saneamento básico no Brasil. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales.** Barcelona: Universidad de Barcelona, 1 de agosto de 2005, vol. IX, n. 194 (73). Disponível em: <http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-194-73.htm>. Acessado em: 05 de setembro de 2020.

OLIVEIRA, Eduardo José Alcício; MOLICA, Renato José Reis. **A poluição das águas e as cianobactérias.** IFPE, Recife, p. 1-33, 2017. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/dspace/bitstream/ana/195/1/Cartilha%20a%20Polui%C3%A7%C3%A3o%20das%20%C3%81guas%20IFPE.pdf>; Acesso em: 11 jun. 2020.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE – OMS. **Relatório mundial de saúde 2000: sistemas de saúde: aprimorando a performance.** Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0104-42302002000200008&script=sci_arttext. Acesso em: 15 jun. 2020.

PAU D'ARCO – TO. **Lei Orgânica do Município de Pau D'arco – TO, 2006.** Disponível em <https://www.paudarco.to.gov.br/documentos/61/all/all/1>. Acesso em: 13 de julho de 2020.

RAZZOLINI, Maria Tereza Pepe; GUNTHER, Wanda Maria Risso. **Impactos na saúde das deficiências de acesso a água**. Saúde soc., São Paulo, v. 17, n. 1, mar. 2008.

REZENDE, S.C. et. al. **Panorama do Saneamento Básico no Brasil: Cadernos temáticos para o panorama do saneamento básico no Brasil**. Volume nº VII. Brasília: Ministério das Cidades/Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2011.

RIBEIRO, H. (2004) **Saúde Pública e Meio Ambiente: evolução do conhecimento e da prática, alguns aspectos éticos**. Saúde e Sociedade, v. 13, n. 1, p. 70-80.

SECRETARIA DO PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO. **Perfil socioeconômico dos municípios: Pau D'arco – TO, 2017**. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/340116/>. Acesso em: 10 de agosto 2020.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO E ORÇAMENTO (SEPLAN). Gerência de Indicadores Econômicos e Sociais (GIES). Projeto de Desenvolvimento Regional Integrado e Sustentável. Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins. Diagnóstico Ecológico-Econômico do Estado do Tocantins. Palmas: Seplan/GIES, 2017. vol. I de II 522 p. Disponível em: <https://central3.to.gov.br/arquivo/443563/>. Acesso em: 15 de junho de 2020.

SEPLAN - **Atlas do Tocantins: subsídios ao planejamento da gestão territorial**. Secretaria do Planejamento e da Modernização da Gestão Pública - SEPLAN. Superintendência de Pesquisa e Zoneamento Ecológico-Econômico. Diretoria de Zoneamento Ecológico-Econômico - DZE. Organizado e atualizado por Paulo Augusto Barros de Sousa, Rodrigo Sabino Teixeira Borges e Ricardo Ribeiro Dias. 6. ed. rev. atu. Palmas: Seplan, 2012.

SEFAZ - TO. **Base de dados Geográficos do Tocantins: atualização 2012**. Secretária da Fazenda - TO. Disponível em: <http://www.sefaz.to.gov.br/zoneamento/bases-vetoriais/bases-vetoriais/base-de-dados-geograficos-do-tocantins---atualizacao-2012/> acessado em 20 de agosto 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento. **Série História Pau D'arco - TO**. Disponível em: <http://app4.mdr.gov.br/serieHistorica/#> acessado em 20 de agosto 2020.

SNIS – Sistema Nacional de Informação sobre o Saneamento. **24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos, 2019.** Disponível em: < http://www.snis.gov.br/downloads/diagnosticos/ae/2018/Diagnostico_AE2018.pdf> acessado em 20 de agosto 2020.

TOLEDO, Luís Gonzaga. Monitoramento dos impactos ambientais das atividades agrícolas na qualidade das águas superficiais. **Simpósio Nacional sobre o uso da água na agricultura**, UPF, p. 1-11, 2004. Disponível em: <http://cbhpf.upf.br/phocadownload/simposio/dr_luis_gonzaga_toledo.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2020.

TUCCI, C. E. M., Hidrologia: ciência e Aplicação. 4. ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ ABRH, 2007.

VON SPERLING, M. **Princípios do tratamento biológico das águas residuárias.** 3. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

WORLD BANK. “Reforming infrastructure: privatization, regulation, and competition – 2004”. Washington, D.C.: World Bank. A World Bank Policy. Research Report, 2004. Disponível em: < <http://dx.doi.org/10.1596/0-8213-5070-6> > Acesso em 08 abr. 2014.